

ANÁLISIS DE RIESGO SECTOR HIDROCARBUROS

**“Sistema de Distribución de Gas
Natural por Medio de ductos en la
Zona Geográfica Única: Los Cabos”**



ELABORÓ: AARENAZA SC



Contenido

1	Objetivo	1
2	Generalidades	1
3	Definiciones	4
4	Contenido del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos	7
4.1	Descripción del proyecto.....	7
4.1.1	Medidas de mitigación	7
4.1.2	Accesos.....	9
4.1.3	Planes Y Programas De Desarrollo Estatales Y Municipales	10
4.1.4	Transporte por ductos.....	15
4.2	Descripción del proceso.....	25
4.3	Descripción del entorno	47
4.3.1	Proyecto	69
4.3.2	Transporte por ductos.....	84
4.4	Análisis y evaluación de riesgos	88
4.4.1	Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo	88
4.4.2	análisis cuantitativo de riesgo	98
4.5	Representación en planos de los radios potenciales de afectación.....	165
4.6	Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo	165
4.6.1	Análisis de vulnerabilidad	165
4.6.2	Interacciones de riesgo.....	183
4.7	Reposicionamiento de escenarios de riesgo.....	187
4.8	Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo. .	190
4.8.1	Sistemas de seguridad	190
4.8.2	Medidas preventivas.....	195
4.8.3	Recomendaciones técnico-operativas	196
4.9	Conclusiones	198
4.10	Resumen ejecutivo	199

Índice de Figuras

Figura 1. Croquis del City Gate del proyecto ZGU Los Cabos	2
Figura 2. Ubicación del proyecto.....	7
Figura 3. Vías de acceso a el área del Proyecto.	10
Figura 4. Señalización a colocar sobre derecho de vía del gasoducto de transporte de gas natural.....	40
Figura 5. Tipo de clima en el área del proyecto.....	48
Figura 6. Rangos de temperatura.	49
Figura 7. Rango de temperatura mínima.....	50
Figura 8. Rango de temperatura máxima.	50
Figura 9. Rangos de precipitación.....	51
Figura 10. Climograma.	52
Figura 11. Velocidad promedio del viento en Cabo San Lucas.	53
Figura 12. Dirección del viento en Cabo San Lucas.....	54
Figura 13. Grado de riesgo por bajas temperaturas.....	55
Figura 14. Grado de riesgo por Heladas.	56
Figura 15. Grado de riesgo por Granizo.....	57
Figura 16. Grado de riesgo por Ciclones tropicales.....	58
Figura 17. Grado de riesgo por nevadas.....	59
Figura 18. Fallas y fracturas cercanas al área del proyecto	60
Figura 19. Grado de riesgo por sismos.	61
Figura 20. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos en el proyecto.....	62
Figura 21. Volcanes cercanos al área.....	63
Figura 22. Peligro por inundaciones en el área del proyecto.....	64
Figura 23. Edafología dentro del Sistema Ambiental.....	65
Figura 24. Tipos de Roca.....	66
Figura 25. Hidrología superficial en el área.....	68
Figura 26. Acuíferos dentro del SA.	69

Índice de Tablas

Tabla 1. Especificaciones de ducto para la trayectoria nueva “Los Cabos”.....	15
Tabla 2. Clase de localización para la trayectoria nueva “Los Cabos”.....	20
Tabla 3. Cruzamientos.....	22
Tabla 4. Señalamientos.	23
Tabla 5. Instalaciones superficiales: Estaciones de regulación y/o medición.	23
Tabla 6. Factor de diseño por densidad de población (F).....	27
Tabla 7. Factor de eficiencia de junta longitudinal soldada (E).....	28
Tabla 8. Factor de corrección por temperatura (T).....	28
Tabla 9. Programa de Actividades de Seguridad.	42
Tabla 10. Actividades de mantenimiento.....	42
Tabla 11. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m del sitio de proyecto.....	69
Tabla 12. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.	80
Tabla 13. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.....	80
Tabla 14. Uso de suelo para un radio de 500 m.....	84
Tabla 15. Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del DDV.	84

Tabla 16. Proximidades y cruzamientos con componentes ambientales franja de 800 m a ambos lados del DDV.	87
Tabla 17. Proximidades con infraestructura franja de 800 m a ambos lados del DDV.....	87
Tabla 18. Uso de suelo (sobre el DDV).....	88
Tabla 19. Criterios.....	89
Tabla 20. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.	91
Tabla 21. Clasificación de los escenarios de acuerdo al nivel de riesgo	97
Tabla 22. Efectos de la Radiación Térmica.	117
Tabla 23. Efectos por sobrepresión.	117
Tabla 24. Criterios para el análisis de consecuencias.....	118
Tabla 25. Radios de afectación por jet fire en escenario 1	120
Tabla 26. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 1	121
Tabla 27. Radios de afectación por toxicidad en escenario 1.....	123
Tabla 28. Radios de afectación por jet fire en escenario 2.	124
Tabla 29. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 2.	126
Tabla 30. Radios de afectación por toxicidad en escenario 2.....	127
Tabla 31. Radios de afectación por jet fire en escenario 3.	129
Tabla 32. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 3.	131
Tabla 33. Radios de afectación por toxicidad en escenario 3.....	132
Tabla 34. Radios de afectación por jet fire en escenario 4.	134
Tabla 35. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 4.	135
Tabla 36. Radios de afectación por toxicidad en escenario 4.....	137
Tabla 37. Radios de afectación por jet fire en escenario 5.	138
Tabla 38. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 5.	140
Tabla 39. Radios de afectación por toxicidad en escenario 5.....	141
Tabla 40. Radios de afectación por jet fire en escenario 6.	143
Tabla 41. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 6.	145
Tabla 42. Radios de afectación por toxicidad en escenario 6.....	146
Tabla 43. Radios de afectación por jet fire en escenario 7.	147
Tabla 44. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 7.	149
Tabla 45. Radios de afectación por toxicidad en escenario 7.....	150
Tabla 46. Radios de afectación por jet fire en escenario 8.	152
Tabla 47. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 8.	154
Tabla 48. Radios de afectación por toxicidad en escenario 8.....	155
Tabla 49. Radios de afectación por jet fire en escenario 9.	157
Tabla 50. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 9.	159
Tabla 51. Radios de afectación por toxicidad en escenario 9.....	160
Tabla 52. Programa de Actividades de Seguridad.	195
Tabla 53. Recomendaciones de la identificación de peligros y escenarios de riesgo	196

1 Objetivo

El análisis de riesgo para el sector hidrocarburos, sirve como una herramienta que permite visualizar las características del entorno que propicia escenarios de riesgo, así como un punto de partida para una correcta planeación ante dichos escenarios.

El conocer los elementos de un sistema de autoabastecimiento de gas natural, es vital para poder identificar los posibles riesgos que estas actividades suponen, tanto en sus etapas de operación o mantenimiento.

El objetivo del presente análisis de riesgo, es dar un amplio panorama acerca de las características del sistema de autoabastecimiento, que permita atender a la necesidad de regular las actividades que involucran el uso, manejo, transporte y/o distribución de sustancias (en este caso gas natural) y actividades consideradas como altamente riesgosas. Así mismo se manifiestan las condiciones de sitios, materiales a utilizar, flujos, presiones de operación.

Esto es generar medidas tanto preventivas, correctivas o de mitigación ante las distintas actividades que se desarrollan. Todo lo anterior como un conjunto que logre disminuir los riesgos en su mayor nivel y generar zonas y ambientes de trabajo seguros.

2 Generalidades

El proyecto se encuentra ubicado en las ciudades de Cabo San Lucas y San José del Cabo, en el estado de Baja California Sur.

Descripción	Longitud (ml)
GTO. DE A.C. DN 250 MM [10"Ø]	47,769.85
GTO. DE A.C. DN 100 MM [4"Ø]	17,272.32
GTO. DE PEHD 3408 100 MM [4"Ø]	21,866.64
GTO. DE PEHD 3408 80 MM [3"Ø]	13,468.62
GTO. DE PEHD 3408 50 MM [2"Ø]	31,189.12
GTO. DE PEHD 3408 20 MM [3/4"Ø]	19,129.50
Total	150696.05

El trazado de la red discurre en toda su extensión por terrenos privados, las válvulas de seccionamiento se instalarán predios privados dentro del derecho de vía.

Para este proyecto, la presión máxima de entrada de la red de transporte, es de 497.82 PSI (34.32 kg/cm²) y la presión mínima de entrada es de 327.14 PSI (22.55 kg/cm²). La presión máxima de salida es de 298.69 PSI (21.00 kg/cm²) y la presión mínima de salida es de 291.58 PSI (20.50 kg/cm²). Las tuberías estarán enterradas en toda su longitud con una profundidad de 1.50 metros.

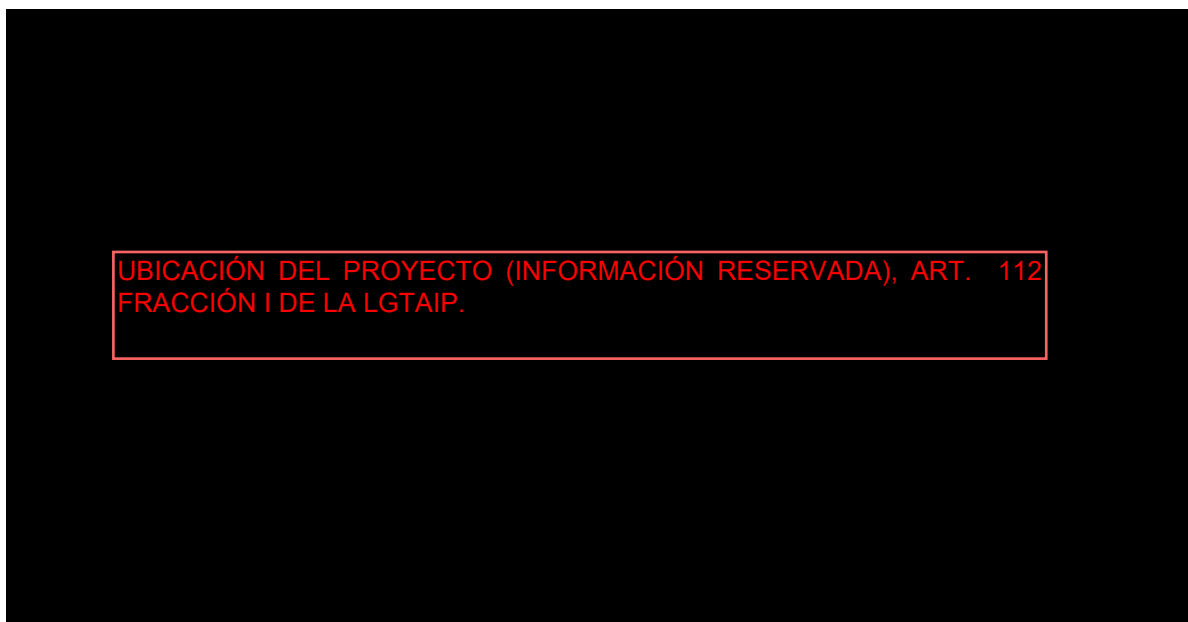


Figura 1. Croquis del City Gate del proyecto Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos.

COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

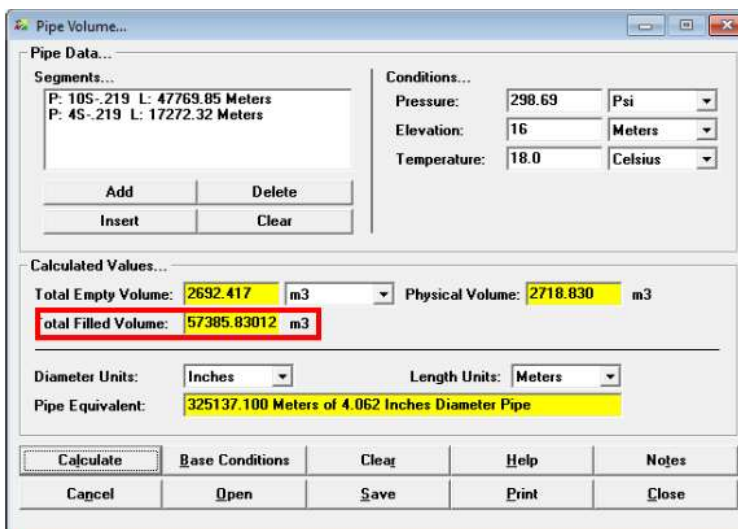
La red existente proviene de la City Gate “Los Cabos” ubicada en las coordenadas [REDACTED] en el municipio de Cabo San Lucas en el estado de Baja California Sur, esta misma maneja una presión de operación de 298.69 PSI (21.00 kg/cm²) y a través de ésta, se realiza el suministro a clientes industriales de los Municipios de Cabo San Lucas y San José del Cabo mediante tuberías de acero de 10” y 4” de diámetro. En cuanto a las tuberías de polietileno también empleadas en el sistema de distribución, maneja una presión de operación de 99.56 PSI (6.999 kg/cm²), son tuberías de polietileno de 4”, 3”, 2” y ¾” de diámetro.

CAPACIDAD MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL POR MEDIO DE DUCTOS EN LA ZONA GEOGRÁFICA ÚNICA “LOS CABOS”.

La capacidad máxima de almacenamiento del gasoducto de los ramales de acero al carbón o derivaciones, es la siguiente según el software utilizado (Gas Calc):

La capacidad máxima de almacenamiento en las tuberías de acero.

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”



Pipe Data...

Segments...

P: 10S-.219 L: 47769.85 Meters
P: 4S-.219 L: 17272.32 Meters

Add Delete
Insert Clear

Conditions...

Pressure: 298.69 Psi
Elevation: 16 Meters
Temperature: 18.0 Celsius

Calculated Values...

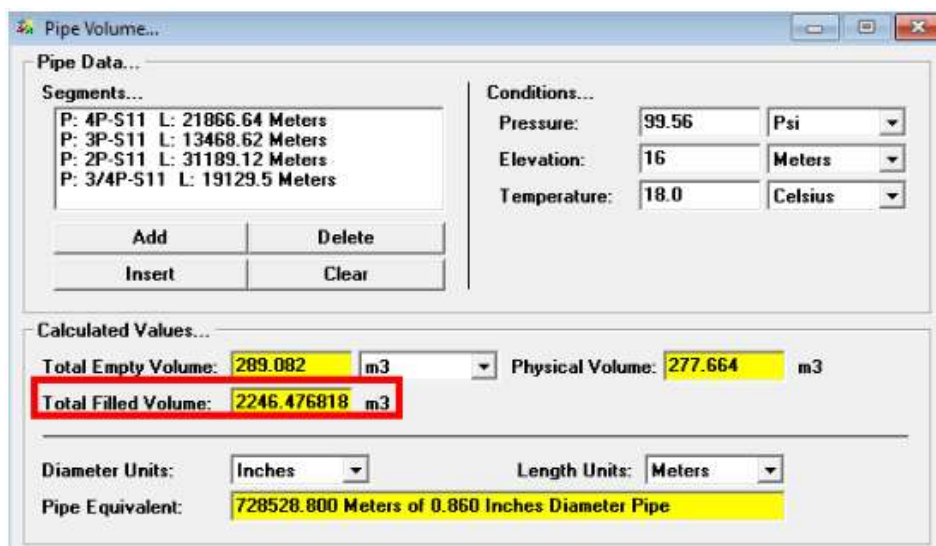
Total Empty Volume: 2692.417 m3
Physical Volume: 2718.830 m3
Total Filled Volume: 57385.83012 m3

Diameter Units: Inches Length Units: Meters
Pipe Equivalent: 325137.100 Meters of 4.062 Inches Diameter Pipe

Calculate Base Conditions Clear Help Notes
Cancel Open Save Print Close

De lo anterior concluimos que el volumen de almacenamiento de las tuberías de acero al carbón enlistadas del sistema es de **57,385.83 m³**.

La capacidad máxima de almacenamiento en las tuberías de polietileno.



Pipe Volume...

Pipe Data...

Segments...

P: 4P-S11 L: 21866.64 Meters
P: 3P-S11 L: 13468.62 Meters
P: 2P-S11 L: 31189.12 Meters
P: 3/4P-S11 L: 19129.5 Meters

Add Delete
Insert Clear

Conditions...

Pressure: 99.56 Psi
Elevation: 16 Meters
Temperature: 18.0 Celsius

Calculated Values...

Total Empty Volume: 289.082 m3
Physical Volume: 277.664 m3
Total Filled Volume: 2246.476818 m3

Diameter Units: Inches Length Units: Meters
Pipe Equivalent: 728528.800 Meters of 0.860 Inches Diameter Pipe

El Volumen de almacenamiento en las tuberías del sistema de distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos es de **59,632.306 m³**, donde:

Tuberías de Acero: 57,385.83 m³

Tuberías de Polietileno: 2,246.476 m³

Volumen Almacenamiento: 59,632.306 m³



3 Definiciones

Amenaza: Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;

Análisis de Riesgo de Proceso (ARP): Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún Escenario de Riesgo identificado;

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

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

Caso Alterno: Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

Caso Más Probable: Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir;

Efecto Dominó: También conocido como encadenamiento de eventos, es un evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

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

Estudio de Riesgo (ER): Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA);

Estudio de Riesgo Ambiental (ERA): Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente de un Proyecto en Operación. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales;

Exposición: Contacto de las personas o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo;

IDLH (“Immediately Dangerous to Life or Health”): por sus siglas en inglés Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud. Es la concentración máxima en el aire de una Sustancia Peligrosa, a la que una persona podría escapar durante un periodo de treinta minutos sin experimentar efectos irreversibles para la salud o síntomas graves que le impidan evacuar;

Peor Caso: Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de Sustancia Peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia;

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

Riesgo Inherente: Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

Riesgo Residual: Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo Inherente; el Riesgo Residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

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

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



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

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

Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS): Es un Sistema de Seguridad que tiene implementadas una o más funciones de cualquier combinación de sensores (elementos primarios), controlador lógico y elementos finales;

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

Sustancia Explosiva: La que genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión de manera espontánea o por acción de alguna energía;

Sustancia Inflamable: Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

Sustancia Peligrosa: Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

Sustancia Tóxica: Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético o muerte;

TLV (15 min, STEL): (“Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit”, por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo. Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

TLV (8 h. TWA): (“Threshold Limit Value-Time Weighted Average”, por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

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

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

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

4 Contenido del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción y operación de un sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica: Los Cabos para el suministro de gas natural, propiedad de la empresa Gas Natural del Noroeste S.A. de C.V.

El Proyecto denominado “**Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos.**” En los municipios de Cabo San Lucas y San José del Cabo, consiste en transportar gas natural. El gas natural entrará al troncal de la ERM y podrá fluir por la TEE1 y por la TEE3 conectadas al troncal, llegando así, a los trenes de filtración No. 1 y No. 2, pasando a través del tren de filtración que se encuentre en operación.

El troncal tendrá un manómetro de carátula para indicación de presión en campo, además de tener un manómetro testigo PIT-001 para poder monitorear la presión del gas de entrada a la City Gate y transmitir la información al sistema SCADA.

El presente proyecto desarrolla las obras correspondientes al sistema de transporte de gas natural a la superficie prevista en el área urbana.

Cabe destacar que el acceso al área de proyecto es basta, debido a que existen carreteras y brechas, las cuales atraviesan o van paralelas a la línea del ducto del proyecto. A continuación, se adjunta un mapa que ilustra la ubicación del proyecto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 2. Ubicación del proyecto.

4.1.1 Medidas de mitigación

1. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el mantenimiento de la maquinaria y la revisión de la misma deberá ser constante, todas ellas deberán

- cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con la finalidad de disminuir la contaminación por combustión de las máquinas (gases y humos), así como las posibles fugas de aceite y combustibles que puedan afectar al suelo.
2. Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera.
 3. La circulación de maquinaria por caminos interiores de terracería será a baja velocidad para reducir la generación de emisiones de partículas. Para tal efecto debe programarse la oportuna entrega o recepción de los materiales, con lo que se evitará el exceso de velocidad.
 4. El agua a utilizar para minimizar la emisión de polvos y compactación será obtenida de sitios autorizados y se operará programa de optimización del uso del agua.
 5. Canalizar los escurrimientos pluviales hacia las áreas de drenaje natural (arroyos), manteniendo el patrón de escurrimientos de la zona.
 6. Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
 7. Los residuos peligrosos que se generen se recolectarán diariamente para ser enviados a almacén temporal que sea conforme a las disposiciones de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, y serán entregados a una empresa autorizada para su traslado al sitio de disposición final o tratamiento autorizado, según corresponda. Aceites lubricantes gastados, Sólidos impregnados con hidrocarburos y Recipientes que contuvieron materiales peligrosos.
 8. El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores plásticos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
 9. Se destinarán e identificarán áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos de manejo especial (cascajo, pedacería de madera, metales varios, entre otros), contemplándose medios para evitar la contaminación del suelo, su retiro será periódico para su reúso y disposición en sitios autorizados por la autoridad estatal.
 10. El material vegetativo que no haya sido trasplantado deberá reducirse a su mínima expresión y disponerse en el sitio de almacenamiento de suelo fértil recuperado, a fin de que la materia orgánica se reincorpore al suelo.
 11. No acumular residuos de origen vegetal, o cualquier otro, fuera o dentro de los límites de las áreas de almacenamiento temporal, salvo en casos de emergencia y por períodos muy breves.
 12. Queda estrictamente prohibido coleccionar, dañar o comercializar las especies vegetales dentro y fuera de las áreas de proyecto.

13. En caso de encontrarse especies de flora bajo estatus de protección en las áreas donde se ejecutarán las obras, se realizará colecta de semillas o de frutos o de partes vegetativas para su propagación y de esta manera asegurar su supervivencia.
14. Queda estrictamente prohibido: cazar, capturar, dañar y comercializar especies de fauna silvestre.
15. Prohibir y vigilar que el personal de obra acceda a áreas distintas a las del proyecto, a fin de mantener sin impacto las vecindades del proyecto.
16. Realizar los trabajos de desmonte en aquellos sitios con vegetación y despalde en forma gradual, con el objeto de permitir la salida de la fauna silvestre permitiendo su reacomodo gradual en otras zonas.
17. El suelo fértil que sea retirado por las actividades de despalde de las áreas de trabajo será almacenado temporalmente con el fin de reutilizarlo en la rehabilitación de sitios.
18. Para el mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo se operará taller temporal que contará con piso con material impermeable para evitar la contaminación del suelo, el producto de la limpieza de material derramado será manejado como residuo peligroso.
19. Se elaborará un plan preventivo de contingencias e incendios para mantener la salud de las áreas con vegetación densa.
20. Se contará con planes de manejo ambiental para cada uno de los factores afectados por las actividades desarrolladas en el proyecto.
21. Instrumentar un programa de señalización ambiental.
22. Para detener procesos erosivos en los sitios con baja consolidación de materiales y sus alrededores se deberán construir presas filtrantes o trampas sedimentarias.

4.1.2 Accesos

El acceso a las distintas áreas del proyecto, no se ve limitado, debido a que el proyecto casi en su totalidad recorre por el área denominada como derecho de vía de carreteras, lo cual permite su fácil acceso.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 3. Vías de acceso a el área del Proyecto.

SE ANEXA MEMORIA FOTOGRAFICA.

4.1.3 Planes Y Programas De Desarrollo Estatales Y Municipales

4.1.3.1 Plan De Desarrollo Del Estado De Baja California Sur.

En el **primer eje**, se busca el bienestar para todas y todos los sudcalifornianos, pero particularmente a los grupos en situación de vulnerabilidad, es decir, plantea la necesidad de implementar políticas públicas que conlleven a generar mayor bienestar y que contribuyan a reducir la brecha de desigualdad a toda la población, dando prioridad a la salud, educación, asistencia e inclusión social; promover la vivienda digna y fortalecer el arte, la cultura y el deporte.

El **segundo eje** busca incrementar una política de paz y seguridad, pilar fundamental para que en estos años haya paz y tranquilidad en Baja California Sur, propiciando un estado de derecho justo y equitativo, con mejor procuración de justicia, respetando los derechos humanos y apegados a la legalidad, pero también se agrega un apartado orientado a la gobernabilidad, que se refiere a la capacidad del gobierno de garantizar la legitimidad del ejercicio gubernamental. Por otra parte, se considera el apartado de Protección Civil, con la finalidad de brindarle mayor certeza a la ciudadanía de posibles catástrofes, desastres o calamidades públicas.

El **tercer eje** considera la reactivación económica y la generación de empleo como partes indispensables para concebir un desarrollo económico en forma equilibrada con el desarrollo social, siendo el turismo la actividad que mueve el progreso, acompañado por las actividades económicas productivas y la promoción a la inversión.

El **cuarto eje** que pretende un crecimiento importante en la infraestructura, se considera la política pública hidráulica, de movilidad urbana, comunicaciones y transportes, eléctrica y telecomunicaciones, que contribuyan a un desarrollo integral y mejor calidad de vida de los habitantes de las ciudades y localidades de Baja California Sur, con un aprovechamiento óptimo en el manejo de los recursos asignados, cumpliendo con los principios de eficiencia,



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

eficacia y transparencia. También aborda los temas de medio ambiente y cambio climático, de ordenamiento territorial y energías alternativas.

El **eje cinco** pretende aplicar diversas estrategias orientadas a la transparencia, rendición de cuentas y mitigar la corrupción y sus efectos en el sector público.

Medio Ambiente.

Baja California Sur es un estado con una vasta riqueza de recursos naturales, posicionado como una de las 7 entidades con mayor cuidado de la biodiversidad y 11 Áreas Naturales Protegidas. Donde, por su ubicación geográfica convergen diferentes condiciones fisiográficas, geológicas, edáficas y climáticas que han dado origen a la formación de diversas condiciones ecológicas. Como resultado de esta diversidad, también se presenta una gran riqueza tanto de flora y fauna característica de llanuras desérticas y de regiones selváticas, es decir, por su biodiversidad de especies y comunidades vegetales, muchas de ellas únicas en el mundo.

El desarrollo económico y el bienestar de la población se encuentran íntimamente ligados al medio ambiente y al reconocimiento y aprovechamiento del capital natural orientado a lograr un cambio de paradigma hacia el ecodesarrollo.

En este sentido, en la entidad existe la firme convicción de preservar el medio ambiente y el patrimonio histórico y cultural de Sudcalifornia, privilegiando la responsabilidad social, el orden en el desarrollo urbano, la obra verde, la arquitectura sostenible, el uso de energías alternativas, la economía circular, el principio de pagar para prevenir los cambios en las condiciones del medio ambiente, todo ello en el marco de una gestión ambiental efectiva entre todas las empresas y ciudadanos.

Para lograr lo anterior, se requiere de una actualización y armonización de su marco jurídico en materia ambiental y forestal, con el fin de dar certidumbre a los procesos de encargos para una eficiente definición de competencias y la verificación del cumplimiento de la normatividad aplicable por los tres órdenes de gobierno y propiciar el establecimiento de empresas socioambientalmente responsables.

Lo anterior, se puede vincular en apego estricto a la normatividad e instrumentos como son el Plan Estatal de Acción y Adaptación al Cambio Climático BCS, el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de BCS (PROAIRE), Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de Residuos BCS, el Sistema de Información Geográfica de BCS y el Plan Hídrico Estatal e impulsando las reformas que sean procedentes.

4.1.3.2 Plan De Desarrollo Municipal.

Con el IMPLAN, el Gobierno Municipal adquiere una herramienta de previsión y ordenamiento ante la compleja realidad urbana que hoy viven las ciudades. La planeación es entendida como un proceso continuo donde sociedad y gobierno generan los espacios de reflexión y análisis de la ciudad y su entorno para construir de manera colectiva las soluciones conjuntas ante los retos de la comunidad.

Eje 1 Desarrollo Social.

La desigualdad de ingresos, de oportunidades, acceso a los servicios básicos, educación y salud ha ido en incremento en las últimas décadas. La discriminación y violencia hacia los grupos en situación de vulnerabilidad continúa siendo un reto a superar en todo el mundo. Erradicar la pobreza en todas sus formas sigue siendo uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad.

Esto requiere enfocarse en los más vulnerables, aumentar el acceso a los recursos y servicios básicos. En ese sentido, el gobierno municipal se compromete por el bienestar de su gente, en donde la justicia social, la equidad, la igualdad de oportunidades y el apoyo a los grupos vulnerables sean nuestros ejes rectores. Con un fuerte impulso al arte, la cultura, el deporte, el acceso a la salud y a la educación como elementos que apoyen el desarrollo integral de los ciudadanos.

Eje 2 Desarrollo Económico para el Bienestar.

Las principales actividades económicas del municipio son el turismo y servicios complementarios y aunque esto lo convierte en uno de destinos turísticos más competitivos del país, la alta dependencia económica hacia el turismo puede significar un problema en el futuro. Por ello, es necesario fortalecer nuestro desarrollo económico a través de la diversificación económica, invertir significativamente en las actividades terciarias y primarias, apoyar la agricultura tradicional y orgánica, la ganadería, la pesca y acuacultura, sobre todo en las comunidades rurales. Esto puede aportar a la recuperación económica, desarrollo de la zona rural, a la seguridad alimentaria y llevarnos hacia una economía que utilice los recursos de manera más eficiente.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible apuntan a estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica.

Eje 3 Territorio, Ciudades y Comunidades Sostenibles.

El crecimiento acelerado y descontrolado de nuestras ciudades inevitablemente está afectando el medio físico natural y comprometiendo nuestros recursos naturales y áreas de valor ambiental y patrimonial, esto conlleva una afectación grave a nuestros derechos humanos.

En ese sentido, este gobierno con sentido humano se compromete a promover el derecho humano al ambiente sano para el desarrollo y bienestar, mediante acciones contundentes para la protección y conservación y aprovechamiento responsable de nuestros recursos naturales.

Eje 4 Seguridad Ciudadana.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible buscan reducir sustancialmente todas las formas de violencia e inseguridad. Para ello, es necesario fortalecer a nuestras instituciones de seguridad pública y promover, salvaguardar y garantizar el libre y pleno ejercicio de nuestros derechos humanos.

Como gobierno con sentido humano nos comprometemos a proteger y cuidar a las personas, sus derechos y sus bienes. Priorizando la prevención delictiva, la inteligencia, la

participación y la coordinación estrecha entre el orden Federal y Estatal para generar paz y tranquilidad social. En ese sentido es necesario, fortalecer las capacidades de las instituciones encargadas de prevenir la violencia y combatir la delincuencia. Buscando la profesionalización y sensibilización en derechos humanos de los elementos de seguridad y dotándolos de equipamiento que permita responder y atender con eficiencia a la ciudadanía ante situaciones de emergencia. Por otra parte, para garantizar la impartición de justicia es necesario mejorar los procedimientos de denuncias y tiempos de respuesta de los organismos correspondientes para eficientar la atención y seguimiento.

Eje 5 Gobierno Humano, Eficaz y Transparente.

La corrupción incrementa la desigualdad, la violencia, la desintegración, la decadencia moral y, en última instancia, el mal desempeño y crecimiento económico. Por ello, es necesario establecer las bases para combatirla, eliminarla y transparentar las prácticas y acciones del gobierno municipal. Con ello, aspiramos a ser un gobierno que mire y trabaje de frente a la gente, cuyo sello característico sea la transparencia y el combate frontal a la corrupción.

Las crecientes necesidades y desigualdades requieren de un gobierno que haga un manejo eficiente y honesto de sus recursos, que incentive la participación ciudadana, que brinde servicios y atención ciudadana con empatía y profesionalismo. Por ello, consolidaremos un gobierno con sentido humano, cercano a la gente y con capacidad para atender eficientemente cada uno de sus demandas.

Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Municipio de Los Cabos cuenta con tres áreas naturales protegidas; el Área de Protección de Flora y Fauna Bahía de Cabo San Lucas; el Parque Nacional Cabo Pulmo; y, una porción de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna. Asimismo, cuenta con la Reserva Ecológica Estatal del Estero de San José del Cabo, decretada por el Estado bajo la categoría de zona sujeta a Conservación Ecológica.

Manejo de Residuos y Disposición Final de Residuos Sólidos.

De acuerdo con datos del PDU 2040, respecto a la generación per cápita de residuos sólidos urbanos, en el Municipio, pasó de generar 500 gramos per cápita por día en la década de 1990 a más de 1.3 kg/hab/día en el año 2007 y de acuerdo con datos del Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Municipio de Los Cabos, en 2012 los rellenos sanitarios de Los Cabos recibían en promedio 371 toneladas diarias que representan la generación per cápita de 1.41 kg/hab/día. Sin embargo, de acuerdo a información proporcionada por la Dirección General de Servicios Públicos Municipales, en los últimos 3 años se han recolectado aproximadamente en promedio 300 toneladas diarias, lo que representa una generación per cápita promedio de 850 gramos de basura por persona al día. De acuerdo a información proporcionada por la Dirección General de Servicios Públicos en 2018, el Municipio cuenta con 8 basureros municipales que funcionan como sitios de disposición final, los dos más grandes se ubican a 25 kilómetros de las zonas urbanas de San José del Cabo y Cabo San Lucas; el primero proporciona servicio a la cabecera municipal y se localiza cerca de la localidad de Palo Escopeta y el segundo ubicado en las cercanías de la localidad conocida como La Candelaria proporciona servicio a la delegación de Cabo San Lucas. Ninguno de estos



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

basureros municipales, antes mencionados, cumple con las normas ambientales de SEMARNAT para ser considerados como rellenos sanitarios; y la situación es aún más grave en la zona norte del municipio, La Ribera, Santiago y Miraflores, en donde se encuentran 6 tiraderos de basura dispersos, alejados y que operan de manera deficiente.

La problemática de residuos sólidos que enfrenta el Municipio de Los Cabos está ligada al crecimiento de la población, el cambio de hábitos de consumo y el rezago en la cobertura y periodicidad de la recolección. En las localidades La Ribera, Miraflores y Santiago, la falta de cobertura del servicio ha ocasionado no solamente la aparición de tiraderos clandestinos, sino también la quema clandestina de basura, lo que se convierte en un método de eliminación complejo, costoso y altamente contaminante, principalmente para el aire.

Manejo de Aguas Residuales.

Según el Estudio denominado "Estudio de Ingeniería Básica del Sistema de Conducción de las Aguas Residuales Tratadas de Cabo San Lucas y San José del Cabo", en la zona urbana del Municipio existen 7 plantas de tratamiento: 3 públicas y las demás privadas, también se contempla la ampliación de la red de drenaje (OCI, Diagnóstico 3, 2018).

De acuerdo con el Diagnóstico No. 7 del Observatorio Ciudadano Integral, en su indicador “4.6 Agua Limpia, Saneamiento y Tratamiento de Aguas Residuales”, señala que en el OOMSAPAS cuenta con plantas de tratamiento tanto en el área urbana como en algunas localidades rurales, sin embargo, son insuficientes e inadecuadas.



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

4.1.4 Transporte por ductos

Tabla 1. Especificaciones de ducto para la trayectoria nueva “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”.

Nombre o segmento del ducto	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM				Espesor (in")	Diámetro (in)	Presión de Prueba Hermeticidad (kg/cm²)	Especificación del ducto	Código de diseño	Presión de diseño (kg/cm²)	Presión de diseño y operación (kg/cm²)		
			Inicio		Fin								Min	Norm	Máx
			X	Y	X	Y									
ASEA ZGU-LOS CABOS	0+000.00 A	0+000.00 A	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.				0.365	10	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	0+000.00 A	0+000.00 K'					0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	0+000.00 K'	46+621.13 A					0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	40+168.82 A	6+658.88 B					0.365	10	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	0+000.00 C	1+690.21 C					0.365	10	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	1+690.21 C	2+416.30 C					0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	2+416.30 C	2+867.00 C					0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	0+000.00 D	1+615.16 D					0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	1+615.16 D	0+854-30 D					0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU-LOS CABOS	0+854-30 D	2+270.00 D					0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 E	0+869.00 E	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 F	1+093.00 F		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 G	1+376.50 G		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	1+376.50 G	2+060.00 G		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 H	0+488.56 H		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+488.56 H	0+689.00 H		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 I	0+974.00 I		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 J	1+125.00 J		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 K	0+627.00 K		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 L	0+337.42 L		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+337.42 L	0+482.00 L		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 M	2+932.69 M		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	2+932.69 M	3+398.00 M		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 N	0+972.00 N	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 O	0+546.00 O		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 P	0+974.00 P		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 Q	1+199.00 Q		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+055.96 Q	0+887.63 Q		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+887.63 Q	1+199.00 Q		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 R	0+864.00 R		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 S	0+834.00 S		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 T	1+157.00 T		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 U	1+396.00 U		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 V	1+242.00 V		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 W	1+337.00 W		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 X	1+012.30 X		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ASEA ZGU- LOS CABOS	1+012.30 X	1+422.00 X	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 Y	0+327.24 Y		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+327.24 Y	0+806.00 Y		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 Z	0+941.60 Z		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+941.60 Z	1+799.00 Z		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 A'	0+911.00 A'		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 B'	0+881.00 B'		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 C'	0+771.00 C'		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+771.00 C'	1+499.00 C'		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 D'	1+076.00 D'		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 E'	1+321.00 E'		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 F'	1+898.00 F'		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 G'	1+172.00 G'		0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 H'	0+674.00 H'	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	0.219	4	42.18	Acero al carbón API 5L X 42	ASME B31.8	35.15	D 35.15 O 14.00	D 35.15 O 21.00	D 35.15 O 21.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 I'	1+420.00 I'		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+0000.00 J'	0+957.00 J'		0.409	4	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+957.00 J'	1+420.00 J'		0.216	2	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 K'	0+712.00 K'		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00
ASEA ZGU- LOS CABOS	0+000.00 L'	0+861.00 L'		0.318	3	10.5	PEHD 3408 SDR 11	ASTM D-2513	7.00	D 7.00 O 5.50	D 7.00 O 6.50	D 7.00 O 7.00

Nota: Las especificaciones del ducto deben cubrir la longitud total del tramo evaluado. *in: pulgadas

Tabla 2. Clase de localización para la trayectoria nueva “Los Cabos”.

Nombre o segmento del ducto	Tipo de Clase de localización	Inicio km	Fin km	Coordenadas UTM				Espesor (in)
				Inicio		Fin		
				X	Y	X	Y	
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 A	1+600.00 A	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.				0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		1+600 .00 A	14+400.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		14+40 0.00 A	16+000.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		16+00 0.00 A	19+200.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		19+20 0.00 A	20+800.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		20+80 0.00 A	24+000.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		24+00 0.00 A	25+600.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		25+60 0.00 A	28+800.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		28+80 0.00 A	32+000.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		32+00 0.00	40+000.00 A					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		40+00 0.00 A	40+168.82 A					0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		40+16 8.82 A	41+600.00 A					0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		41+60 0.00 A	43+200.00 A					0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		43+20 0.00 A	45+045.28 A					0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		45+04 5.28 A	46+621.13 A					0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 B	1+600.00 B					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		1+600 .00 B	3+200.00 B					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		3+200 .00 B	6+658.88 B					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 C	1+690.21 C					0.365
ASEA ZGU-LOS CABOS		1+690 .21 C	2+416.30 C					0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		2+416 .30 C	2+867.00 C					0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 D	1+615.16 D					0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		1+615 .16 D	0+854-30 D					0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+854 -30 D	2+270.00 D					0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 E	0+869.00 E					0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 F	1+093.00 F					0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 G	1+376.50 G					0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		1+376 .50 G	2+060.00 G					0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 H	0+488.56 H					0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+488 .56 H	0+689.00 H					0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 I	0+974.00 I					0.219

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos "Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos"

ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 J	1+125.00 J	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 K	0+627.00 K		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 L	0+337.42 L		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+337.42 L	0+482.00 L		0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 M	2+932.69 M		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		2+932.69 M	3+398.00 M		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 N	0+972.00 N		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 O	0+546.00 O		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 P	0+974.00 P		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 Q	0+055.96 Q		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+055.96 Q	0+887.63 Q		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+887.63 Q	1+199.00 Q		0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 R	0+864.00 R		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 S	0+834.00 S		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 T	1+157.00 T		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 U	1+396.00 U		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 V	1+242.00 V		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 W	1+337.00 W		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 X	1+012.30 X		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		1+012.30 X	1+422.00 X		0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 Y	0+327.24 Y		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+327.24 Y	0+806.00 Y		0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 Z	0+941.60 Z		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+941.60 Z	1+799.00 Z		0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 A'	0+911.00 A'		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 B'	0+881.00 B'		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 C'	0+771.00 C'		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+771.00 C'	1+499.00 C'		0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 D'	1+076.00 D'		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 E'	1+321.00 E'		0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 F'	1+898.00 F'		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 G'	1+172.00 G'		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 H'	0+674.00 H'		0.219
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000.00 I'	1+420.00 I'		0.409

ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 J'	0+957.00 J'	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	0.409
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+957 .00 J'	1+420.00 J'		0.216
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 K'	0+712.00 K'		0.318
ASEA ZGU-LOS CABOS		0+000 .00 L'	0+861.00 L'		0.318

Nota: Las Clase de localización debe cubrir la longitud total del tramo evaluado.

Tabla 3. Cruzamientos.

Nombre	Tipo de cruzamiento	Profundidad o Elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce		Fin del cruce		Espesor del ducto (in)	Número de plano
				X	Y	X	Y		
UB-CR-CRR-01	Carretero	1.50	Con camisa	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.				0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-02	Carretero	1.50	Con camisa					0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-03	Carretero	1.50	Con camisa					0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-04	Carretero	1.50	Con camisa					0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-05	Carretero	1.50	Con camisa					0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-06	Carretero	1.50	Con camisa					0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-07	Carretero	1.50	Con camisa					0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-08	Carretero	1.50	Con camisa					0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-09	Carretero	1.50	Con camisa					0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-10	Carretero	1.50	Sin camisa					0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-11	Carretero	1.50	Con camisa					0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-12	Carretero	1.50	Sin camisa					0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-13	Carretero	1.50	Con camisa					0.409	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-14	Carretero	1.50	Con camisa					0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-15	Carretero	1.50	Con camisa					0.318	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01

UB-CR-CRR-16	Carretero	1.50	Con camisa	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	0.409	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-17	Carretero	1.50	Con camisa		0.409	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-18	Carretero	1.50	Con camisa		0.409	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-19	Carretero	1.50	Con camisa		0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-20	Carretero	1.50	Sin camisa		0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-21	Carretero	1.50	Con camisa		0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CRR-22	Carretero	1.50	Sin camisa		0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-LTR-01	Línea de Transmisión	1.50	Con camisa		0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-LTR-02	Línea de Transmisión	1.50	Con camisa		0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-LTR-03	Línea de Transmisión	1.50	Con camisa		0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CNA-01	Cuerpo de Agua	1.20	Con camisa		0.365	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01
UB-CR-CNA-02	Cuerpo de Agua	1.20	Con camisa		0.219	GNN-ZGU-BCS-LC-ASEA-Cr-23_01

Nota: Se debe cubrir la longitud total del tramo evaluado.

Tabla 4. Señalamientos.

Se adjunta tabla.

Tabla 5. Instalaciones superficiales: Estaciones de regulación y/o medición.

Nombre de ERM	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Pasos de Regulación	Presión de operación primer paso de regulación (kg/cm ²)		Presión de operación primer paso de regulación (kg/cm ²)		Flujo de diseño y operación (SCMH)		
			Entrada	Regulada	Entrada	Regulada	Min	Normal	Max
ERM-01	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	1	21	4.5	N/A	N/A	N/A	1,667.15 SCMh	1,667.15 SCMh
ER-01		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMh	3,897.00 SCMh
ER-02		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMh	3,897.00 SCMh
ER-03		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMh	3,897.00 SCMh

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ER-04	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-05		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-06		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-07		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-08		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-09		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-10		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-11		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-12		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-13		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-14		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-15		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-16		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-17		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-18		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH
ER-19		2	21	7.2	7.2	7	N/A	884.90 SCMH	3,897.00 SCMH

Nota: Para las celdas en donde no aplique lo solicitado indicar “NA”.

Tabla 7. Instalaciones superficiales: Trampas de envío y/o recibo de diablos y válvulas de seccionamiento.

Descripción	Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Diámetro (in)	Presión normal de operación (kg/cm ²)	Tipo de especificación	Sistema de control
Válvula de corte automático	VS-01	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	10	35.15	Válvula esfera bridada acero paso completo de palanca	Manual
Válvula de corte automático	VS-02		10	35.15	Válvula esfera bridada acero paso completo de palanca	Manual
Válvula de seguridad	VS-03		10	35.15	Válvula esfera bridada acero paso completo de palanca	Manual

Nota: Para las celdas en donde no aplique lo solicitado indicar “NA”.

*SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition, por sus siglas en inglés (Supervisión, Control y



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Adquisición de Datos).

4.2 Descripción del proceso

- Descripción del sistema de transporte

Alcance e instalaciones que conforman el proyecto.

COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

La red existente proviene de la City Gate “Los Cabos” ubicada en las coordenadas [REDACTED] en el municipio de Cabo San Lucas en el estado de Baja California Sur. Y tiene una longitud de 150696.05 metros.

Descripción	Longitud (ml)
GTO. DE A.C. DN 250 MM [10"Ø]	47,769.85
GTO. DE A.C. DN 100 MM [4"Ø]	17,272.32
GTO. DE PEHD 3408 100 MM [4"Ø]	21,866.64
GTO. DE PEHD 3408 80 MM [3"Ø]	13,468.62
GTO. DE PEHD 3408 50 MM [2"Ø]	31,189.12
GTO. DE PEHD 3408 20 MM [3/4"Ø]	19,129.50
Total	150696.05

Origen y destino.

Este proyecto inicia en el punto de interconexión con el GASODUCTO DE 10" Sistema San José del Cabo, hasta llegar a la City Gate (Cabo San Lucas), para posteriormente poder alimentar la red ZGU Los Cabos.

Se han proyectado sobre toda la trayectoria del gasoducto principal de acero, registros con válvulas de seccionamiento de operación manual con desfogue a la atmosfera de manera estratégica para la operación del gasoducto.

Para lograr que el gas natural pueda ser usado en las redes de aprovechamiento de los clientes industriales dentro del Sistema de Distribución, se han diseñaron Estaciones de Regulación y Medición de acuerdo a las necesidades operativas de cada cliente, los cuales tienen el objetivo entregar un fluido limpio y reducir la presión proveniente del gasoducto principal y de acometida hasta la presión de operación solicitada por el cliente, con ello asegurar que los equipos empleados a cada red de aprovechamiento puedan operar de manera confiable y segura, y que la presión no implique un riesgo para el personal de la empresa. Como segundo objetivo de cada Estación de Regulación y Medición es la posibilidad de contabilizar flujo de gas que consume el cliente y realizar la facturación correspondiente.

Vida útil

La vida útil del proyecto está prevista a 30 años de operación, cabe destacar que este lapso de vida útil puede ser inclusive aún más largo, todo esto dependiendo de condiciones como lo pueden ser el adecuado mantenimiento preventivo, en su caso correctivo a las instalaciones propuesta a desarrollar.

Bases de diseño

El diseño de la tubería que conforma el sistema de distribución, se sujetara a los requerimientos dispuestos en la NOM-007-ASEA-2016, Transporte de Gas Natural, Etano y Gas Asociado al Carbón Mineral por medio de ductos., según el material a emplear:

Tubería de acero al carbono: Los tubos de acero que se utilicen para la conducción de Gas deben satisfacer lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana, así como los requerimientos mínimos de fabricación establecidos en las Normas Mexicanas vigentes; o en ausencia de estas, los estándares internacionales aplicables, de acuerdo al tipo y características del tubo de acero que requiera el Sistema de distribución.

NOM-007-ASEA-2016, Transporte de Gas Natural, Etano y Gas Asociado al Carbón Mineral por medio de ductos.

- Cargas estáticas a las que esté sometida la tubería. Se considera la no afectación por cargas externas originadas por suelos inestables, vibraciones mecánicas o sónicas y adición de pesos adicionales a la tubería, como lo son estructuras y edificaciones, principalmente.
- Cargas dinámicas que afectan al sistema. Se consideran a aquellos cruces especiales por donde pasará el gasoducto, tales como: cruces carreteros y caminos rurales, los cuales no se verán afectados ni tampoco representarán un riesgo para la integridad física del gasoducto.
- Presión a que están sujetas las tuberías. El cálculo del espesor necesario para soportar la presión de operación de la red, fue determinado con la fórmula de Barlow, utilizando factores para la clase de localización 4, en el caso de tuberías metálicas.
- Corrosión. La tubería que se instalará en las ERMs, estará cumpliendo con los requisitos de seguridad y operación establecidos en la NOM-007-SECRE-2010.

Esfuerzos debidos a afectaciones exteriores.

Estos factores están considerados por la empresa Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., en los procedimientos de diseño utilizados por la empresa en el ducto que conforma el sistema para transporte de gas natural.

Además de lo indicado anteriormente, en el diseño de la construcción de la tubería, fueron considerados factores, tales como expansión y contracción térmica de la tubería, vibración, fatiga, cruzamientos y condiciones de cargas especiales, sismos y efectos provocados por los cambios de estación, lluvias, inundaciones y deslaves, principalmente.

CÁLCULO DE ESPESORES DE LAS TUBERÍAS DEL GASODUCTO LOS CABOS.

El espesor mínimo de pared del tubo se calcula de acuerdo a la NOM-003-ASEA-2016 Distribución de Gas Natural y gas licuado de petróleo por ductos.

De acuerdo a la siguiente fórmula:

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

Donde:

t = espesor mínimo de la tubería

P = presión manométrica de diseño

D = diámetro exterior de la tubería

S = resistencia mínima a la cedencia

F = factor de diseño por densidad de población

E = factor de eficiencia de la junta longitudinal de la tubería

T = factor de corrección por temperatura del gas.

Obtenemos el valor de la resistencia mecánica mínima de la tubería de acero:

42,000 psi = 289,579.81 kPa

El factor de diseño por densidad de población F se obtiene de la tabla 1 del numeral 5.1.1.1. de la norma.

Tabla 6. Factor de diseño por densidad de población (F).

Clase de Localización	F
1	0.72
2	0.60
3	0.50
4	0.40

De la tabla anterior consideramos la clase de localización 3 por lo tanto el factor a utilizar es de 0.50

El factor de eficiencia de junta longitudinal soldada E se determina de acuerdo a la tabla 2 del numeral 5.1.1.1. de dicha norma.

Tabla 7. Factor de eficiencia de junta longitudinal soldada (E)

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

De acuerdo a lo anterior la tubería a emplear se fabricará bajo las especificaciones **API 5L** con costura, por lo tanto, el factor a utilizar **E** es de **1.00**

Para el factor de corrección por temperatura se utiliza la tabla 3 del numeral 5.1.1.1. de la norma.

Tabla 8. Factor de corrección por temperatura (T)

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

Por lo tanto, de acuerdo a la tabla anterior obtenemos el factor **T** de **1.00** ya que la temperatura a la cual se encuentra el gas que utilizaremos es menor a 121 °C.

Calculo para tubería de 10" de diámetro nominal de acero al carbón.

Una vez obtenidos los factores a utilizar procederemos a realizar el cálculo para obtener el espesor mínimo requerido:

$$t = \frac{PxD}{2x SxFxE x T}$$

$$t = \frac{(500.00 \text{ Psi})(10.750 \text{ in})}{2(42,000 \text{ Psi})(0.50)(1.00)(1.00)}$$

$$t = 0.128 \text{ in}$$

En base al cálculo anterior, se requiere que la tubería de **10"** de diámetro tenga un espesor mínimo de **0.128** pulgadas.

De acuerdo a la tabla espesores adicionales y al tipo de tubería que se va a utilizar, tomamos en cuenta las siguientes tolerancias:

Tipo de tubo	Espesor de pared; t mm (in)	Tolerancias mm (in)
Tubería sin costura	≤4.0 (0.157)	+0.6 (0.024) -0.5 (0.020)
	>4 (0.157) a < 25.0 (0.984)	+0.150t -0.125t
Tubería con costura	≤5.0 (0.197)	± 0.5 (0.020)
	>5 (0.197) a < 15.0 (0.591)	±0.1t
	≥15.0 (0.591)	±1.5 (0.060)

Para al espesor que nos dio en el cálculo anterior, se va a agregar una tolerancia de 0.020" y un espesor adicional de vida útil de 0.0015" por año. Calculando una vida útil de 40 años esto nos da 0.060".

$$t = 0.020 + 0.128 + 0.060$$

$$t = 0.208"$$

De acuerdo al cálculo anterior, se requiere que la tubería de 10" de diámetro tenga un espesor mínimo de **0.208** pulgadas, con lo anterior, se demuestra que la tubería que se empleará de acero al carbón de 10" pulgadas de diámetro con un espesor de **0.219** pulgadas fabricada bajo la especificación API 5L Grado X42 para la Distribución de Gas Natural, cumplirá satisfactoriamente.

Calculo para tubería de 4" de diámetro nominal de acero al carbón.

Una vez obtenidos los factores a utilizar procederemos a realizar el cálculo para obtener el espesor mínimo requerido:

$$t = \frac{PxD}{2x SxFxExT}$$

$$t = \frac{(500.00 \text{ Psi})(4.500 \text{ in})}{2(42,000 \text{ Psi})(0.50)(1.00)(1.00)}$$

$$t = 0.054 \text{ in}$$

En base al cálculo anterior, se requiere que la tubería de 4” de diámetro tenga un espesor mínimo de **0.054**

De acuerdo a la tabla espesores adicionales y al tipo de tubería que se va a utilizar, tomamos en cuenta las siguientes tolerancias:

Tipo de tubo	Espesor de pared; t mm (in)	Tolerancias mm (in)
Tubería sin costura	≤4.0 (0.157)	+0.6 (0.024) -0.5 (0.020)
	>4 (0.157) a < 25.0 (0.984)	+0.150t -0.125t
Tubería con costura	≤5.0 (0.197)	± 0.5 (0.020)
	>5 (0.197) a < 15.0 (0.591)	±0.1t
	≥15.0 (0.591)	±1.5 (0.060)

Para al espesor que nos dio en el cálculo anterior, se va a agregar una tolerancia de 0.020” y un espesor adicional de vida útil de 0.0015” por año. Calculando una vida útil de 40 años esto nos da 0.060”.

$$t = 0.020 + 0.054 + 0.060$$

$$t = 0.134"$$

De acuerdo al cálculo anterior, se requiere que la tubería de 4” de diámetro tenga un espesor mínimo de **0.134** pulgadas, con lo anterior, se demuestra que la tubería que se empleará de acero al carbón de 4” pulgadas de diámetro con un espesor de **0.219** pulgadas fabricada bajo la especificación API 5L Grado X-42 para la Distribución de Gas Natural, cumplirá satisfactoriamente.

Cálculo para la tubería y accesorios de Polietileno HDPE 4710.

Cuando se utilice tubería de polietileno para la conducción de gas, la máxima presión de operación de la tubería debe ser igual o menor a la presión de diseño, la cual se determina con alguna de las fórmulas siguientes las cuales se encuentran en el numeral 5.1.2 de la NOM-003-ASEA-2016 “Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos”:

$$P = 2Sh \frac{t}{D - t} (0.32)$$

o bien:

$$P = 2Sh \frac{1}{(SDR - 1)} (0.32)$$

Donde:

P = presión de diseño (lb/pulg²)

HDB ó Sh = Base de Diseño Hidrostático a 23° C = 11.032 MPa = (1600 lb/pulg²).

(Por trabajo en temperaturas de 23° C ó menor)

t = Espesor del Ducto (pulg).

D = Diámetro exterior promedio de la tubería (pulg).

SDR = Relación entre Diámetro Exterior y Espesor.

Factor de Diseño Medio ambiental = 0.32 Gas Natural Seco (Federalmente Regulado bajo CFR Titulo 49, Parte 192)

Despejando t de la formula anterior nos queda de la siguiente manera:

$$t = \frac{D}{1 + \frac{0.64Sh}{P}}$$

Cálculo para la tubería y accesorios de DN 100 mm (4" de Ø) de Polietileno HDPE 4710.

Se hace la aclaración para realizar el cálculo del espesor la presión de diseño en los cálculos de la tubería de Polietileno será **689 KPa**, con una temperatura al igual que en el acero de **18" C**. Además de que todos los accesorios están seleccionados de acuerdo al mismo espesor que la tubería requiere.

A continuación, se presentan las pantallas que justifican la presión de diseño calculada.

Seleccionamos la base de diseño hidrostática de acuerdo al tipo de material de la tubería.

Long Term Hydrostatic Strength...

Material/Specification	HDB, Psi @ 73F	HDB, Psi @ 140F	Notes	Reference
Polyethylene (PE2406)	1250	1000		Polypipe, De
Polyethylene (PE2406)	1250			Performance
Polyethylene (PE3408)	1600	800		Polypipe, De
Polyethylene (PE3408)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance
Polyethylene (PE4710)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance

Selected Value: **11.03161** MPa Adjust For Temperature

Print Copy To Clipboard

Cancel Help Apply

El espesor calculado es el siguiente:

Plastic Pipe Design Formula...

Calculation Method...
ANSI/ASME B31.8 - 2007

Pipe Data...

Outside Diameter: 4P-S11 Inches i Material Type: Thermoplastic

Wall Thickness: 0.400 Inches LT Hydrostatic Strength: 11.032 MPa

Design Pressure: 689.00 kPa

Con la tabla siguiente del fabricante seleccionamos la tubería comercial para nuestro proyecto que cumpla con el espesor mínimo requerido.

RELACION DE DIMENSIONES Y PESOS DE TUBERIA PE 4710																					
RELACION RD	RD 7.0	RD 7.3	RD 9	RD 11	RD 13.5	RD 15.5	RD 17	RD 21	RD 26	RD 32.5	RD 41										
Peso de Tubería (Kg/m)	33	22	17	14	11	10	9	7	6	4	3										
Peso (Psi)	327	315	242	199	157	142	128	100	85	57	43										
Diámetro Nominal (Pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)
1/2"	21.3	3.0	0.17	2.9	0.17	2.4	0.14	1.9	0.12	1.6	0.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3/4"	26.7	3.8	0.27	3.7	0.27	3.0	0.22	2.4	0.18	2.0	0.15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1"	33.4	4.8	0.43	4.6	0.42	3.7	0.34	3.1	0.29	2.5	0.24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1 1/4"	42.2	6.0	0.68	5.8	0.66	4.7	0.55	3.9	0.46	3.1	0.38	2.7	0.33	2.5	0.31	---	---	---	---	---	---
1 1/2"	48.3	6.9	0.90	6.6	0.86	5.4	0.73	4.4	0.61	3.6	0.50	3.1	0.44	2.8	0.40	---	---	---	---	---	---
2"	60.3	8.6	1.39	8.3	1.35	6.7	1.13	5.5	0.94	4.5	0.79	3.9	0.69	3.6	0.64	2.9	0.52	---	---	---	---
2 1/2"	73.0	10.4	2.04	10.0	1.97	8.1	1.65	6.6	1.37	5.4	1.14	4.7	1.01	4.3	0.93	3.5	0.76	2.8	0.62	---	---
3"	88.9	12.7	3.03	12.2	2.93	9.9	2.45	8.1	2.05	6.6	1.70	5.7	1.49	5.2	1.36	4.2	1.11	3.4	0.91	2.7	0.73
4"	114.3	16.3	5.01	15.7	4.85	12.7	4.04	10.4	3.39	8.5	2.82	7.4	2.46	6.7	2.26	5.4	1.84	4.4	1.52	3.5	1.22
6"	168.3	24.0	10.85	23.1	10.51	18.7	8.77	15.3	7.34	12.5	6.10	10.8	5.33	9.9	4.91	8.0	4.02	6.5	3.30	5.2	2.66
8"	219.1	31.3	18.42	30.0	17.78	24.3	14.83	19.9	12.42	16.2	10.30	14.1	9.06	12.9	8.34	10.4	6.80	8.4	5.55	6.7	4.46
10"	273.1	39.0	28.61	37.4	27.62	30.3	23.05	24.8	19.30	20.2	16.01	17.6	14.09	16.1	12.97	13.0	10.60	10.5	8.64	8.4	6.97
12"	323.8	46.3	40.26	44.4	36.88	36.0	32.47	29.4	27.12	24.0	22.55	20.9	19.84	19.1	18.24	15.4	14.88	12.5	12.19	10.0	9.83
14"	365.6	50.8	48.52	48.7	46.84	39.5	39.13	32.3	32.72	26.3	27.14	22.9	23.88	20.9	21.92	16.9	17.94	13.7	14.68	10.9	11.77
16"	406.4	58.1	63.42	55.8	61.31	45.2	51.16	37.0	42.83	30.1	35.49	26.2	31.22	23.9	28.85	19.4	23.53	15.6	19.10	12.5	15.43
18"	457.2	65.3	80.20	62.6	77.41	50.8	64.70	41.8	54.18	33.9	44.97	29.5	39.54	26.9	38.27	21.8	25.74	17.6	24.25	14.1	19.58
20"	508.0	72.6	99.06	---	---	58.4	79.82	46.2	66.86	37.6	55.43	32.8	48.84	29.9	44.80	24.2	36.69	19.5	29.85	15.6	24.07
22"	558.8	79.8	119.78	---	---	---	---	50.8	80.87	41.4	67.13	36.0	58.98	32.9	54.22	26.6	44.36	21.5	36.20	17.2	29.19
24"	609.6	87.1	142.62	---	---	---	---	55.4	96.21	45.2	79.94	39.3	70.24	35.9	64.54	29.0	52.76	23.4	42.99	18.7	34.63
26"	660.4	---	---	---	---	---	---	---	---	48.9	93.71	42.6	82.47	38.8	75.58	31.4	61.89	25.4	50.54	20.3	40.72
28"	711.2	---	---	---	---	---	---	---	---	52.7	108.75	45.9	95.70	41.8	87.89	33.9	71.95	27.4	58.71	21.9	47.31
30"	762.0	---	---	---	---	---	---	---	---	56.4	124.71	49.1	109.89	44.8	100.89	36.3	82.55	29.3	67.28	23.4	54.16
32"	812.8	---	---	---	---	---	---	---	---	60.2	141.98	52.5	125.09	47.1	113.02	38.7	93.88	31.3	76.65	25.0	61.72
34"	863.6	---	---	---	---	---	---	---	---	64.0	160.37	55.7	141.02	50.8	129.39	41.1	105.94	33.2	86.40	26.6	69.77
36"	914.4	---	---	---	---	---	---	---	---	67.7	179.83	59.0	158.16	53.8	145.09	43.5	118.72	35.2	96.98	28.1	78.05
40"	1016.0	---	---	---	---	---	---	---	---	75.3	221.98	65.5	195.10	59.8	179.19	48.4	146.75	39.1	119.70	31.3	96.59
42"	1066.8	---	---	---	---	---	---	---	---	79.0	244.55	68.8	215.17	62.8	197.59	50.8	161.74	41.0	131.80	32.8	106.28
48"	1219.2	---	---	---	---	---	---	---	---	90.3	319.45	78.7	281.28	71.7	257.83	58.1	211.40	46.9	172.30	37.5	138.67

De la tabla anterior seleccionamos el diámetro de 4" Ø de acuerdo al RD 11 que corresponde a un espesor de pared de tubería de **0.409 pulg. (10.4 mm)**. Lo cual es **mayor** al requerido de **0.400 pulg.** Por lo tanto, se demuestra que cumple con la NOM-003-ASEA-2016 **Distribución de Gas Natural y gas licuado de petróleo por ductos**.

Cálculo para la tubería y accesorios de DN 80 mm (3" de Ø) de Polietileno HDPE 4710.

Se hace la aclaración para realizar el cálculo del espesor la presión de diseño en los cálculos de la tubería de Polietileno será **689 KPa**, con una temperatura al igual que en el

acero de **18” C**. Además de que todos los accesorios están seleccionados de acuerdo al mismo espesor que la tubería requiere.

A continuación, se presentan las pantallas que justifican la presión de diseño calculada.

Seleccionamos la base de diseño hidrostática de acuerdo al tipo de material de la tubería.

Long Term Hydrostatic Strength...

Material/Specification	HDB, Psi @ 73F	HDB, Psi @ 140F	Notes	Reference
Polyethylene (PE2406)	1250	1000		Polypipe, De
Polyethylene (PE2406)	1250			Performance
Polyethylene (PE3408)	1600	800		Polypipe, De
Polyethylene (PE3408)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance
Polyethylene (PE4710)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance

Selected Value: **11.03161** MPa Adjust For Temperature

Print Copy To Clipboard

Cancel Help Apply

El espesor calculado es el siguiente:

Plastic Pipe Design Formula...

Calculation Method...
ANSI/ASME B31.8 - 2007

Pipe Data...

Outside Diameter: ? 3P-S11 Inches i Material Type: Thermoplastic

Wall Thickness: **0.311** Inches LT Hydrostatic Strength: ? 11.032 MPa

Design Pressure: 689 kPa

Calculate Clear Help Notes

Cancel Open Save Print Close

Con la tabla siguiente del fabricante seleccionamos la tubería comercial para nuestro proyecto que cumpla con el espesor mínimo requerido.

RELACIÓN DE DIMENSIONES Y PESOS DE TUBERÍA PE 4710																					
RELACIÓN RD	RD 7.0	RD 7.3	RD 9	RD 11	RD 13.5	RD 15.5	RD 17	RD 21	RD 26	RD 32.5	RD 41										
Presión de Trabajo	23	22	17	14	11	10	9	7	6	4	3										
Kg/cm ²	327	313	242	198	157	142	128	100	85	57	43										
Diámetro Exterior (Pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)
1/2"	21.3	3.0	0.17	2.9	0.17	2.4	0.14	1.9	0.12	1.6	0.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3/4"	26.7	3.8	0.27	3.7	0.27	3.0	0.22	2.4	0.18	2.0	0.15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1"	33.4	4.8	0.43	4.6	0.42	3.7	0.34	3.1	0.29	2.5	0.24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1 1/4"	42.2	6.0	0.68	5.8	0.66	4.7	0.55	3.8	0.46	3.1	0.39	2.7	0.33	2.5	0.31	---	---	---	---	---	---
1 1/2"	48.3	6.9	0.90	6.6	0.88	5.4	0.73	4.4	0.61	3.6	0.50	3.1	0.44	2.8	0.40	---	---	---	---	---	---
2"	60.3	8.6	1.39	8.3	1.35	6.7	1.13	5.5	0.94	4.5	0.79	3.9	0.65	3.6	0.64	2.9	0.52	---	---	---	---
2 1/2"	73.0	10.4	2.04	10.0	1.97	8.1	1.65	6.6	1.37	5.4	1.14	4.7	1.01	4.3	0.93	3.5	0.76	2.8	0.62	---	---
3"	88.9	12.7	3.03	12.2	2.93	9.9	2.45	8.1	2.05	6.6	1.70	5.7	1.49	5.2	1.36	4.2	1.11	3.4	0.91	2.7	0.73
4"	114.3	16.3	5.01	15.7	4.85	12.7	4.04	10.4	3.39	8.5	2.82	7.4	2.48	6.7	2.26	5.4	1.84	4.4	1.52	3.5	1.22
6"	168.3	24.0	10.85	23.1	10.51	18.7	8.77	15.3	7.34	12.5	6.10	10.8	5.33	9.9	4.91	8.0	4.02	6.5	3.30	5.2	2.86
8"	219.1	31.3	18.42	30.0	17.78	24.3	14.83	19.9	12.42	16.2	10.30	14.1	9.06	12.9	8.34	10.4	6.80	8.4	5.55	6.7	4.46
10"	273.1	39.0	28.61	37.4	27.62	30.3	23.05	24.8	19.30	20.2	16.01	17.6	14.09	16.1	12.97	13.0	10.60	10.5	8.64	8.4	6.97
12"	323.8	48.3	40.26	44.4	38.88	36.0	32.47	29.4	27.12	24.0	22.55	20.9	19.84	19.1	18.24	15.4	14.88	12.5	12.19	10.0	9.83
14"	355.6	50.8	48.52	48.7	46.84	39.5	39.13	32.3	32.72	26.3	27.14	22.9	23.88	20.9	21.32	16.9	17.94	13.7	14.68	10.9	11.77
16"	406.4	58.1	63.42	55.8	61.31	45.2	51.16	37.0	42.83	30.1	35.49	26.2	31.22	23.9	28.85	19.4	23.53	15.6	19.10	12.5	15.43
18"	457.2	65.3	80.20	62.8	77.41	50.8	64.70	41.8	54.18	33.9	44.97	29.5	39.54	26.9	38.27	21.8	26.74	17.6	24.25	14.1	19.58
20"	508.0	72.6	99.06	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22"	558.8	79.8	119.78	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24"	609.6	87.1	142.62	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
26"	660.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28"	711.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30"	762.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32"	812.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34"	863.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
36"	914.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
40"	1016.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
42"	1066.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
48"	1219.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

De la tabla anterior seleccionamos el diámetro de 3" Ø de acuerdo al RD 11 que corresponde a un espesor de pared de tubería de **0.319 pulg. (8.1 mm)** Lo cual es **mayor** al requerido de **0.311 pulg.** Por lo tanto, se demuestra que cumple con la NOM-003-ASEA-2016 **Distribución de Gas Natural y gas licuado de petróleo por ductos.**

Cálculo para la tubería y accesorios de DN 50 mm (2" de Ø) de Polietileno HDPE 4710.

Se hace la aclaración para realizar el cálculo del espesor la presión de diseño en los cálculos de la tubería de Polietileno será **689 KPa**, con una temperatura al igual que en el acero de **18" C**. Además de que todos los accesorios están seleccionados de acuerdo al mismo espesor que la tubería requiere.

A continuación, se presentan las pantallas que justifican la presión de diseño calculada.

Seleccionamos la base de diseño hidrostática de acuerdo al tipo de material de la tubería.

Long Term Hydrostatic Strength...

Material/Specification	HDB, Psi @ 73F	HDB, Psi @ 140F	Notes	Reference
Polyethylene (PE2406)	1250	1000		Polypipe, De
Polyethylene (PE2406)	1250			Performance
Polyethylene (PE3408)	1600	800		Polypipe, De
Polyethylene (PE3408)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance
Polyethylene (PE4710)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance

Selected Value: **11.03161** MPa Adjust For Temperature

Print Copy To Clipboard

Cancel Help Apply

El espesor calculado es el siguiente:

Plastic Pipe Design Formula...

Calculation Method...
ANSI/ASME B31.8 - 2007

Pipe Data...

Outside Diameter: ? 2P-S11 Inches i Material Type: Thermoplastic

Wall Thickness: **0.211** Inches LT Hydrostatic Strength: ? 11.032 MPa

Design Pressure: 689.00 kPa

Con la tabla siguiente del fabricante seleccionamos la tubería comercial para nuestro proyecto que cumpla con el espesor mínimo requerido.

RELACIÓN DE DIMENSIONES Y PESOS DE TUBERÍA PE 4710																									
RELACIÓN RD	RD 7.0	RD 7.3	RD 9	RD 11	RD 13.5	RD 15.5	RD 17	RD 21	RD 26	RD 32.5	RD 41														
Presión de Trabajo	Kg/cm ²	23	22	17	14	11	10	9	7	6	4	3													
Peso de Trabajo	Psi	327	313	242	199	157	142	128	100	83	57	43													
Diámetro Nominal (Pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)
1/2"	21.3	3.0	0.17	2.9	0.17	2.4	0.14	1.9	0.12	1.6	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/4"	26.7	3.8	0.27	3.7	0.27	3.0	0.22	2.4	0.18	2.0	0.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1"	33.4	4.8	0.43	4.6	0.42	3.7	0.34	3.1	0.29	2.5	0.24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/4"	42.2	6.0	0.68	5.8	0.66	4.7	0.55	3.8	0.46	3.1	0.39	2.7	0.33	2.5	0.31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2"	49.3	6.9	0.90	6.6	0.86	5.4	0.73	4.4	0.61	3.6	0.50	3.1	0.44	2.8	0.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2"	60.3	8.6	1.39	8.3	1.35	6.7	1.13	5.5	0.94	4.5	0.79	3.9	0.69	3.6	0.54	2.9	0.52	—	—	—	—	—	—	—	—
2 1/2"	73.0	10.4	2.04	10.0	1.97	8.1	1.65	6.5	1.37	5.4	1.14	4.7	1.01	4.3	0.93	3.5	0.76	2.8	0.62	—	—	—	—	—	—
3"	88.9	12.7	3.03	12.2	2.93	9.9	2.45	8.1	2.05	6.6	1.70	5.7	1.49	5.2	1.36	4.2	1.11	3.4	0.91	2.7	0.73	—	—	—	—
4"	114.3	16.3	5.01	15.7	4.85	12.7	4.04	10.4	3.39	8.5	2.82	7.4	2.48	6.7	2.26	5.4	1.84	4.4	1.52	3.5	1.22	2.8	0.98	—	—
6"	168.3	24.0	10.85	23.1	10.51	18.7	8.77	15.3	7.34	12.5	6.10	10.8	5.33	9.9	4.91	8.0	4.02	6.5	3.30	5.2	2.86	4.1	2.11	—	—
8"	219.1	31.3	18.42	30.0	17.78	24.3	14.83	19.9	12.42	16.2	10.30	14.1	9.06	12.9	8.34	10.4	6.80	8.4	5.55	6.7	4.46	5.3	3.55	—	—
10"	273.1	39.0	28.81	37.4	27.62	30.3	23.05	24.8	19.30	20.2	16.01	17.6	14.09	16.1	12.97	13.0	10.60	10.5	8.64	8.4	6.97	6.7	5.59	—	—
12"	323.8	46.3	40.26	44.4	38.88	36.0	32.47	29.4	27.12	24.0	22.55	20.9	19.84	19.1	18.24	15.4	14.88	12.5	12.19	10.0	9.83	7.9	7.82	—	—
14"	355.6	50.8	48.52	48.7	46.84	39.5	38.13	32.3	32.72	26.3	27.14	22.9	23.88	20.9	21.92	16.9	17.94	13.7	14.68	10.9	11.77	8.7	9.46	—	—
16"	406.4	58.1	63.42	55.8	61.31	45.2	51.16	37.0	42.83	30.1	35.49	26.2	31.22	23.9	28.65	19.4	23.53	15.6	19.10	12.5	15.43	9.9	12.30	—	—
18"	457.2	65.3	80.20	62.8	77.41	50.8	64.70	41.5	54.18	33.9	44.97	29.5	39.54	26.9	38.27	21.8	28.74	17.6	24.25	14.1	19.58	11.2	15.65	—	—
20"	508.0	72.6	99.06	—	—	56.4	79.82	46.2	86.86	37.6	55.43	32.8	48.84	29.9	44.80	24.2	36.69	19.5	29.85	15.6	24.07	12.4	19.26	—	—
22"	558.8	79.8	119.78	—	—	—	—	50.8	80.87	41.4	67.13	36.0	58.98	32.9	54.22	26.6	44.36	21.5	38.20	17.2	28.19	13.6	23.24	—	—
24"	609.6	87.1	142.62	—	—	—	—	55.4	96.21	45.2	79.94	39.3	70.24	35.9	64.54	29.0	52.76	23.4	42.99	18.7	34.83	14.9	27.77	—	—
26"	660.4	—	—	—	—	—	—	—	—	48.9	93.71	42.6	82.47	38.6	75.58	31.4	61.89	25.4	50.54	20.3	40.72	16.1	32.51	—	—
28"	711.2	—	—	—	—	—	—	—	—	52.7	108.75	45.9	95.70	41.8	87.89	33.9	71.95	27.4	58.71	21.9	47.31	17.3	37.62	—	—
30"	762.0	—	—	—	—	—	—	69.3	150.43	56.4	124.71	49.1	109.69	44.8	100.69	36.3	82.55	29.3	67.28	23.4	54.16	18.6	43.33	—	—
32"	812.8	—	—	—	—	—	—	—	—	60.2	141.98	52.5	125.09	47.1	113.02	38.7	93.88	31.3	76.65	25.0	61.72	19.8	49.20	—	—
34"	863.6	—	—	—	—	—	—	—	—	64.0	160.37	55.7	141.02	50.8	129.39	41.1	105.94	33.2	86.40	26.6	69.77	21.1	55.71	—	—
36"	914.4	—	—	—	—	—	—	83.1	216.48	67.7	179.63	59.0	158.16	53.8	145.09	43.5	118.72	35.2	96.98	28.1	78.05	22.3	62.34	—	—
40"	1016.0	—	—	—	—	—	—	—	—	75.3	221.98	65.5	195.10	59.8	179.19	48.4	146.75	39.1	119.70	31.3	96.59	24.8	77.03	—	—
42"	1066.8	—	—	—	—	—	—	—	—	79.0	244.55	68.8	215.17	62.8	197.59	50.8	161.74	41.0	131.80	32.8	106.28	26.0	84.80	—	—
48"	1219.2	—	—	—	—	—	—	—	—	90.3	315.45	78.7	281.28	71.7	257.83	58.1	211.40	46.9	172.30	37.5	138.87	29.7	110.71	—	—

De la tabla anterior seleccionamos el diámetro de 2" Ø de acuerdo al RD 11 que corresponde a un espesor de pared de tubería de **0.217 pulg. (5.5 mm)** Lo cual es **mayor** al requerido de **0.211 pulg.** Por lo tanto, se demuestra que cumple con la NOM-003-ASEA-2016 **Distribución de Gas Natural y gas licuado de petróleo por ductos.**

Cálculo para la tubería y accesorios de DN 20 mm (3/4" de Ø) de Polietileno HDPE 4710.

Se hace la aclaración para realizar el cálculo del espesor la presión de diseño en los cálculos de la tubería de Polietileno será **689 KPa**, con una temperatura al igual que en el acero de **18" C**. Además de que todos los accesorios están seleccionados de acuerdo al mismo espesor que la tubería requiere.

A continuación, se presentan las pantallas que justifican la presión de diseño calculada.

Seleccionamos la base de diseño hidrostática de acuerdo al tipo de material de la tubería.

Long Term Hydrostatic Strength...

Material/Specification	HDB, Psi @ 73F	HDB, Psi @ 140F	Notes	Reference
Polyethylene (PE2406)	1250	1000		Polypipe, De
Polyethylene (PE2406)	1250			Performance
Polyethylene (PE3408)	1600	800		Polypipe, De
Polyethylene (PE3408)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance
Polyethylene (PE4710)	1600	1000	Yellowstripe 8300	Performance

Selected Value: 11.03161 MPa Adjust For Temperature

Print Copy To Clipboard

Cancel Help Apply

El espesor calculado es el siguiente:

Plastic Pipe Design Formula...

Calculation Method...
ANSI/ASME B31.8 - 2007

Pipe Data...

Outside Diameter: 3/4P-S11 Inches i Material Type: Thermoplastic

Wall Thickness: 0.093 Inches LT Hydrostatic Strength: 11.032 MPa

Design Pressure: 689.00 kPa

Con la tabla siguiente del fabricante seleccionamos la tubería comercial para nuestro proyecto que cumpla con el espesor mínimo requerido.

RELACION DE DIMENSIONES Y PESOS DE TUBERÍA PE 4710																							
RELACION RD	RD 7.0	RD 7.3	RD 9	RD 11	RD 13.5	RD 15.5	RD 17	RD 21	RD 26	RD 32.5	RD 41												
Presión de Trabajo	23	22	17	14	11	10	8	7	6	4	3												
Kg/cm²	327	313	242	198	157	142	128	100	85	57	43												
Diámetro Exterior (Pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)	ESPESOR (mm)	PESO (Kg/m)
1/2"	21.3	3.0	0.17	2.8	0.17	2.4	0.14	1.9	0.12	1.6	0.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3/4"	26.7	3.8	0.27	3.7	0.27	3.0	0.22	2.4	0.18	2.0	0.15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1"	33.4	4.8	0.43	4.5	0.42	3.7	0.34	3.1	0.29	2.5	0.24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1 1/4"	42.2	6.0	0.68	5.8	0.66	4.7	0.55	3.8	0.46	3.1	0.39	2.7	0.33	2.5	0.31	---	---	---	---	---	---	---	---
1 1/2"	48.3	6.9	0.90	6.6	0.86	5.4	0.73	4.4	0.61	3.6	0.50	3.1	0.44	2.8	0.40	---	---	---	---	---	---	---	---
2"	60.3	8.6	1.39	8.3	1.35	6.7	1.13	5.5	0.94	4.5	0.79	3.9	0.65	3.6	0.64	2.9	0.52	---	---	---	---	---	---
2 1/2"	73.0	10.4	2.04	10.0	1.97	8.1	1.65	6.6	1.37	5.4	1.14	4.7	1.01	4.3	0.93	3.5	0.76	2.8	0.62	---	---	---	---
3"	88.9	12.7	3.03	12.2	2.93	9.9	2.45	8.1	2.05	6.6	1.70	5.7	1.49	5.2	1.36	4.2	1.11	3.4	0.91	2.7	0.73	---	---
4"	114.3	16.3	5.01	15.7	4.85	12.7	4.04	10.4	3.39	8.5	2.82	7.4	2.48	6.7	2.26	5.4	1.84	4.4	1.52	3.5	1.22	2.8	0.98
6"	168.3	24.0	10.85	23.1	10.51	18.7	8.77	15.3	7.34	12.5	6.10	10.6	5.33	9.9	4.91	8.0	4.02	6.5	3.30	5.2	2.86	4.1	2.11
8"	219.1	31.3	18.42	30.0	17.78	24.3	14.83	19.9	12.42	16.2	10.30	14.1	9.06	12.9	8.34	10.4	6.80	8.4	5.55	6.7	4.46	5.3	3.55
10"	273.1	39.0	28.61	37.4	27.62	30.3	23.05	24.8	19.30	20.2	16.01	17.6	14.09	16.1	12.97	13.0	10.60	10.5	8.64	8.4	6.97	6.7	5.59
12"	323.8	48.3	40.26	44.4	38.88	36.0	32.47	29.4	27.12	24.0	22.55	20.9	19.84	19.1	18.24	15.4	14.88	12.5	12.19	10.0	9.83	7.9	7.82
14"	355.6	50.6	48.52	46.7	46.84	39.5	39.13	32.3	32.72	28.3	27.14	22.9	23.88	20.9	21.92	16.9	17.94	13.7	14.68	10.9	11.77	8.7	9.46
16"	405.4	58.1	63.42	55.8	61.31	45.2	51.16	37.0	42.83	30.1	35.49	26.2	31.22	23.9	28.65	19.4	23.53	15.6	19.10	12.5	15.43	9.9	12.30
18"	457.2	65.3	80.20	62.8	77.41	50.8	64.70	41.8	54.18	33.9	44.97	29.5	39.54	26.9	36.27	21.8	29.74	17.6	24.25	14.1	19.58	11.2	15.85
20"	508.0	72.6	99.06	---	---	58.4	79.82	46.2	66.86	37.6	55.43	32.8	48.84	28.9	44.80	24.2	36.69	19.5	29.85	15.6	24.07	12.4	19.26
22"	558.8	79.8	119.78	---	---	---	---	50.8	80.87	41.4	67.13	36.0	58.98	32.9	54.22	26.6	44.36	21.5	36.20	17.2	29.19	13.6	23.24
24"	609.6	87.1	142.62	---	---	---	---	55.4	96.21	45.2	79.94	39.3	70.24	35.9	64.54	29.0	52.76	23.4	42.99	18.7	34.63	14.9	27.77
26"	660.4	---	---	---	---	---	---	---	---	48.9	93.71	42.6	82.47	38.8	75.58	31.4	61.89	25.4	50.54	20.3	40.72	16.1	32.51
28"	711.2	---	---	---	---	---	---	---	---	52.7	108.75	45.9	95.70	41.8	87.69	33.9	71.95	27.4	58.71	21.9	47.31	17.3	37.62
30"	762.0	---	---	---	---	---	---	69.3	150.43	56.4	124.71	49.1	109.89	44.8	100.89	36.3	82.55	28.3	67.28	23.4	54.16	18.6	43.33
32"	812.8	---	---	---	---	---	---	---	---	60.2	141.98	52.5	125.09	47.1	113.02	38.7	93.86	31.3	76.65	25.0	61.72	19.8	49.20
34"	863.6	---	---	---	---	---	---	---	---	64.0	160.37	55.7	141.02	50.8	129.39	41.1	105.94	33.2	86.40	26.6	69.77	21.1	55.71
36"	914.4	---	---	---	---	---	---	83.1	216.48	67.7	179.63	59.0	158.16	53.8	145.09	43.5	118.72	35.2	96.98	28.1	78.05	22.3	62.34
40"	1016.0	---	---	---	---	---	---	---	---	75.3	221.98	65.5	195.10	59.8	179.19	48.4	146.76	39.1	119.70	31.3	96.59	24.8	77.03
42"	1066.8	---	---	---	---	---	---	---	---	79.0	244.55	68.8	215.17	62.8	197.59	50.8	161.74	41.0	131.80	32.8	106.28	26.0	84.80
48"	1219.2	---	---	---	---	---	---	---	---	90.3	319.45	78.7	281.28	71.7	257.83	58.1	211.40	46.9	172.30	37.5	138.67	29.7	110.71

De la tabla anterior seleccionamos el diámetro de 3/4" Ø de acuerdo al RD 11 que corresponde a un espesor de pared de tubería de **0.094 pulg. (2.4 mm)** Lo cual es mayor al requerido de **0.093 pulg.** Por lo tanto, se demuestra que cumple con la NOM-003-ASEA-2016 **Distribución de Gas Natural y gas licuado de petróleo por ductos.**

Condiciones de operación

La sustancia manejada en el Sistema para Transporte será el Gas Natural, el cual se distribuirá en estado gaseoso, desde la salida de la City Gate hasta las instalaciones de los socios comerciales. A continuación, se muestran los datos de operación del gasoducto para el sistema de distribución de gas natural ZGU Los Cabos.

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA “CITY GATE LOS CABOS”

Con base en la información proporcionada por el transportista, se mencionan las presiones de trabajo del gasoducto propiedad de GNN, al cual se conectará la estación de medición y regulación:

Presión máxima de entrada = 497.82 Psi (34.32 Kg/cm²)

Presión mínima de entrada = 327.14 Psi (22.55 Kg/cm²)

Presión máxima de salida: 298.69 Psi (21.00 Kg/cm²)

Presión mínima de salida: 291.58 Psi (20.50 Kg/cm²)

Además, se manifiesta que los consumos considerados para el diseño de la estación son los siguientes:

CONSUMOS	SCMD	MMSCFD	SCMH	SCFH
Consumo mínimo inicial	42,475.270	1.500	1,769.803	62,500.000
Consumo máximo	283,168.466	10.000	11,798.686	416,666.667

Emergencias en el gasoducto y estación de regulación y medición de gas natural

Los procedimientos de emergencia son establecidos para operación segura del sistema para transporte y paro total del sistema y/o estaciones de regulación y medición de gas natural. También para la seguridad e integridad del personal tanto en el sitio de emergencia como en los alrededores y el entorno ecológico, en caso de falla del sistema o cualquier otra situación de emergencia. Estos procedimientos incluyen:

- Procedimientos de notificación.
- Para movilización de personal que tenga instrucción directa y maneje las situaciones de emergencia. Esto incluye notificación al personal adecuado de la compañía y a las autoridades locales (si procede) como policía, bomberos y hospitales.

Guías de seguridad para el personal

Se incluyen los procedimientos para asegurar el sitio de la emergencia y evaluación, procedimientos para la estación de gas y otros lugares de trabajo o de comunidades cercanas.

Procedimientos de identificación y aislamiento

Para identificar el origen del peligro, aislar la zona lo más pronto posible y minimizar los daños lo más que se pueda.

Procedimientos de restauración y reparación

Para ofrecer guía en la agilización de las reparaciones de las instalaciones, así como los servicios de orden crítico que deberán ser reparados con prioridad, y/o la restitución del entorno que requiera reparación con la mayor rapidez.

Prevención y control de la contaminación

Medidas de control y prevención de la contaminación serán establecidas para minimizar el efecto de la construcción, instalación y operación del sistema para transporte de gas natural. Temas de consideración en estos procedimientos incluirán lo siguiente:

- La fase de construcción del sistema es analizada y se establecen los posibles impactos al medio durante el tendido de tuberías, definiendo su magnitud y presencia en cada fase del programa de instalación. Derivado de lo anterior se presentan las medidas preventivas y de mitigación para reducir su magnitud y se declaran los indicadores de seguimiento para asegurar su éxito.

- Durante la operación y mantenimiento del proyecto, el posible impacto al medio ambiente es mínimo, resultando ser el más riesgoso las posibles fugas del gas con sus consecuencias de afectación por incendio o explosión. Detección de fugas.

Detección de fugas.

Procedimientos que son incluidos en el manual informan el método de detección por medio de explosímetro, donde personal calificado efectúa recorridos frecuentes sobre el derecho de vía, siguiendo la trayectoria del sistema y usando el equipo de detección, estos procedimientos tienen lo siguiente en consideración:

- ❖ Áreas de densa población deben ser inspeccionadas con mayor frecuencia.
- ❖ Caminos más frecuentados, cruzamientos y válvulas serán inspeccionadas en forma regular.
- ❖ Las ERMs serán detectadas con mayor frecuencia.
- ❖ Otras áreas urbanas y no pobladas pueden ser inspeccionadas con menor frecuencia.

Identificación de instalaciones y señalización.

Procedimientos de diseño y adecuación de simbología y señalización que permiten identificar y localizar la tubería, son implementados con la finalidad de reducir la probabilidad de siniestro o daños ocasionados por terceros a las instalaciones del sistema para transporte. Estos procedimientos consideran lo siguiente:

Diseño de letreros de identificación.

Aquí se toma en cuenta el incluir toda la información pertinente que tenga relación con números de emergencia, autoridades o áreas a quien informar, enunciados indicando la presencia de tubería de gas a presión enterrada para evitar excavaciones y alguna otra información relacionada a la seguridad, identificación, información de la presencia del tubo y localización.



Figura 4. Señalización a colocar sobre derecho de vía del gasoducto de transporte de gas natural.



Localización de letreros y anuncios

Los avisos son colocados a lo largo de la trayectoria del sistema para transporte, sobre el derecho de vía y lo más visible que sea posible, considerando las zonas estratégicas conforme a continuación se indica:

- ❖ Caminos, carreteras y cruzamientos del derecho de vía
- ❖ Corredores de servicio
- ❖ Zonas de urbanización probable
- ❖ Actividades de construcción
- ❖ Sistemas de drenaje
- ❖ Sistemas de irrigación
- ❖ Cruzamientos direccionales
- ❖ Otros de ser necesario.

Montaje de anuncios y letreros

Los postes y signos son inspeccionados periódicamente para asegurar con mantenimiento que sean siempre visibles y legibles, debiendo localizarse conforme a lo establecido en el diseño de colocación.

La operación de los gasoductos es continua y permanente, ajustándose los flujos a los requerimientos del energético de sus asociados en el área.

Pruebas de verificación.

Las verificaciones realizadas por las Unidades de Verificación, contemplan el diseño, los materiales y equipos, la construcción y pruebas, la operación, el mantenimiento y la seguridad del sistema para transporte.

La obligatoriedad de la realización de verificaciones a cumplimientos de la normatividad que aplica a los sistemas para transporte de gas natural, emana del título de permiso con que cuenta el transportista otorgado por la Comisión Reguladora de Energía. En dicho título se obliga al regulado a la inspección y verificación de sus actividades de operación y mantenimiento a través de una Unidad de Verificación acreditada y de la misma forma todas las adiciones, cambios o reposiciones de la red deben de contar con un dictamen de una Unidad de Verificación acreditada previo a la puesta en operación de cada modificación a la instalación.

La revisión sobre el diseño abarca la memoria de cálculo del proyecto, la determinación de espesores y diámetros de tubería en función de los niveles de presión de la estación y las caídas de presión a demanda máxima.

La verificación de materiales y equipos utilizados comprueba que éstos sean aprobados por las normas y se ratifica que sus especificaciones concuerden con las condiciones a que estarán sometidos durante la operación del sistema.

Durante la construcción del gasoducto, la verificación abarca la vigilancia de los requisitos estipulados en el diseño, el cumplimiento de profundidades, cruces especiales, y radiografiado de la red, principalmente, y la realización de todas las pruebas que las propias normas aplicables estipulan en esta fase.

Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., cuenta con un programa de seguridad, del cual se deriva una serie de actividades preventivas-correctivas para la eficiente operación de la red de gas natural, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla 9. Programa de Actividades de Seguridad.

Actividades de seguridad
Patrullaje de la franja de desarrollo del sistema.
Descargo de información en el sistema para promedios de medición de facturación.
Inspección, verificación y prueba de válvula registro de interconexión.
Inspección y verificación de equipos e instrumentos de las ERMs.
Inspección y verificación de equipos e instrumentos de los registros de seccionamiento.
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones del cuarto de interconexión.
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones de las ERMs.
Monitoreo de emanaciones de gas natural en el interior de los registros de seccionamiento.
Monitoreo de porcentaje de odorización en el sistema.
Monitoreo de emanaciones de gas natural sobre la franja de desarrollo del sistema.
Inspección en el incremento de la clase de localización.

Tabla 10. Actividades de mantenimiento.

Actividades de mantenimiento
Mantenimiento de instrumentación
Calibración de manómetros en las ERMs.
Mantenimiento eléctrico
Levantamiento de potenciales del sistema.
Toma de resistividad del suelo donde se aloja el gasoducto.
Medición de tierras físicas.
Mantenimiento mecánico
Mantenimiento y prueba en registros de válvulas de seccionamiento y disparos del sistema.
Mantenimiento preventivo de los filtros en las ERMs.
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas reguladoras de las ERMs.
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas de seguridad de las ERMs.
Aplicación de recubrimiento en la interconexión.
Aplicación de recubrimiento en las ERMs.
Aplicación de recubrimiento en los registros de seccionamiento.
Medición de espesores en instalaciones superficiales.
Mantenimiento al equipo de motorización.

FILOSOFÍA DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN “CITY GATE LOS CABOS”.

Objetivo.

Brindar el servicio de recepción, acondicionamiento y medición de gas natural de manera confiable y segura para cualquier condición de uso del combustible cumpliendo con la presión requerida.

Funciones Principales.

- Recepción de gas proveniente del gasoducto del transportista de una manera confiable y segura.

- Sistema de filtrado del gas, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.
- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación.
- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.

I. Elementos principales que conforman la Estación de Regulación y Medición

- 2 filtros coalescentes marca FilterFab modelo C6-740F con dos elementos filtrantes modelo 2035K907. Conexiones de entrada y salida de 6" DN ANSI 300 RF. Incluye estampado ASME. Con una caída de presión menor a 2 psid.
- 2 Medidores Tipo Turbina de 6"Ø Modelo G-400, bridado RF ANSI 300, con controlador mecánico de pulsos, cuerpo fundición dúctil, fundición de acero o acero soldado de acuerdo a la directiva 97/23/EC, con bomba de lubricación, álabes de aluminio, alineador de flujo integrado, contador de flujo mecánico en m³/h y generador de impulsos de alta y baja frecuencia.
- 2 Transmisores de Temperatura marca Rosemount modelo 3144.
- 2 válvulas de Corte Automático de 6" de Ø Pietro Fiorentini modelo SBC 782 para corte por alta y baja presión.
- 2 trenes de Regulación, instrumentado en modo Working –Monitor, utilizando reguladores de 3" de Ø en ANSI 300 marca MOONEY.
- Válvula de Seguridad bridada de 4" de Ø en ANSI 300 marca MOONEY.
- Transmisor de Presión 1/2" de Ø marca Rosemount 2088 de 0-800 Psi, para el registro de la presión a la entrada de la ERM.

II. Filosofía de operación y control de la “City Gate Los Cabos”.

El gas natural entrará al troncal de la ERM y podrá fluir por la TEE1 y por la TEE3 conectadas al troncal, llegando así, a los dos conjuntos de trenes de filtración, medición y regulación.

El conjunto de trenes que normalmente se mantendrá en operación será el conjunto de trenes No. 1, es decir, tren de filtración 1, tren de medición 1 y tren de regulación 1.

El conjunto de trenes que normalmente se mantendrá en stand by será el conjunto de trenes No. 2, es decir, tren de filtración 2, tren de medición 2 y tren de regulación 2.

La posición de las válvulas de bola manuales para corte, que aíslan el tren de regulación, así como la posición de la válvula de corte automático y la primera válvula reguladora (en el sentido del flujo) de ambos conjuntos de trenes, deberá ser normalmente abierta (NA).

La posición de la segunda válvula reguladora del conjunto de trenes que permanezca en stand by, deberá ser normalmente cerrada (NC).



III. Operación y control en el Troncal.

El gas natural entrará al troncal de la ERM y podrá fluir por la TEE1 y por la TEE3 conectadas al troncal, llegando así, a los trenes de filtración No. 1 y No. 2, pasando a través del tren de filtración que se encuentre en operación.

El troncal tendrá un manómetro de carátula para indicación de presión en campo, además de tener un manómetro testigo PIT-001 para poder monitorear la presión del gas de entrada a la City Gate y transmitir la información al sistema SCADA.

De la TEE 1 se derivará el tren de Filtración No.1, seguido del Tren de Medición No. 1 y este del Tren de Regulación No. 1. Así mismo, de la TEE 3 se derivará el tren de Filtración No.2, seguido del Tren de Medición No. 2 y este del Tren de Regulación No. 2.

IV. Operación y control del “Tren de Filtración”.

Para lograr una adecuada filtración que favorezca la operación de los equipos sensibles tales como son los medidores de turbina y los reguladores de presión, los filtros coalescedores utilizarán cartuchos desechables que retienen las partículas sólidas y líquidas de hasta 3µm con una eficiencia de 99.99%. Con el paso del tiempo y el aumento de impurezas retenidas, el cartucho se irá saturando y la caída de presión inicial comenzará a ser cada vez mayor. Para detectar el incremento de presión diferencial, se tendrá un manómetro de presión diferencial conectado a la entrada y salida del filtro 1 y un manómetro de presión diferencial conectado a la entrada y salida del filtro 2, para monitorear las condiciones de presión de entrada y salida de cada filtro. La indicación para reemplazar el cartucho será, el valor de presión diferencial igual a 2 psi registrado en los medidores de presión diferencial. Para hacer el reemplazo del cartucho, se deberá cortar el flujo de gas en el tren de filtración que se encuentre en operación, y cambiar la operación al tren de filtración que se encuentre en stand by.

Para reemplazar el filtro coalescedor del Tren de Filtración No.1 sin parar la operación, se tendrá lo siguiente: una válvula manual de bola para corte, aguas arriba del filtro 2 y una válvula manual de bola para corte, aguas abajo del filtro 2 normalmente abiertas. Deberá cerrarse la válvula manual de bola que se tendrá aguas arriba del filtro 1 y la válvula manual de bola que se tendrá aguas abajo del filtro 1. Una vez hecho esto, el gas empezará a fluir por el Tren de Filtración No. 2, continuando por el carrete de interconexión entre las TEE's 4 y 2, el tren de medición No. 1 y el tren de regulación No.1. Con esta operación solo se dejará fuera de operación el tren de filtración No. 1.

De la misma manera, para poder reemplazar el filtro coalescedor del Tren de Filtración No. 2 en caso de ser este el que esté operando, deberán cerrarse la válvula manual de bola que se tendrá aguas arriba del filtro 2 y la válvula que se tendrá aguas abajo del filtro 2. Una vez hecho esto, el gas empezará a fluir por el tren de filtración No. 1, avanzando por el conjunto de trenes que este en operación.

Una vez que se haya bloqueado el flujo de gas en el tren de filtración al que se le vaya a dar mantenimiento, se deberá purgar el gas que haya quedado ocluido en este tramo. Para llevar a cabo la purga, se deberá hacer uso de alguno de los accesorios que se conectan a la tubería de manera roscada. Normalmente estos accesorios cuentan con una válvula intermedia entre la tubería y el accesorio, de esta manera se cerraría la válvula, se desconectaría el accesorio y se abriría la válvula para purgar el gas.

V. Operación y control del “Tren de Medición”.

Después del Tren de Filtración No.1, se encontrará el Tren de Medición No. 1, que contará con un medidor de turbina, cuya función será medir el flujo volumétrico que pase a través de él. El rango de flujo volumétrico que se podrá medir con este medidor de turbina será desde 1.010 MMSCFD hasta 13.340 MMSCFD, sin embargo, el flujo requerido será de 1.5 MMSCFD hasta 10.000 MMSCFD. Para poder cambiar el medidor, ya sea por incremento de capacidad de flujo, o bien por mantenimiento, se deberá hacer uso de las válvulas de corte que bloquearán el paso de gas aislando este tren de medición. Este tren de medición, contará con una válvula manual de bola aguas arriba del medidor 1 y con una válvula manual de bola aguas abajo del medidor 1, con el objetivo de poder bloquear el paso de gas cuando sea necesario dar mantenimiento o reemplazar el medidor.

Para llevar a cabo este bloqueo deberá solicitarse permiso al transportista y este deberá ser otorgado antes de llevar a cabo el bloqueo.

La operación necesaria para dar mantenimiento al tren de medición No. 1 es la siguiente: deberán cerrarse la válvula manual de bola que se encuentra aguas arriba del medidor 1 y la válvula manual de bola que se encuentra aguas abajo del medidor 1. Con el cierre de estas válvulas el flujo de gas empezará a fluir por el carrete de interconexión entre las TEE's 2 y 4 para continuar fluyendo por el tren de medición No. 2, seguir por el carrete de interconexión entre las TEE's 6 y 7 y continuar por el tren de regulación No.1.

De la misma manera, en caso de estar operando con el Tren de Medición No. 2 y tener que dar mantenimiento al medidor No. 2, la operación deberá ser de la siguiente manera: deberán cerrarse la válvula manual de bola que se encuentra aguas arriba del medidor 2 y la válvula manual de bola que se encuentra aguas abajo del medidor 2. Con el cierre de estas válvulas el flujo de gas empezará a fluir por el carrete de interconexión entre las TEE's 4 y 2 para continuar fluyendo por el tren de medición No. 1, seguir por el carrete de interconexión entre las TEE's 5 y 6 y continuar por el tren de regulación que se encuentre en operación.

En cada tren de medición habrá 2 termopozos, uno será para mandar la indicación de temperatura al SCADA y mandar señal al computador de flujo y el otro quedará para redundancia. Además de los termopozos, cada tren de medición tendrá un inserto para colocar un indicador de presión que enviará la lectura de presión hacia el sistema SCADA y al computador de flujo.

VI. Operación y control del “Tren de Regulación”.

El tren de medición No. 1 estará seguido del tren de Regulación No. 1. Se tienen los dos trenes de Regulación, los cuales comienzan con la instalación de una válvula de bola. Posteriormente se encuentra una válvula de corte automático con actuador neumático de doble acción para corte por alta y baja presión que sirve como válvula de corte a la entrada del tren de regulación y que detecta la presión a la salida del tren. Aguas abajo de esta válvula, se encuentra el primer regulador (regulador monitor) operado con doble piloto, uno de estos pilotos es utilizado para vigilar el desempeño del segundo regulador (trabajador), para que, en caso de falla de éste, el regulador monitor tome el control total de la presión y realice la regulación a la presión de salida del sistema para entregar el gas a la presión requerida.

Cada tren de regulación tiene la capacidad de suministro del 100% de flujo. El Tren de Regulación N° 1 tendrá inicialmente una válvula de corte automático calibrada a 22.49 Kg/cm² (320 Psi) para corte o cierre por alta presión y 15.75 Kg/cm² (224.02 psi) para corte o cierre por baja presión. Después de esta válvula, se tendrá el regulador No.1 que contará con dos pilotos, el piloto trabajador calibrado 28.12 Kg/ cm² (400 Psi) y el piloto monitor calibrado a 22.14 Kg/cm² (315 Psi) (regulador monitor). Seguido del segundo regulador que contará con un piloto calibrado a 21.00 Kg/cm² (298.69 psi), de tal manera, que si en el tren de regulación, por el cual está fluyendo gas llegará a fallar el segundo regulador, el regulador No.1 tomará el control total de la presión, la regulación se realizará en una fase y el regulador que estaba como monitor, ahora será el trabajador. Si por encima de eso, fallara de la misma manera el regulador monitor (ahora trabajador) y sobrepasará la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático por alta presión y cortará el flujo de gas por el tren de regulación.

El Tren de Regulación No. 2 tendrá cerrado el regulador trabajador, debido a que estará censando una presión mayor a la que esta calibrado 20.50 Kg/cm² (291.57 psi), al momento de que el flujo se corte por alta presión en el tren de regulación número uno, empezará a decrecer la presión en el sistema hasta alcanzar la presión a la que esta calibrado el piloto No. 3 del tren de regulación 2 el cual abrirá automáticamente permitiendo el flujo de gas por este tren y así continuar con el abastecimiento de gas a los socios industriales, a continuación, se detallan las presiones a las cuales operara el tren de regulación número 2.

En el tren de regulación N° 2 la válvula de corte automático estará calibrada a 24.6 Kg/cm² (350 psi) para alta presión, por debajo de la cual estará calibrada la válvula de seguridad de la estación, y 15.75 Kg/cm² (224.02 psi) para baja presión; después el regulador No.1 cuenta con dos pilotos, el piloto No. 1 calibrado a 28.12 Kg/ cm² (400 Psi) y el No.2 calibrado a 22.14 Kg/cm² (315 Psi) primera fase monitor. Seguido del segundo regulador (regulador trabajador) cuenta con un piloto (piloto No.3) calibrado a 21 Kg/cm² (298.689 psi), de tal manera, que si en el tren de regulación 2 por el cual está fluyendo gas llegará a fallar el segundo regulador y/o trabajador, el regulador No.1 tomará el control de la presión con el piloto No. 2 del regulador monitor; la regulación se realizará en una fase con el regulador 1 bajando la presión a 22.14 Kg/cm² (315 psi) que es la presión a la que está calibrado el monitor, y el piloto que estaba como monitor ahora será el trabajador. Si por encima de eso de la misma manera fallara el regulador monitor (ahora trabajador) del tren de regulación No.2 y sobrepasara la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de seguridad que será de 23.90 kg/cm² (340.00 psi), si no fuese suficiente y la presión siguiera incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático del tren de regulación núm. 2, esta última cortará el flujo de gas a la red general para asegurar que no se tendrá una sobre presión en todo el sistema.

Después de los trenes de regulación se encontrará la TEE 9 donde se ubicará la derivación hacia la válvula de seguridad antes mencionada, donde el gas será desfogado a la atmosfera, considerando una ubicación confiable de 3.00 m de altura, teniendo una condición segura y libre de riesgos.

Por último, aguas abajo del extremo recto lateral de la TEE 10, con dirección hacia la salida de la estación se tienen 4 threadolets, el primero de ellos será para la señal del tanque de odorizante, el segundo será una toma para un manómetro testigo, el tercero para la toma

de señal para la instalación de un transmisor de presión que monitoreará la presión de salida de la estación, el cuarto será para inyección de odorizante al gas natural para que sea transportado por el gasoducto ya odorizado.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosa
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (Ton/día)	Máxima de transporte (Ton/día)	Máxima de almacenamiento (Ton)		
Gas natural	8006-14-2				X	X	4.80	100%	N/A	N/A	N/A	Ducto	500 kg

4.3 Descripción del entorno

Características del sitio.

Una parte fundamental de algún determinado sitio, son sus características bióticas y abióticas, debido a que están son las que a lo largo del tiempo le han dado las condiciones para que en dicha área existan características que la hacen única, o pertenecer a un grupo, tales características pueden ser el tipo de clima, geología, relieve, provincias fisiográficas, tipo de suelo, etc.

A continuación, se describen los factores antes mencionados.

Tipos de Clima

El clima se define por la influencia atmosférica sobre un conjunto de condiciones meteorológicas (temperatura, humedad, presión, vientos, precipitaciones, etc.), que caracterizan una determinada región del planeta durante un largo periodo de tiempo, cuyo estado incide en la vida y en las actividades locales. Las variaciones climáticas se explican por la presencia de diversos factores tales como: la distancia con respecto al Ecuador, la cercanía al mar, la latitud, las lluvias, etc. Todos estos factores interaccionan entre sí y determinan el tipo de clima específico de una región geográfica.

De acuerdo con datos vectoriales de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se obtuvo que en el área del proyecto interviene un tipo de clima, el cual se escribe a continuación y se ilustra en el siguiente mapa.

Clima: De acuerdo con la clasificación de Wladimir K Köppen y modificado por Enriqueta García (1988), en el Sistema Ambiental Regional se encuentran los siguientes tipos de clima: Bw(h') hw(x') muy seco cálido; BS0hw(w) Seco semicálido; BW (h') w Muy seco muy cálido y BS0 (h') hw Seco cálido.

Clave	Descripción
BW(h') hw(x')	Clima muy seco cálido, con temperatura media anual >22°C y del mes más frío >18°C, con lluvias de verano >10.2, cuando el mes de máxima precipitación cae dentro del periodo de mayo – octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces más que el mes más seco del año.
BS0hw(w)	Clima seco semicálido, con temperatura media anual >22°C y del mes más frío <18°C. El régimen de lluvia es de verano y con un invierno fresco.

BW (h') w	Clima muy seco muy cálido con temperaturas medias anuales de 18° a 22°C y del mes más frío <18°C. El régimen de lluvias es de verano.
BS0 (h') hw	Clima seco cálido con temperatura media anual >22°C y del mes más frío <18°C. Régimen de lluvias de verano.

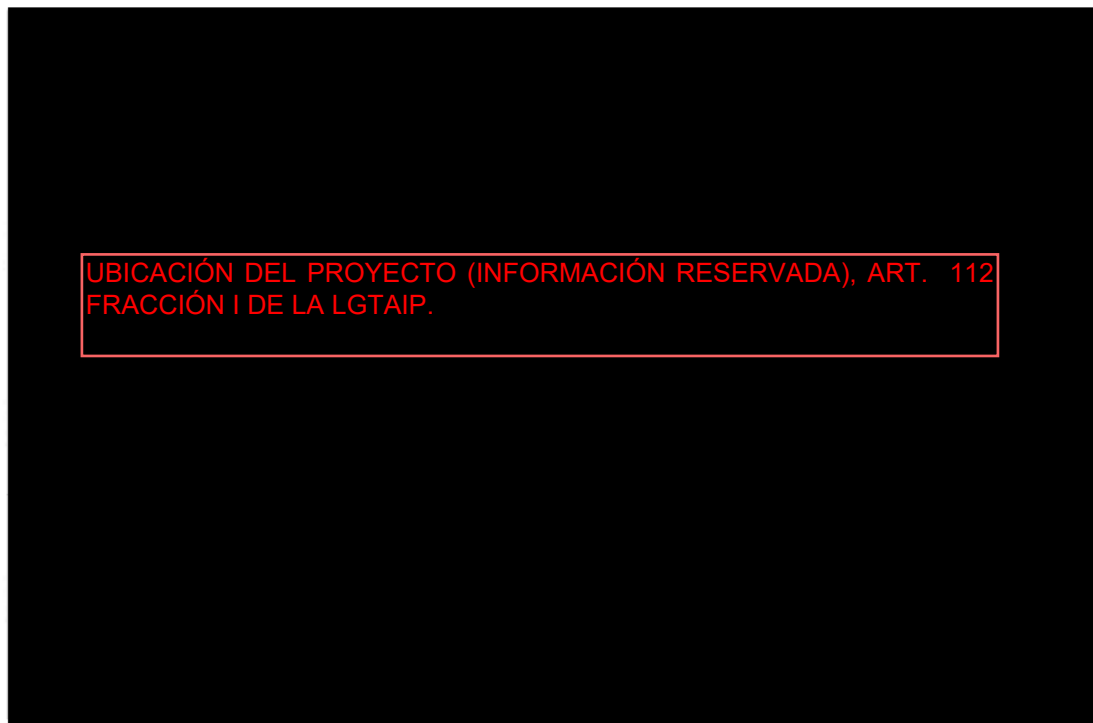


Figura 5. Tipo de clima en el área del proyecto.

Temperatura y precipitación

Para el cálculo de temperatura y precipitación medias del SA donde se ubica el Proyecto se utilizó el método de los polígonos de Thiessen; (el método se basar en ponderar el valor de la variable climática en cada estación en función de un área de influencia, en este caso, de la estación meteorológica). El procedimiento asume que, en el área de influencia del SA, definida, ocurre el mismo valor de lluvia de aquel observado en la estación meteorológica más cercana.

Después de analizar los datos de las estaciones climatológicas y los polígonos establecidos mediante el presente método, resultó que, en el SA, solo influyen 5 estaciones, sin embargo, sólo 3 cuentan con información disponible, por lo tanto, fueron las que se emplearon.

No. de estación	Nombre	Estado
3005	Cabo San Lucas	Baja California Sur
3135	La Candelaria	Baja California Sur
3056	San José del Cabo	Baja California Sur

Temperatura Media Normal Promedio 1991-2020														
No. de estación	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
3005	Cabo San Lucas	19.7	20	21.2	22.7	24.3	25.5	28.4	29.3	28.5	27.3	23.9	20.7	24.3
3135	La Candelaria	19.5	19.5	20.6	21.7	22.6	24.2	27.5	28.3	27.5	26.1	23.3	20.2	23.4
3056	San José Del Cabo	19.6	20.1	21.2	22.5	24.8	27.1	29.2	29.3	28.6	26.9	24	20.7	24.5
	Promedio	19.6	19.9	21	22.3	23.9	25.6	28.4	29	28.2	26.8	23.7	20.5	24.1

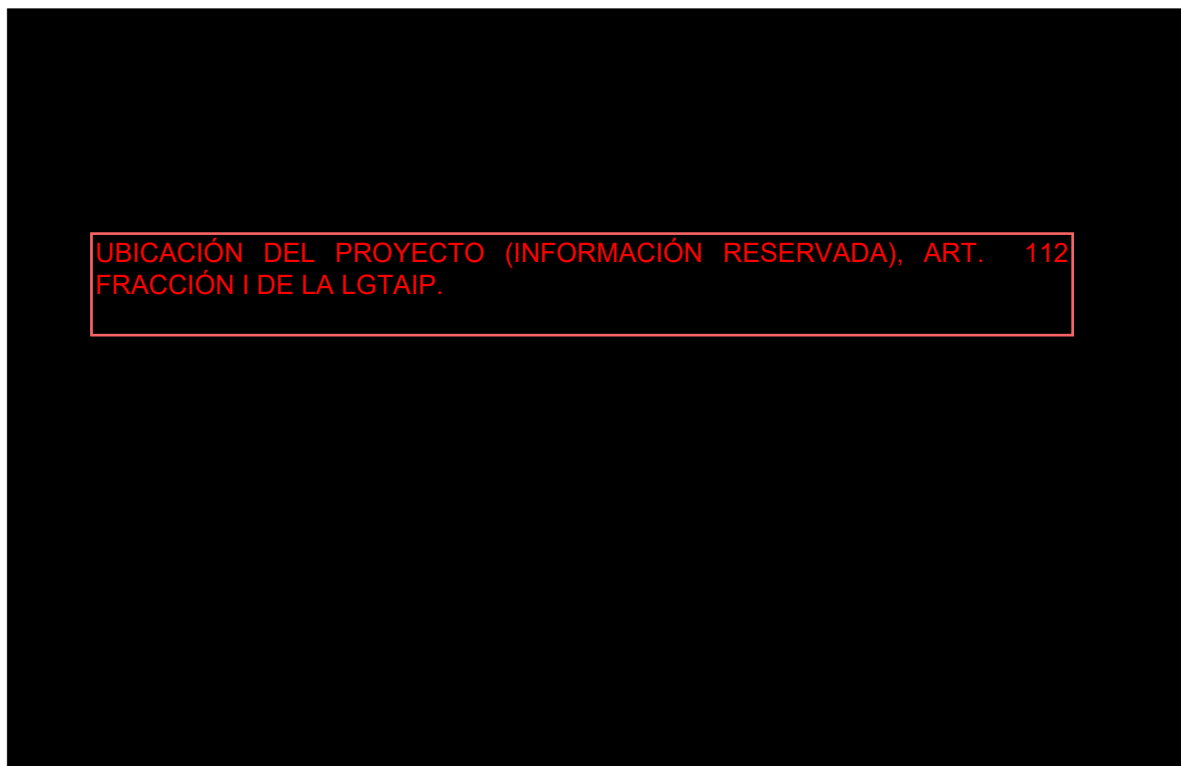


Figura 6. Rangos de temperatura.

Los meses más calurosos van desde julio hasta octubre, siendo agosto el mes con la temperatura más elevada, 29°C.

Con base en el mapa anterior, se observa que el SA se encuentra en un rango de 22 a 24°C y una parte presenta un rango de 20 a 22°C, lo cual concuerda con los datos de las normales climatológicas de la estación meteorológica.

Temperatura máxima y mínima

Los rangos respecto a la temperatura mínima dentro del SAR son de 4 a 5°C, 5 a 6°C, 6 a 8°C y de 8 a 10°C.

Mientras que los rangos respecto a la temperatura máxima dentro del SAR son de 36 a 38°C y de 38 a 40°C.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 7. Rango de temperatura mínima.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 8. Rango de temperatura máxima.

La precipitación media anual acumulada promedio es de 316.63 mm, siendo agosto y septiembre los meses más lluviosos.

Precipitación Normal Promedio 1991-2020														
No. de estación	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL.
3005	Cabo San Lucas	6	4.7	1.4	0	0.1	0.4	7.8	85.1	110	25.3	16.9	7.3	265
3135	La Candelaria	6.6	5.7	1.6	0.2	0.4	6.8	20.6	93.1	154.3	20	12.8	7.3	329.4
3056	San José Del Cabo	4.7	5.5	1	0.1	0.1	1.7	12.9	85.2	167.8	27.1	42.4	7	355.5
	Promedio	5.7	5.3	1.3	0.1	0.2	2.9	13.7	87.8	144	24.1	24	7.2	316.6

El mes más seco es abril, mientras que la temporada de lluvia abarca desde agosto hasta octubre.

De la misma forma, dentro del SA el rango de precipitación es de 100 a 200 mm, 200 a 300 mm, 300 a 400 mm y de 400 a 500 mm, con base en los datos del Portal de Geo información de la CONABIO.

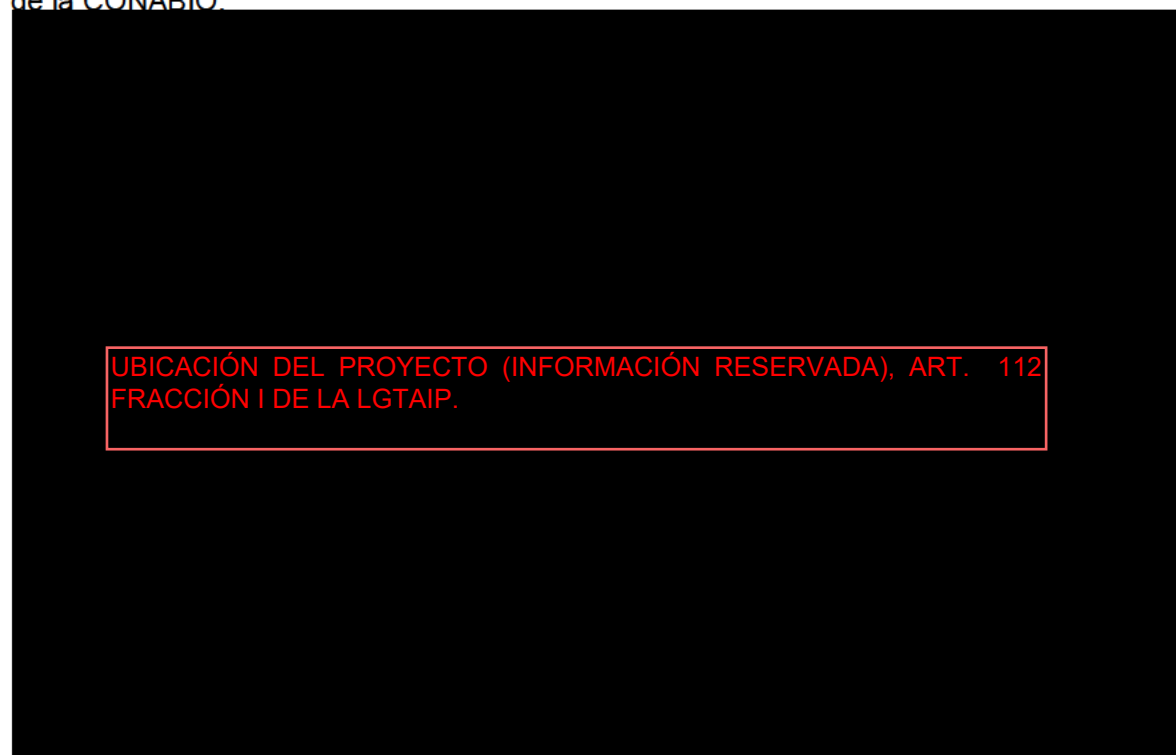


Figura 9. Rangos de precipitación.

Finalmente, se muestra el climograma de Walter – Lieth, en donde se relaciona la temperatura y la precipitación medias.

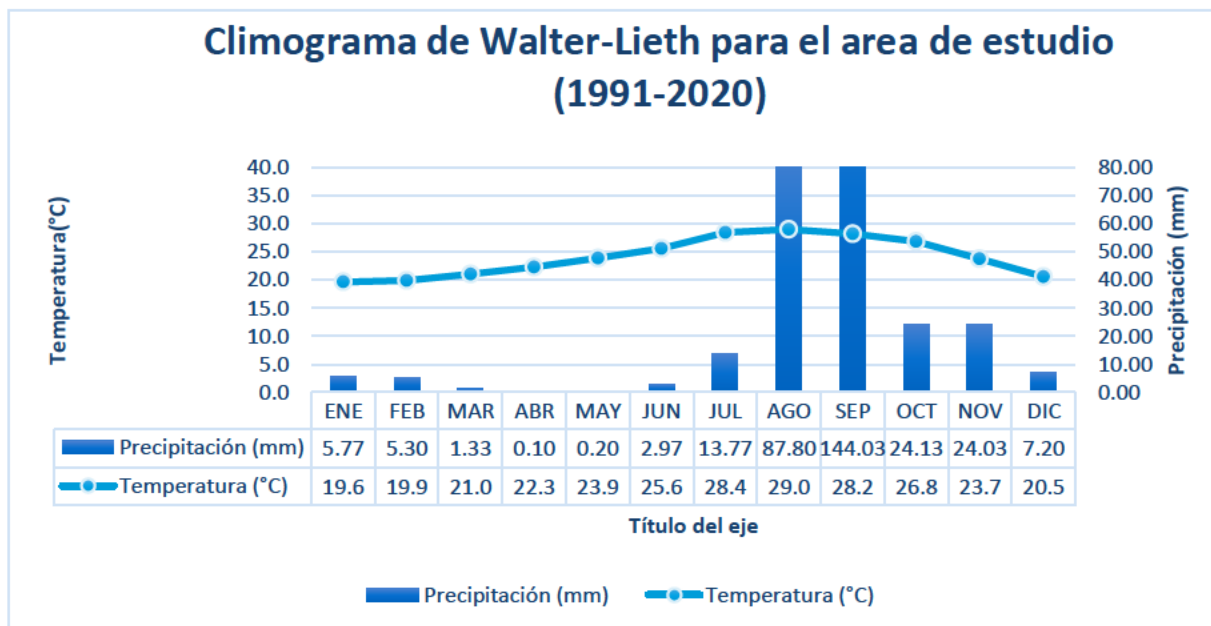


Figura 10. Climograma.

Dirección y velocidad del viento

De acuerdo con la página de Weather spark (<https://weatherspark.com/>) la velocidad promedio del viento por hora en Cabo San Lucas experimenta una leve variación estacional a lo largo del año. La parte más ventosa del año dura 3.5 meses, del 2 de marzo al 17 de junio, con velocidades medias de más de 9.1 millas por hora, siendo el mayo el mes más ventoso con una velocidad media de 10.2 millas por hora.

La época más tranquila del año dura 8.5 meses. Del 17 de junio al 2 de marzo, siendo agosto el mes más tranquilo con una velocidad media de 8.0 millas por hora.

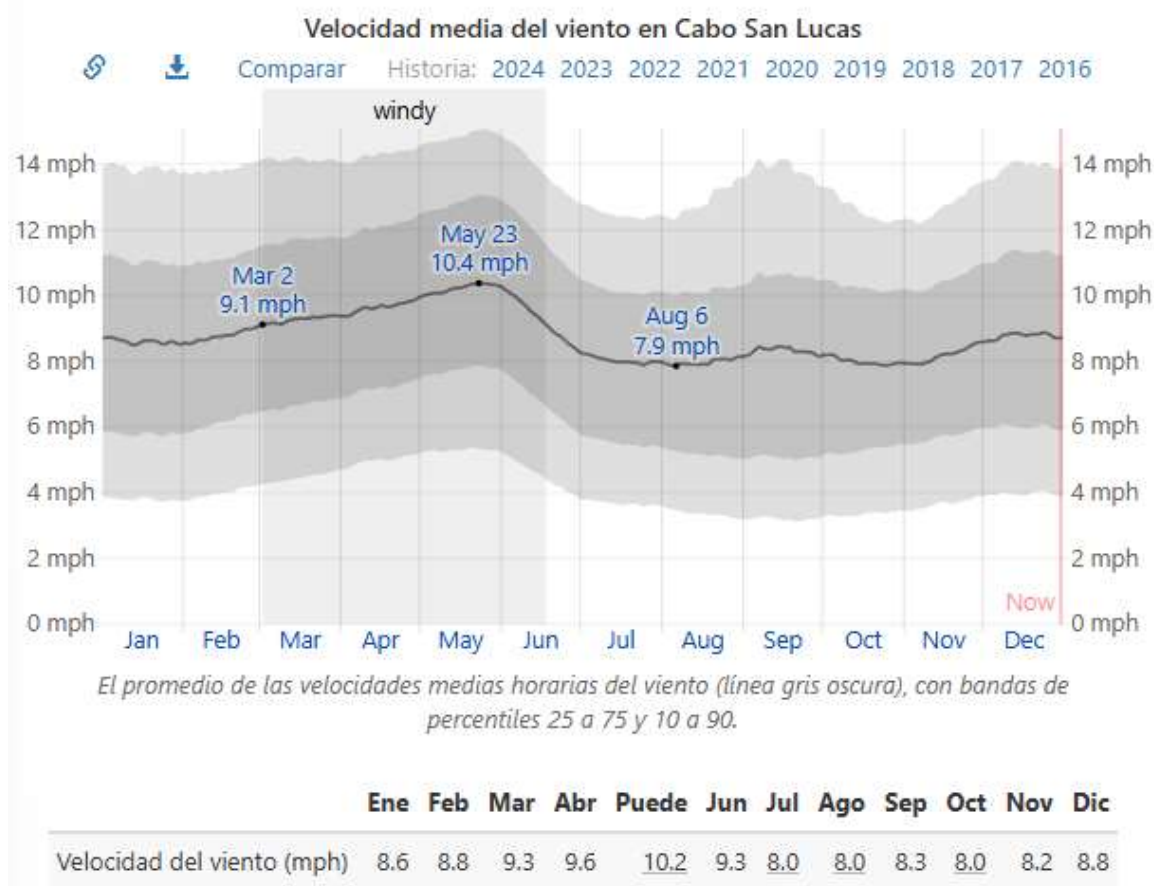


Figura 11. Velocidad promedio del viento en Cabo San Lucas.

Por otra parte, el viento sopla con más frecuencia del oeste (7.2 meses), del 12 de marzo al 17 de octubre, con un porcentaje máximo del 76% el 01 de junio. Asimismo, durante 4.8 meses el viento sopla del norte, del 17 de octubre al 12 de marzo, con un porcentaje máximo del 70% el 01 de enero.

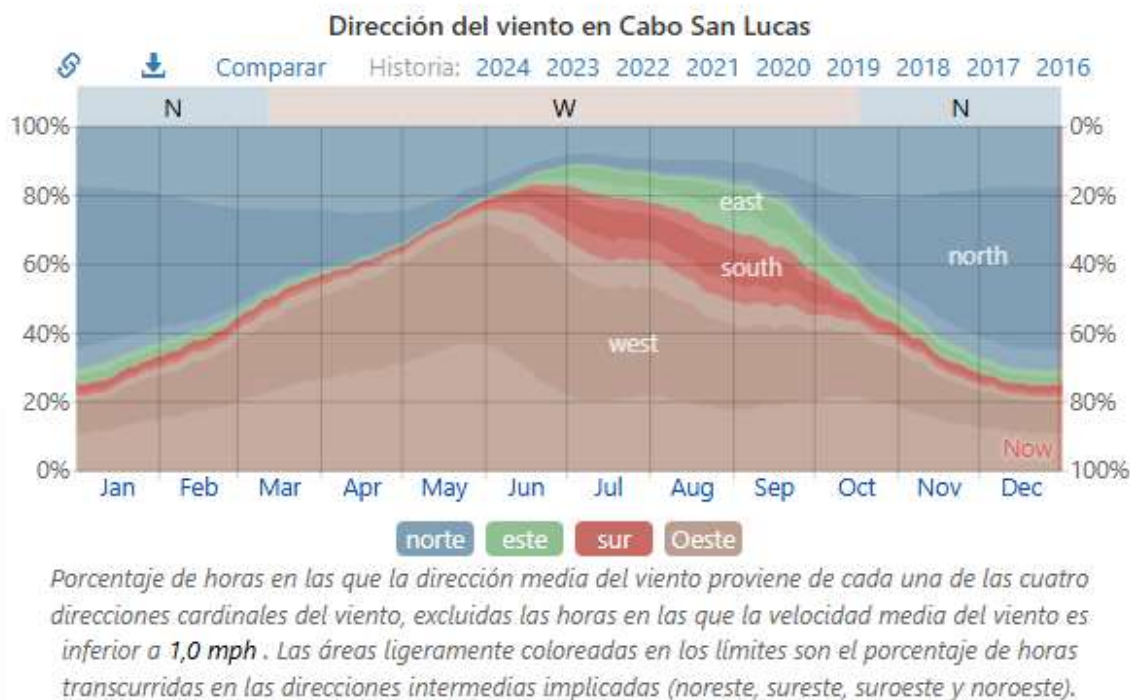


Figura 12. Dirección del viento en Cabo San Lucas.

Fenómenos climatológicos (norte, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).

Se considera fenómeno meteorológico a cualquier suceso o circunstancia observable que se produce de forma natural en la atmósfera terrestre, concretamente en la troposfera, la capa de la atmósfera más cercana a la superficie de la Tierra.

Estos fenómenos atmosféricos se deben a diversos factores que inciden en la troposfera. Entre ellos, destaca la propia circulación del aire, que se mueve constantemente en forma de corrientes y masas de aire a distintas temperaturas.

También existen otros, como la radiación solar, la presión atmosférica, los factores geográficos (latitud), las corrientes marinas, el relieve o la vegetación de una determinada zona. Todos estos factores interactúan y producen cambios que se traducen en los distintos fenómenos meteorológicos.

Nubosidad, viento, nieve, tormentas, olas de calor, son fenómenos meteorológicos que, en un momento determinado, pueden desarrollarse en cualquier lugar del planeta. Algunos, como la lluvia, son imprescindibles para nuestra propia supervivencia, y otros, como un espectacular arcoíris, nos regalan bellos efectos ópticos. También los hay que demuestran el poder devastador de la naturaleza causando graves catástrofes naturales.

a) Tornados, remolinos de polvo o de arena, tormentas de polvo

Los remolinos de polvo o de arena se les conoce en inglés como dust devil (literalmente demonio de polvo) se parece a un tornado dado que es una columna de aire vertical en

rotación. No obstante, se forman bajo cielos despejados y rara vez alcanzan la fuerza de los tornados más débiles. Se desarrollan cuando una fuerte corriente ascendente convectiva se forma cerca del suelo durante un día caluroso. Si hay suficiente cizalladura del viento en los niveles inferiores, la columna de aire caliente que está en ascenso puede desarrollar un pequeño movimiento ciclónico que puede distinguirse cerca del suelo. A estos fenómenos no se les considera tornados porque se forman cuando hay buen clima y no se asocian con nube alguna.

De acuerdo con el Atlas de Riesgo de CENAPRED, el riesgo por estos fenómenos es MUY ALTO.

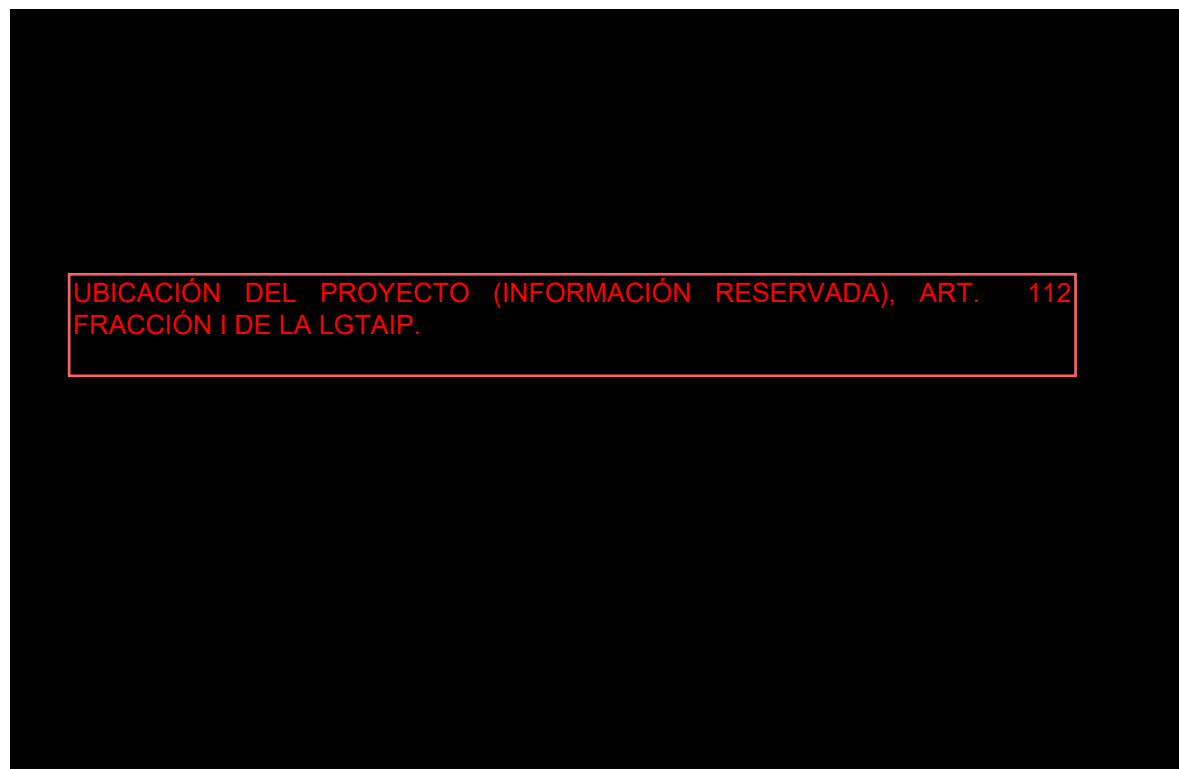


Figura 13. Grado de riesgo por bajas temperaturas.

b) Heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva, se suele acompañar de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos de temperatura. Estas se pueden agrupar por su origen climatológico, época de ocurrencia o aspecto visual (CENAPRED, 2019).

De acuerdo con el portal de Geoinformación de la CONABIO y a CENAPRED, el riesgo por heladas es **MUY BAJO** en el SA.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 14. Grado de riesgo por Heladas.

c) Peligro por tormentas de granizo

El granizo se forma dentro de nubes de tormenta (cummulonimbus), donde las gotas de agua son impulsadas hacia zonas frías de la atmósfera y se congelan, las cuales a su vez congelan otras gotas, lo que provoca aglutinación y en el momento que se vuelven pesadas y las corrientes no las soportan caen en forma de pedriscos. El tamaño varía dependiendo de la cantidad de gotas de agua que puedan retener (CENAPRED, 2019).

De acuerdo con el portal de Geoinformación de la CONABIO y a CENAPRED, el riesgo por heladas es **MUY BAJO** en el SA.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 15. Grado de riesgo por Granizo.

d) Ciclones

Un ciclón tropical es un remolino gigantesco que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrado y tiene lugar, primordialmente sobre los espacios oceánicos tropicales. La formación de los ciclones en los océanos se ve favorecida cuando la temperatura de la capa superficial de agua supera los 26°C, aunado a la existencia de una zona de baja presión atmosférica, hacia la cual convergen vientos de todas direcciones, el calor latente generado por la condensación del vapor de agua es la fuente de energía del ciclón (SEMARNAT, 2018).

El área del proyecto y el sistema ambiental se ubican en una zona en la que está rodeada por el Golfo de California y el Océano Pacífico, por lo que de acuerdo con los datos del portal de Geoinformación de la CONABIO y CENAPRED el riesgo por ciclones es **MUY ALTO**.

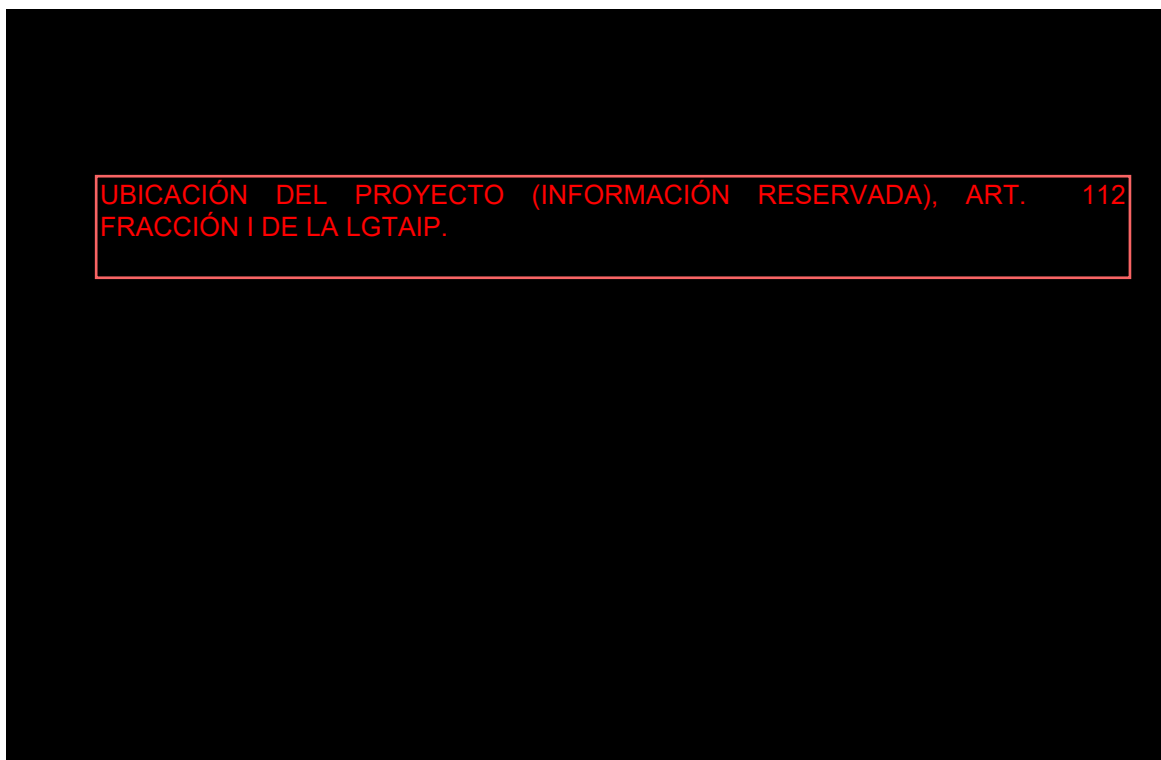


Figura 16. Grado de riesgo por Ciclones tropicales.

e) Nevadas

De acuerdo con la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (c. 2020) la nieve es una precipitación en forma de estrellas hexagonales de hielo cristalizado que en conjunto forman copos. El origen de la nieve está en aquellas nubes en las que existen cristales de hielo sobre los que el vapor de agua se deposita en estado sólido, lo que les hace crecer su tamaño. Según su intensidad, las nevadas se clasifican en débiles (espesor 0.5 cm/hora), moderadas (espesor 4 cm/hora) y fuertes (espesor >4 cm/hora).

De acuerdo con el portal de Geoinformación de la CONABIO y a CENAPRED, el riesgo por nevadas es **MUY BAJO** dentro del SA.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 17. Grado de riesgo por nevadas

f) Presencia de fallas y fracturas.

Una falla es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o material poco consolidado en donde existe un movimiento relativo entre los bloques; las fallas rompen una masa de roca y se desplazan diferencialmente. Dependiendo de su movimiento, las fallas son pasivas o activas; las primeras prácticamente no constituyen un riesgo debido a que ya no presentan desplazamiento. Las fallas activas pueden tener desde un movimiento imperceptible en términos históricos, es decir, de varios siglos, hasta otros que suceden súbitamente y que pueden romper aceras, tuberías, viviendas, surcos de cultivo, etc., o bien desencadenar sismos, deslaves o derrumbes en las áreas inmediatas a la falla.

Por su parte, una fractura es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o de material poco consolidado que se observa en la superficie como una línea con una abertura con un ancho de milímetros o varios decímetros., esto implica una debilidad de la roca o material no consolidado que favorece, al igual que las fallas, los agrietamientos en el terreno, mismos que regularmente están asociados a los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloques, hundimientos o subsidencia, entre otros peligros.

A cada una de estas estructuras se le asignó su grado de intensidad de peligro en función de distancia de influencia sugerida en la Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales, así, se establecieron los siguientes grados de peligro.

Fallas:

- Peligro MUY ALTO: 100 m., en ambas direcciones a partir de la línea de falla.
- Peligro ALTO: 500 m., en ambas direcciones a partir de la línea de falla.

- Peligro MEDIO: 1,000 m., en ambas direcciones a partir de la línea de falla

Fracturas:

- Peligro ALTO: 100 m., en ambas direcciones a partir de la línea de fractura.
- Peligro MEDIO: 500 m., en ambas direcciones a partir de la línea de fractura.
- Peligro BAJO: 1000 m., en ambas direcciones a partir de la línea de fractura.

De acuerdo con la cartografía, en el territorio del SAR existen 2 fallas que lo atraviesan y una que está en las orillas del SAR, pero no se tienen fracturas o ejes estructurales cercanos.

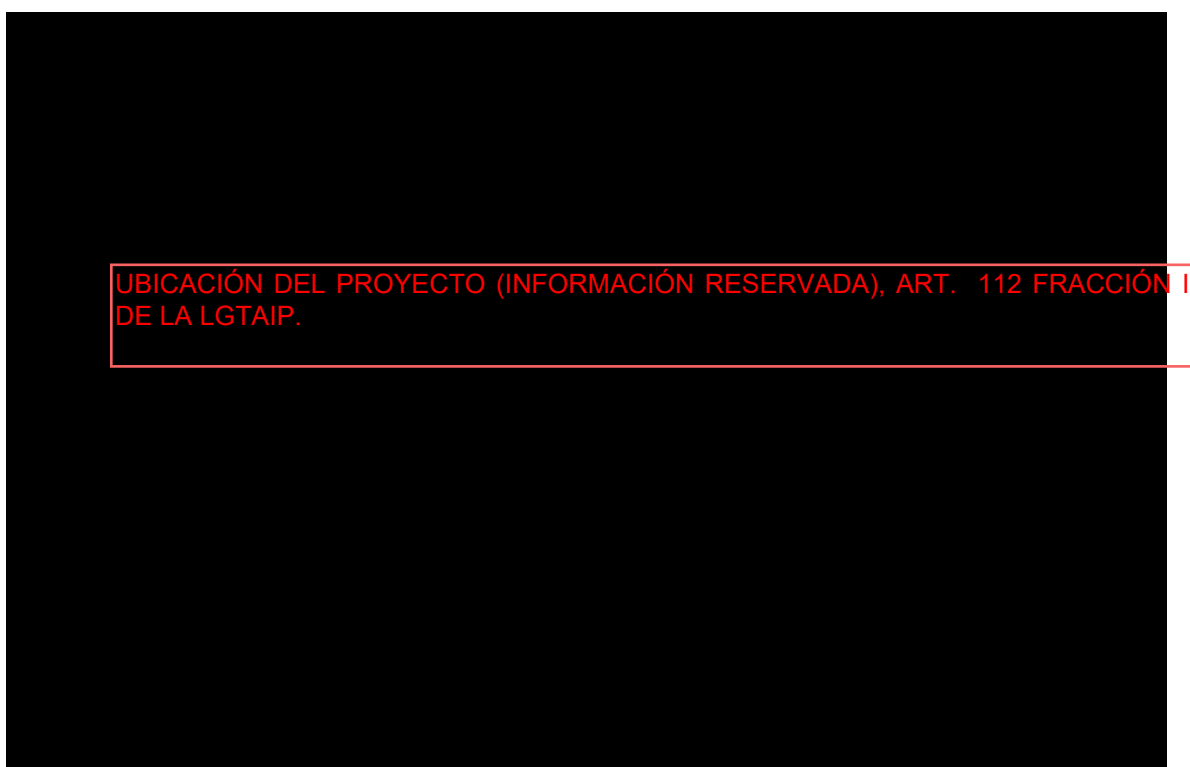


Figura 18. Fallas y fracturas cercanas al área del proyecto

g) Sismicidad.

Los sismos son de corta duración e intensidad variable, producidos a consecuencia de la liberación repentina de energía. Aunque la interacción entre placas tectónicas es la principal causa, también puede deberse por cualquier proceso que logre grandes concentraciones de energía en las rocas. Las causas más generales se pueden enlistar por su orden de importancia: Tectónica, volcánica, hundimiento, deslizamientos o explosiones atómicas (SGM, 2017).

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

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

De acuerdo con la regionalización sísmica del Sistema Geológico Mexicano (SGM) la zona del proyecto, sus áreas de influencia y el sistema ambiental se ubican en la “zona B” y una parte en la zona “D” lo que significa un grado de riesgo **MEDIO y ALTO**.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 19. Grado de riesgo por sismos.

h) Susceptibilidad de la zona a hundimientos, deslizamientos.

Para este criterio, se tiene que el área del proyecto se ubica dentro de una zona que es catalogada como susceptible ante hundimientos y deslizamientos.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 20. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos en el proyecto.

i) Vulcanismo.

Un volcán es un resultado visible de años de procesos geológicos en la Tierra, por el cual aflora material rocoso fundido, conocido como magma, y gases del interior terrestre de una manera más o menos violenta. El proceso de salida de magma al exterior, erupción volcánica, pueden tener procesos muy distintos, esto dependerá de las características del magma y del propio proceso de salida.

Se distinguen 7 peligros volcánicos principales: coladas de lava, caída de cenizas, flujos piroclásticos, emanaciones de gases, deslizamientos de ladera y tsunamis (IGN, c. 2024). Con base en el Portal de Geoinformación de la CONABIO y CENAPRED, la distancia en línea recta del volcán más cercano al sistema ambiental es de 392 km, llamado Comondu – La Purísima.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 21. Volcanes cercanos al área

j) Inundaciones

Una inundación se produce cuando el agua inunda un terreno que normalmente está seco. Esto se tiene diferentes causas, como una lluvia excesiva, la rotura de una presa o un dique, rápido deshielo, lo que provoca el desbordamiento de un río. Las inundaciones costeras se producen cuando una gran tormenta o un tsunami hacen que el mar se adentre en el territorio (Nuñez, 2022).

Con base en lo anterior y de acuerdo con los datos del Portal de Geoinformación de la CONABIO y CENAPRED el riesgo por inundaciones es **ALTO**.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 22. Peligro por inundaciones en el área del proyecto.

Edafología

De acuerdo con la información generada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se obtiene la información Edafológica Escala 1: 250 000. Para la Clasificación de los suelos se utilizó el sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo publicado en 1999 por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo, Centro Internacional de referencia e Información en Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/UNESCO).

Las diferentes condiciones climáticas y geomorfológicas de un lugar a lo largo del tiempo condicionan la formación de numerosas clases de suelos, los cuales pueden presentar diferentes tipos de aptitud, función y vulnerabilidad.

A continuación, se muestra el mapa de los tipos de suelo presentan en el SA, asimismo se ofrece una breve descripción.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 23. Edafología dentro del Sistema Ambiental.

El tipo de suelo que se presenta dentro sistema ambiental es regosol eutrico y litosol, con una textura gruesa. El tipo de suelo regosol se refiere a una capa de material suelto que cubre la roca, se ubica en diversos tipos de clima, vegetación y relieve; tiene poco desarrollo, por lo que no presentan capas diferenciadas, además de ser pobres en materia orgánica, pareciéndose a la roca del cual se origina. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

La subunidad de suelo, eutrico, se refiere a suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos, los cuales son ricos en nitrógeno, pero pobres en otros nutrientes importantes para las plantas, como el calcio, magnesio y potasio.

El tipo de suelo litosol se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variables dependiendo de otros factores ambientales. Se encuentra en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, su uso principal depende de la cobertura. Todo esto con base en la Guía para la Interpretación de cartografía referente a la edafología, perteneciente al INEGI, 2004.

Geología.

Con base en el mapa que a continuación se muestra, se tiene que el tipo de roca presente en el sistema ambiental es ígnea intrusiva, sedimentaria y N/A, misma que se presenta tanto en el AID y el AII.

Entidad	Era geológica	Clase	Tipo de roca	Sistema	Clave geológica	Superficie de incidencia en el SA
Unidad cronoestratigráfica	Cenozoico	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Terciario	T(Igia)	72%
	Mesozoico			Cretácico	K(Igia)	
Unidad cronoestratigráfica	Cenozoico	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Q(cg)	25%
			Arenisca - conglomerado		Q (ar-cg)	
Cuerpo de agua perenne	N/A	N/A	N/A	N/A	H2O	3%
Suelo	Cenozoico			Cuaternario	Q(S)	
TOTAL						100%

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 24. Tipos de Roca.

Las clases de roca presente en el Sistema Ambiental Regional son las siguientes:

- A. **Sedimentaria:** tipo de roca que se forma a causa de los agentes externos de erosión, como el agua, viento, hielo y cambios de temperatura, por efecto de meteorización (desintegración y descomposición de las rocas). Conforme se acumulan los sedimentos, los materiales del fondo se compactan formando este tipo de roca.

Las areniscas son rocas constituidas por minerales, fragmentos del tamaño de la arena 1/16 mm a 2 mm.

Se pueden clasificar por el porcentaje de matriz:



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

- Arenitas (0-15%)
- Wacas (15-75%)

Por el contenido de minerales:

- Arcosas
- Ortocuarzitas
- Litarenitas
- Grawvaca

Los conglomerados son rocas de grano grueso mayores a 2 mm a más de 250 mm, de forma esféricas a poco esféricas y de grado de redondez anguloso o bien redondeados. Se pueden diferenciar por la presencia de arcilla en:

- Ortoconglomerados (matriz <15%)
- Paraconglomerados (matriz >15%)
- B. Ígnea intrusiva: Las rocas ígneas intrusivas, también llamadas plutónicas, son rocas que se forman en el interior de la corteza terrestre, cuando el magma se enfría lentamente:
 - Se caracterizan por tener cristales grandes que pueden verse a simple vista.
 - Son resistentes a la erosión y a la contaminación.
 - Se utilizan en la construcción, estatuas, decoraciones, joyería, etc.
 - Un ejemplo de roca ígnea intrusiva es el granito, que está compuesto por minerales como cuarzo, feldespato y mica.

Las rocas ígneas intrusivas se diferencian de las rocas ígneas extrusivas o volcánicas, que se forman cuando el magma se enfría en la superficie:

- Las rocas ígneas extrusivas tienen cristales pequeños.
- Un ejemplo de roca ígnea extrusiva es el basalto.

Las rocas ígneas pueden clasificarse según su contenido de sílice, su tamaño de cristales, su composición química, etc.

Las rocas ígneas (del latín ignis, fuego) también nombradas magmáticas, son todas aquellas que se han formado por solidificación de un material rocoso, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes.

Las rocas ígneas intrusivas ácidas son las que contienen cuarzo en cantidades de aproximadamente el 10% o más, y pueden ser intrusivas o plutónicas:
Rocas ígneas intrusivas o plutónicas.

Se forman cuando el magma se enfría lentamente en el interior de la corteza terrestre. El enfriamiento lento permite que los minerales se desarrollen y formen cristales grandes que se pueden ver a simple vista. El granito es un ejemplo de roca ígnea plutónica.

Las rocas ígneas se clasifican de acuerdo con su ambiente de formación:

- Plutónicas o intrusivas: Se forman en el interior de la corteza.
- Volcánicas o extrusivas: Se forman en la superficie.
- Hipo abisales o filonianas: Se forman a profundidades moderadas.

Hidrología superficial

El SA se ubica dentro de Región Hidrológica 3 Baja California Suroeste (RH03) y Región Hidrológica 6 Baja California Suroeste (RH06), en la cuenca hidrológica Arroyo Caracol – Arroyo Candelaria (RHA03A) y cuenca La Paz – Cabo San Lucas, así también, dentro de las subcuencas A. Candelaria (RH03Aa) y Cabo San Lucas (RH06Aa) ambas de tipo exorreica (SIATL, c. 2024).

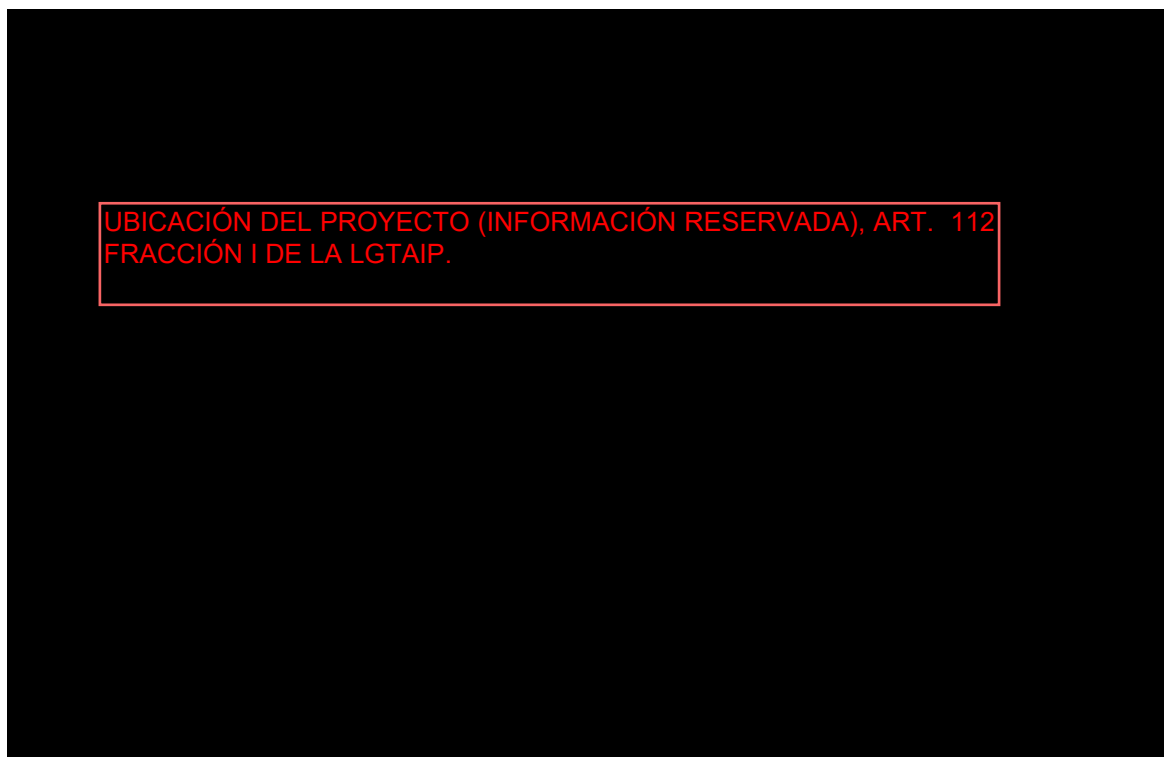


Figura 25. Hidrología superficial en el área

Con base en lo anterior se observa que todas las corrientes dentro y alrededor del sistema ambiental son de tipo intermitente.

Hidrología subterránea.

El SAR se ubica sobre el acuífero Cabo San Lucas (0317), se localiza en la zona sur de Baja California Sur, con una superficie de 515 km², se ubica en su totalidad en el municipio de Los Cabos. El acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1, el uso principal del agua subterránea es para brindar servicios. En el acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna, ni se ha constituido COTAS. El acuífero se encuentra en una condición de déficit con -24.07 hm³, esto de acuerdo con la CONAGUA (2024).

De la misma forma se ubica en el acuífero San José del Cabo (0319), el cual se ubica en el extremo sur del estado de Baja California Sur, cubriendo una superficie de 1,284 km², se encuentra totalmente dentro del municipio de Los Cabos. Es de tipo libre.

El acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1, el usuario principal es el público urbano. Forma parte del Consejo de Cuenca Baja California Sur instalado el 3 de marzo del 2000 y dentro de este se integra el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) San José del Cabo, instalado el 32 de octubre de 1998. Presenta un déficit de 12,493,828 m³ (CONAGUA, 2024).

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA), ART. 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

Figura 26. Acuíferos dentro del SA.

4.3.1 Proyecto

A continuación, se presentan dos tablas de zonas vulnerables de población en un radio de 500 metros próximas al proyecto.

Tabla 11. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m del sitio de proyecto.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/proyecto /pozo (m)
Compañía de Electricidad	Comisión Federal de Electricidad	NE	120
Hotel	Casa Los Ciruelos	E	280
Poblado	Los verdes	NE	426
Empresa	Rolling Hills Estate	O	32
Condominio	Alamo Villa at Rolling Hills Estate	SO	450

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Establecimiento	Rancho Shibumi	O	48
Comercio	Concreto y Block El Palmar Suc. Cabo	E	317
Empresa	Concretos VIMASA	E	338
Parque	Croc Experience	E	184
Comercio	Concretos Cruz Azul	E	297
Gasera	Caligas (Compañía de Gas)	E	43
Empresa	DYLMEX Materiales para Construcción	O	55
Templo	Capilla de María Guadalupe	O	42
Empresa	Planta Caligas Cabo San Lucas	E	156
Establecimiento	Cuadra La Piedra BCS	O	267
Establecimiento	Yonke el Palmar	SO	250
Empresa	Bodega Lizárraga CEDIS Los Cangrejos	SO	100
Gasolinera	Chevron	NE	20
Rancho	Rancho San Lucas	SO	50
Empresa	Importadora y Exportadora de Frutas y Legumbres de México	SO	64
Empresa	Bimbo San Lucas	SO	135
Establecimiento	Gotcha Black Warrior	NE	50
Empresa	Stronger Inc. Topografía	S	59
Establecimiento	C4 Los Cabos (alquiler de coches)	NE	22
Establecimiento	Policía y Tránsito Municipal	NE	60
Establecimiento	Juzgado de lo Civil y Familiar – Cabo San Lucas	NE	103
Establecimiento	Policía Judicial Estatal	NE	115
Establecimiento	Parada Los Portales (Servicio de transporte)	S	26
Colonia	Fraccionamiento Portales	S	300
Comercio	OXXO La Tradición está en OXXO	S	306
Comercio	Minisúper La Marqueta	S	350
Comercio	OXXO Portales	S	500
Comercio	Autopartes Mendoza	S	367
Escuela	Esc. Sec. Tec. #18	S	342
Restaurante	Restaurante Los Plebes	S	420
Comercio	Supermercado Mas Bodega	N	85
Compañía de Electricidad	CFE Subestación Cabo Falso	N	160
Escuela	Escuela Primaria Frida Kahlo	S	235
Empresa	Coca Cola (Servicio de Distribución)	N	22
Comercio	Abarrotes y Papelería San Antonio	S	466
Comercio	Maquinaria Alfo	S	67
Colonia	Fraccionamiento Agua Clara	S	176
Comercio	Constructora Gusa	N	22
Empresa	CDN Distribución Peñafiel Los Cabos	N	157
Comercio	Grupo Novem (Tienda Electrónica)	N	237
Empresa	VHC Transportes	N	160
Comercio	Baja Sur Concretos	N	34
Gasolinera	Combustibles y Lubricantes VHC II	N	22
Empresa	Atlantic Prime	S	60
Comercio	Foodservice Group	S	63
Establecimiento	Andamios Ultra Ecológicos	S	46
Empresa	Cemex Concretos San Lucas	N	200
Supermercado	Super Ley Express	S	53
Restaurant	Cabo Quesadillas	S	390
Comercio	Maderería Pichonchas S.A de C.V	N	35
Establecimiento	CS Grúas y Maquinaria	N	20
Comercio	Key Química Los Cabos	S	53
Establecimiento	Capasa Los Cabos – Camiones Internacionales	S	72

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Establecimiento	Parque industrial Cangrejos	S	182
Empresa	CEDIS Grupo Bimbo	S	67
Comercio	GPA General de Productos para el Agua	S	114
Restaurante	Casa Velazquez Restaurant	S	260
Restaurante	Los Mariscos de Ensenada	S	368
Establecimiento	SAR TIJUANA	N	24
Comercio	Livershoop (Tienda de ropa)	N	26
Colonia	El Tesoro Residencial	N	203
Comercio	Minisuper Nico y Meche	S	339
Empresa	Gen Los Cabos	N	23
Gasolinera	Pemex (Gasolinera Jacarandas)	S	47
Centro Comercial	Plaza Elam	S	159
Escuela	Instituto Howard Gardner SC	S	400
Establecimiento	Los Cabos Landscaping	S	160
Comercio	Fierro y Lamina Construcción SAPI de CV (tienda de materiales)	N	38
Establecimiento	Almacén Sigma Foodservice	S	45
Establecimiento	MaxiSpace Los Cabos: Renta de minibodegas	S	151
Establecimiento	Velocity Cabo San Lucas	S	44
Establecimiento	Bodega Inspire	S	223
Establecimiento	Paquetexpress	S	366
Comercio	Llantas Llyasa Suc. Los Cabos	N	22
Establecimiento	Cemex Bodega	N	25
Comercio	OXXO Cangrejos II	N	37
Gasolinera	Estación de Servicio Repsol	N	40
Bar	La Botana	N	172
Comercio	Mercado uno – Tienda China	N	445
Gasolinera	Baja Gas	N	500
Empresa	Marcor Masters	N	480
Establecimiento	Sociedad Humanitaria de Los Cabos	N	330
Empresa	Paquetería Tres Guerras Los Cabos	N	224
Empresa	Avantec Los Cabos	N	122
Hotel	La Roca Motel	N	51
Restaurante	Elotes y Esquites Guasave	N	85
Empresa	Dimanor John Deere	S	42
Establecimiento	Aqualia (Almacén)	S	53
Comercio	Todomoda (Tienda de accesorios)	S	52
Empresa	Cervecería Tecate	S	88
Empresa	Novem Los Cabos	S	113
Comercio	Frutas y Verdura Ziracua	S	165
Empresa	Aceros del Pacífico Cabo San Lucas	S	183
Comercio	Proconcasa Building Materials	S	214
Empresa	Ocean Leader Los Cabos	S	253
Empresa	Distribuidora Mar de Cortes	S	308
Comercio	Sigma Foodservice	S	320
Establecimiento	Bodegas MC	S	378
Comercio	Mae Shop	S	418
Empresa	Columbia Export Group (Cabo San Lucas)	S	450
Empresa	Cabo Wood Services	S	468
Comercio	Centro de Servicio LTH	N	20
Empresa	HDI Seguros Los Cabos	S	65
Comercio	Casa Blanca (Tienda de artículos para el hogar)	S	75
Establecimiento	Colucci Café	S	70
Establecimiento	Grupo AMPM (Mensajería y paquetería)	S	90
Establecimiento	ML Corporativo Jurídico	S	109
Colonia	Residencial Santa Barbara	S	100
Comercio	The Greenhaüss	S	328

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Colonia	Privada Tarbaca 81	S	342
Establecimiento	Look & Fotografía Gastronómica	S	106
Comercio	Camarón con pulpo colombiano	S	81
Colonia	Cabo San Lucas Real Estate	N	50
Hotel	Enriqueta Luna	N	18
Empresa	StarNet Wireless Internet	S	138
Hotel	Casas TMar	S	140
Empresa	CEDIS Lala Los Cabos	S	83
Establecimiento	Paraíso Iguanas	S	289
Establecimiento	Mi Nutrióloga Cris	S	330
Empresa	Keworth	S	38
Establecimiento	Sanitarios portátiles Cabo – Confort Móvil	S	40
Establecimiento	Rossetto Farm (Renta de cabañas y jardín de eventos)	S	374
Establecimiento	Hacienda Vladimir	N	258
Empresa	Cimes Proyectos	N	285
Templo	Dabalú	N	420
Condominio	Casa Luna del Mar Cabo San Lucas	N	490
Comercio	TERSA Cabo San Lucas (venta de neumáticos)	S	51
Empresa	Castores	S	38
Club Deportivo	Cabo BasketBall	S	227
Escuela	Colegio Cultural Los Cabos	N	65
Establecimiento	GDL Body Shop (hojalatería y pintura)	N	183
Comercio	Cabo Home Furniture (Tienda de muebles)	N	20
Comercio	Wayne's world of furniture (Tienda de muebles)	N	20
Establecimiento	AG Logistics	N	41
Restaurante	La Pizza Nostra (Pizzeria)	N	14
Restaurante	Homadera	N	11
Gasolinera	Carso	N	87
Establecimiento	La Quinta Luna	N	500
Establecimiento	Cabrera Autopartes	N	17
Establecimiento	Domino's Los Cabos Las Brisas (Pizzeria)	N	31
Establecimiento	Salón Diamante (Salón para eventos)	N	25
Empresa	Coine	S	52
Empresa	Hielera del Sur (Proveedor de hielo seco)	S	63
Establecimiento	Matco Rentas – Renta de Maquinaria	S	66
Gasolinera	Arco (Gasolinera De las Brisas)	S	50
Establecimiento	Decrafts Studio	S	283
Establecimiento	Cabo – Habana Fan (Agencia de Publicidad)	S	368
Restaurante	La Poblana (Restaurante Mexicano)	S	500
Colonia	Cerro de los Venados	S	300
Establecimiento	Hacienda Diamante (Club nocturno)	N	21
Empresa	Cabo Terra Inmobiliaria	N	18
Empresa	Mangueras y Conexiones Hydramaq Cabo San Lucas BCS	N	37
Comercio	La Huerta del Sol (Mercado de Productos)	N	100
Colonia	Terranova Residencial	N	247
Establecimiento	Ruta 14/6 Carwash	N	17
Comercio	Abastecedora de alimentos y embutidos Valle Hermanos (Tienda de frutas y verduras)	N	30

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Establecimiento	Gramusik (Servicio de alquiler de instrumentos musicales)	N	192
Establecimiento	Cabañas at Brisas del Pacifico	S	50
Establecimiento	Casa Brisas (Sala de Banquetes)	S	120
Comercio	Cabo Llantís Servicio Boulevard (Tienda de neumáticos)	N	23
Comercio	Eurocandiles (Tienda de iluminación)	S	44
Establecimiento	Abby Nails Studio	S	31
Establecimiento	Foster Business Center	S	51
Empresa	Veolia (Oficinas de empresa)	S	64
Empresa	MVA Business Center San Lucas	S	88
Establecimiento	Delegación de Cabo San Lucas	S	245
Empresa	Frostin Hielo	S	183
Establecimiento	Protección Civil Municipal	S	312
Comercio	OXXO Brisas	S	450
Establecimiento	Autozone Refacciones	N	38
Restaurante	Carls Jr. (Comida Rapida)	N	48
Centro Comercial	Patio Los Cabos	N	145
Gimnasio	Smart Fit (Patio Los Cabos)	N	167
Establecimiento	Cinepolis Cabo San Lucas	N	230
Comercio	Coppel Brisas (Tienda Departamental)	N	245
Comercio	Suburbia (Tienda Departamental)	N	148
Centro Comercial	Soriana HiperLos Cabos	N	115
Farmacia	Farmacias del Ahorro Brisas	S	45
Establecimiento	La Sabrosa (Heladería)	S	58
Templo	Capilla de la Sagrada Familia	S	148
Escuela	Centro de Desarrollo Integral (Centro de Educación Preescolar)	S	386
Establecimiento	Hair&Nails Salón	S	351
Establecimiento	Cristales Crinamex	S	43
Establecimiento	Cerrajería cabo lock	S	39
Establecimiento	Barber Shop Clippers	S	43
Establecimiento	Roto Cristales y Partes	S	38
Establecimiento	Agencia de Marketing en los Cabos	S	74
Restaurante	Hot-Dogs “El Bajon”	S	174
Parque	Parque Las Brisas	S	198
Establecimiento	Midas Los Cabos (Taller de reparación de automóviles)	S	50
Establecimiento	Besten BCS (Oficinas de registro)	S	85
Escuela	Nido Aguila Club América	S	100
Comercio	Parisina (Tienda de Telas)	S	43
Comercio	Mini Super Andrés	S	500
Centro Comercial	Woolworth Paseo Aguajitos	N	27
Restaurante	Mariscos y Molcajetes Los Mochis	N	94
Clínica Odontológica	Dental Odontología Integral	N	71
Establecimiento	Estética Tabú	N	91
Farmacia	Farmacias Similares	N	113
Farmacia	Farmacias YZA	N	200
Escuela	Artesanitos Club (Escuela de Arte)	N	205
Clínica Odontológica	Dental Kids	N	231
Establecimiento	Sarah Stone (Centro de Estética)	N	171
Clínica Odontológica	Dental Russell	N	193
Establecimiento	PixCell.CSL	N	216
Escuela	Guardería Arcos	N	270
Establecimiento	Nutriólogos Nutravi Nutrición Naturismo Bienestar	N	265
Establecimiento	Sarahí Veterinaria	N	274

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Restaurante	Santo Carbón	N	299
Consultorio Médico	Endoscopia Los Cabos – Dr Sinuhé Álvarez	N	324
Comercio	Suspiros Pastelería	N	348
Clinica Odontológica	Clinica Yo Dental	N	361
Hospital	Unidad Médica Integral Los Cabos	N	448
Consultorio Médico	Dr. Enrique Orendain Real Otorrinolaringólogo	N	480
Restaurante	London Bistro Aguajitos	N	500
Establecimiento	Santa Fe Laboratorios	N	430
Compañía Eléctrica	Comision Federal de Electricidad	N	23
Comercio	OXXO Arcos del Sol	N	15
Comercio	Circle K	N	454
Cafetería	Lidia´s Café Bistro	N	447
Parque	Parque Los Arcos	N	385
Colonia	El Progreso	N	400
Restaurante	Carnitas Los Michoacanos Brisas	S	54
Establecimiento	Mega Fix Cabo Las Lomas (Ferretería)	S	50
Empresa	Bachoco	S	63
Restaurante	Super Pollo Suc. Brisas	S	44
Escuela	Primaria Ramon Green Alvarez	S	122
Colonia	Colonia Lomas Altas	S	228
Establecimiento	Purificadora Blue Water La Pureza del Agua	S	166
Establecimiento	Panadería de Los Cabos	S	287
Centro de Rehabilitación	Alcohólicos Anónimos	S	432
Gimnasio	Kronos Gym	S	500
Restaurante	Tabú Sushi	N	8
Establecimiento	Tortillería San Sebastián	N	54
Establecimiento	Flores de Chiltepec (Florería)	N	70
Establecimiento	Banregio Exachange (Seguro auto Banregio-Qualitas)	N	10
Farmacia	Farmacias YZA Arcos del Sol	N	30
Comercio	Pinturas Sherwin Williams DC Cabo San Lucas	N	55
Establecimiento	Saneza (Jardinero)	N	66
Comercio	Pisos Lb Azulejos (Tienda de materiales para suelos)	N	131
Pastelería	Pro Pastel Mx	N	130
Escuela	IBD	N	187
Escuela	CBTis N° 256	NE	393
Comercio	Cabo Azul	NE	500
Centro Comercial	Waldo´s 5050	NE	37
Banco	Banco BBVA	NE	61
Centro Comercial	La Comer San Lucas	S	55
Centro Comercial	Chedraui Cabo San Lucas	NE	82
Clinica	Pediatras Torre Médica	NE	341
Hospital	Hospital General Cabo San Lucas	NE	440
Hospital	Hospital Móvil para enfermedades respiratorias	NE	483
Clinica	Ginecólogos Torre Médica	NE	360
Cafetería	Pastelería y Cafetería Coffee D Cake	NE	377
Clinica	Clinica de la Mujer de los Cabos Dr Ivan Melendrez	NE	374
Restaurante	Delicias	NE	312
Cafetería	Mistu Cafe	NE	282
Banco	Grupo Financiero Banorte	NE	17

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Establecimiento	Cabo Look Salón	NE	21
Hotel	Colonos Los Cabos	NE	87
Empresa	Rom Energy Tech	NE	157
Centro Comercial	Plaza Krystal	NE	155
Cafetería	Arido Café de Especialidad	NE	188
Comercio	Bodega Lizárraga Ejidal (Tienda de frutas y verduras)	NE	46
Comercio	Andrea's Boutique	NE	120
Establecimiento	SL Westwood Design (Carpintería)	NE	184
Oficinas Administrativas	Subdelegación IMSS	S	52
Hospital	Hospital General De Subzona + Medicina Familiar #26	S	40
Colonia	Cerro de los Venados	S	300
Colonia	Arcos del Sol I	NE	255
Colonia	Villas de la Joya	NE	150
Hotel	Oasis (hotel de 2 estrellas)	S	39
Establecimiento	Llantera el Guico	N	8
Establecimiento	Heladería Don Burro Nevero	N	6
Comercio	Autopartes Fórmula Uno	N	17
Oficinas	Akisa	NE	168
Oficinas	Front Row Hurricane Shutters	NE	184
Comercio	OXXO Colonos	N	17
Clinica	Equilibrio Saludable (nutricionista)	N	15
Gasolinera	Pemex (Colonos Legendarios)	N	20
Escuela	Sede Internacional de Las Virtudes del Guerrero	N	52
Establecimiento	Bicicletas Cayetano	N	65
Escuela	Tridosha Instituto Superior de Certificaciones	N	83
Escuela	Centro de Neuro Programación MINDS APPS	N	100
Parque	Parque Lineal	NE	32
Establecimiento	Autopartes y Servicios de Jesús (Taller Mecánico)	N	115
Establecimiento	Salon Pary Garden	N	150
Comercio	Carnes Premium Xo- Los Cabos	NE	145
Establecimiento	Explanada Madcons Cabo San Lucas	NE	242
Escuela	Estancia Infantil Camila	NE	283
Comercio	Fresas Cheesecake el rincocito	N	256
Establecimiento	Importaciones del Cabo	N	277
Empresa	Terminal de Autobuses Águila	S	37
Centro Comercial	Plaza Golden Palace	S	73
Campo Deportivo	Estadio de Beisbol (Unidad deportiva Cabo San Lucas)	S	207
Establecimiento	Auditorio Municipal	SO	296
Restaurante	Lands End Brewery (Pizza)	SO	349
Restaurante	Tacos Doña Mary	SO	311
Campo Deportivo	Campo de Fútbol	SO	210
Empresa	Reucicla (Servicio de reparación de impresoras)	SO	149
Restaurante	La Esquina Choyera 1	SO	500
Hospital	Cruz Roja Cabo San Lucas	SO	53
Biblioteca	Amelia Berolía Ceseña	SO	101
Oficinas	Rec. Rentas Delegación CSL	SO	94
Comercio	Mercado Municipal	SO	155
Parque	Plaza Pública León Cota Colín	SO	70
Comercio	Casa Led (Tienda de iluminación)	NE	16
Clinica Dental	Deposito Dental El Bordo (Dentista)	NE	53
Colonia	Mariano Matamoros	NE	178

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Escuela	Liceo Los Cabos	NE	309
Restaurante	Tacos Marcos Paisa	NE	305
Comercio	OXXO Delegación	NE	13
Clinica Dental	Dental Cabo Medic	NE	15
Establecimiento	Lavamatica Fragancias (Lavandería)	NE	78
Farmacia	Farmacia Calidad y Economía para tu Salud	NE	23
Restaurante	El Cuartel del Taco	NE	9
Escuela	Colegio Montessori Campel	NE	90
Empresa	Auto Shine Suc. Delegación	NE	13
Farmacia	Farmacias Similares	NE	11
Restaurante	Mariscos El Toro Güero	S	53
Oficinas	SAT (Departamento fiscal)	SO	89
Restaurante	Restaurant Bar Campestre	SO	180
Establecimiento	Casa de música la guitarra magica	NE	41
Establecimiento	Papelería y mercería “AnEmo”	NE	12
Establecimiento	Palettería Laura Elena (Heladería)	NE	14
Establecimiento	Nk cocinas integrales (Carpintería)	NE	50
Templo	Salón del Reino de los Testigos de Jehová	NE	200
Establecimiento	Llantera Tijuana	NE	10
Establecimiento	Centro de servicio digital sound	NE	17
Establecimiento	Florería la Rosa De Guadalupe	NE	31
Comercio	Colors (Tienda de globos)	NE	7
Comercio	GlobiCabo Ejidal (Tienda de globos)	NE	15
Establecimiento	Carat Weddings	NE	17
Establecimiento	Alec and T (organizador de eventos)	NE	38
Escuela	Primaria Jesús Castro Agundez	NE	87
Escuela	Colegio de Bachilleres (Preparatoria)	S	317
Comercio	OXXO Juventud	S	490
Farmacia	PARADISE	S	500
Parque	Parque Avenida de la Juventud	SE	447
Hotel	OYO Hotel Cabo del Sur, Cabo San Lucas	SE	453
Clinica Dental	Consultorio dental Dra. Liliana Ayala Coso	N	14
Establecimiento	Cervecería 29	N	10
Establecimiento	El Arco CSL (Tienda de suministros eléctricos)	N	400
Hotel	San Mateo Baja Suites Zaragoza	N	50
Establecimiento	Celular Store	N	5
Templo	Santuario de Guadalupe (iglesia católica)	NE	150
Hotel	Hotel Pericue	NE	232
Escuela	Harmon Hall Cabo San Lucas	S	31
Oficinas	CEDIS Terramar Brands – Los Cabos	SE	107
Escuela	Centro de Asesorías Preparatoria Abierta Regularización	SE	159
Establecimiento	Calinox – Distribuidora de Acero Inoxidable California	S	195
Oficinas	Procuraduría General de la República	S	255
Comercio	Supermercado Yoli	SE	256
Parque	Parque Infonavit Matamoros	SE	328
Empresa	Hardware and Software S RL CV	S	375
Oficinas	URAN Consultoría Jurídica Integral	S	404
Gimnasio	Elite Gym	SO	395
Restaurante	Hoja Santa Restaurant	SO	472
Restaurante	Pescadería Cabo Mar	SE	475
Establecimiento	Tony Paint Shop	N	14
Establecimiento	Purina (Cuidados veterinarios)	N	23

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Clínica	PediatríK Grupo Pediátrico	N	181
Hospital	Hospital Especialidades	N	228
Restaurante	Pezcabo	N	307
Restaurante	Claro Fish Jr.	N	415
Establecimiento	Herrero Grupo López	N	441
Establecimiento	Semi nuevos Nissan	N	461
Comercio	Trasviña Market	N	473
Oficinas	OOMSAPAS (Compañía suministradora de agua)	S	91
Comercio	OXXO Green	SO	90
Empresa	Holza Mueblería	S	27
Gasolinera	Mobil Transpeninsular1	SO	35
Establecimiento	Taller de moto acuática	S	78
Hospital	Hospital Cabo Clinick	SE	170
Empresa	Plásticos y Resinas Tres Ríos S.A. de C.V	SE	233
Farmacia	Farmacia Economedic	SE	257
Oficinas	Notaría Pública 14	N	12
Comercio	Pescadería El Arco	N	10
Restaurante	Los magueyes de Texcoco	N	13
Establecimiento	Servicios Sandoval's (Taller mecanico)	N	12
Establecimiento	Net System / Mr Tienda los Cabos	N	35
Compañía de gas	Caligas	NE	73
Clínica Dental	Dental Santamaría II Dr. Tomás Robles Santamaría	NE	81
Farmacia	Farmacon	S	16
Establecimiento	Accyflor Los Cabos	S	28
Centro Comercial	CSL Plaza de la Tecnología	S	52
Establecimiento	Bajaprint and design (servicio de impresión de invitaciones)	S	14
Establecimiento	Super Sonic Express Auto Wash	SE	53
Gasolinera	Pemex (Leona Vicario Esq. Feliz Ortega)	SE	75
Establecimiento	O'Reilly Autopartes (Tienda de repuesto para carro)	SE	242
Establecimiento	Reparación de Calzado "Diana"	SE	273
Restaurante	El Burro Loco (Restaurante Mexicano)	SE	324
Establecimiento	Back to the Rack Cabo San Lucas	SE	326
Gimnasio	Bunker Elemento	SE	388
Gimnasio	Revolution Power Fitness Gym	SE	368
Escuela	Columbus School San Lucas Inglés	SE	467
Establecimiento	Sayer Distribuidor Autorizado (Pintamas)	SE	421
Cafetería	Café Cabo Leona Vicario	SE	445
Escuela	Visión Gastronómica	E	6
Escuela	Academia de Arte Culinario Internacional	E	15
Establecimiento	Cabo InterneTV (Tienda Electrónica)	E	10
Establecimiento	Sport Fitness Supplements	E	8
Óptica	Optica Valdez	E	6
Establecimiento	Lavandería Melody	E	58
Escuela	Guardería Grace Crown	E	36
Templo	Centro Familiar Cristiano Asamblea de Dios	E	112
Escuela	Grace Crown School (Preescolar y Primaria)	E	81
Restaurante	Maguro Sushi	E	10
Escuela	Toani Sala de Idiomas / Spanish Lague School	E	144
Establecimiento	Estetica Unisex Gaby	O	11
Restaurante	La Pizzeria Wow	O	16
Establecimiento	IBM Mensajería Express	O	15
Restaurante	Tortas Ahogadas Territorio Chivas	O	16

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Comercio	La Coyota (Tienda de artesanía)	E	9
Restaurante	Tacos de Canasta “Los de la Mochila Azul”	O	20
Establecimiento	Cabo Extintor	E	55
Establecimiento	Lavado Industrial (Lavandería)	E	73
Hospital	Central Quirúrgica	E	50
Gimnasio	Gy mall in fitness	O	168
Establecimiento	Vintage Salón (centro de estética)	O	205
Comercio	OXXO Mendoza		
Banco	Grupo Financiero Banorte Corresponsal Medoza Lap	E	145
Hospital	Hospital Trinidad de los Cabos	E	150
Centro Comercial	Elektra Mega Cabo San Lucas	NE	266
Comercio	Almacén y Lonchería La Victoria	O	130
Establecimiento	Barbería The Scissors Cabo San Lucas	SO	230
Restaurante	Chiltete’s	SO	107
Establecimiento	Emmanuel Sastrería	NE	16
Hotel	Casa Palo Verde	NE	123
Banco	Grupo Financiero Banorte Corresponsal Leona Vicario Lap	O	15
Consultorio Medico	Consultorio Ginecológico	E	7
Escuela	Escuela Primaria Samarin	NE	117
Centro Comercial	Plaza Puerto Paraíso	SO	52
Centro Comercial	Walmart Supercenter Cabo Marina	SE	64
Hotel	Cabo Inn (Hotel 2 estrellas)	NO	116
Hotel	Marina Sol Resort	SE	275
Hotel	Corazón Cabo Resort & Spa	SE	475
Hospital	Saint Luke’s Hospitals Plaza Pioneros	SE	30
Centro Comercial	Plaza Pioneros	SE	80
Hospital	AMC Hospital	SO	136
Hotel	Seven Crown Express & Suites	NO	35
Gimnasio	Baja Fitness by Medano	SE	63
Establecimiento	The Cabo Bakery (Panadería)	SE	51
Hotel	Cabo Real Estate Services	SE	150
Centro Comercial	City Club Cabo San Lucas	SE	127
Hotel	Firefield Inn Los Cabos	SE	80
Hospital	Hospital Cabo San Lucas	NE	50
Establecimiento	Vips Cabo San Lucas	NE	70
Establecimiento	Cabo Mail Shipping	NE	145
Establecimiento	RadioShack	NE	245
Empresa	Super Colchones Cabo San Lucas	NE	314
Establecimiento	Design Center Plaza	NE	25
Comercio	OXXO San Lucas	NE	25
Gasolinera	Mobil Country Club	NE	27
Restaurante	Mariscos El Peñecito Tezal	SO	42
Hotel	City Express Suites by Marriott Cabo San Lucas	SE	123
Parque Acuatico	RiuLand	SE	445
Restaurante	Higos y Olivos	SE	67
Hotel	Hotel Riu Santa Fe	SE	450
Comercio	Artesano’s (tienda de artesanías)	SE	70
Establecimiento	Creeks Jardín de Eventos	N	125
Templo	Parroquia de San Judas Tadeo	N	225
Escuela	Liceo Los Cabos	N	307
Restaurante	Metate (restaurante mexicano)	N	130
Condominio	Las Arenas	S	174
Agencia de Alquiler	Amaterra Vacation Rentals	S	256
Colonia	El Tezal	NE	400

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Hotel	Holiday Inn Express Cabo San Lucas	S	73
Establecimiento	Office Max Los Cabos	S	89
Centro Comercial	Costco Los Cabos	N	95
Restaurante	La Taquiza T-Zai	S	50
Gasolinera	Costco Gasolinera	N	169
Fraccionamiento	Fracc Mediterraneo	NE	421
Comercio	Xplora Jardin	NE	290
Escuela	Universidad de Tijuana	NE	317
Comercio	OXXO Residencial	NE	500
Supermercado	Fresko San Lucas	NE	45
Establecimiento	Super Colchones Cabo San Lucas	S	80
Comercio	The Home Depot	N	130
Escuela	Instituto Cultural Baldor (Colegio privado)	N	350
Establecimiento	Colchones Berun Cabo Bello	S	55
Colonia	Cabo Bello	S	390
Establecimiento	Vinoteca	N	35
Colonia	Residencial Amalfi	NE	290
Escuela	Colegio Amaranto	NE	188
Colonia	Cresta del Mar	NO	500
Comercio	Mercado Santa Carmela	N	36
Restaurante	Toro Latin Kitchen & Bar	S	80
Colonia	Los Cerritos	N	30
Hotel	Live Aqua Private Residences Los Cabos	S	250
Condominios	Estero Villas At Chileno Bay Residences	NE	490
Colonia	Residencial Los Tules	NO	412
Hotel	Marquis Los Cabos Resort & Spa	SE	87
Establecimiento	Deko Cortinas y Persianas	NO	180
Establecimiento	Seminuevos Carmen Motors BCS	NO	30
Establecimiento	Treasures Furniture	NO	35
Hotel	Gamma Los Cabos	NO	30
Establecimiento	KIA Cabos	NO	60
Rancho	Rancho Cerro Colorado	SE	450
Comercio	El Mercado	NO	50
Hospital	Hospital H+ Los Cabos	NO	135
Escuela	Picacho McGregor School	NO	200
Comercio	GoMart Cerro Colorado II	SE	75
Establecimiento	BMW Carmen Motors BCS	SE	56
Gasolinera	Pemex (Carr. Transpeninsular km 24.5)	N	24
Centro comercial	Plaza las Fuentes	SE	87
Establecimiento	Audi Center Los Cabos	NO	33
Supermercado	Fresko Palmilla	NE	140
Establecimiento	Chrysler	NO	35
Establecimiento	Jeep Los Cabos	NO	53
Establecimiento	Automotriz Transmar de Cortes-Volkswagen Los Cabos	NO	68
Establecimiento	Cabo Pool And Spa (Tienda de articulos para piscina)	SE	42
Establecimiento	Polaris Los Cabos	SE	43
Establecimiento	Toyota Los Cabos	NO	61
Establecimiento	Ford Los Cabos	NO	43
Colonia	La Querencia	NO	213
Restaurante	Zipper's Bar & Grill	SE	135
Supermercado	Chedraui Selecto	NO	137
Supermercado	La Comer	SE	200
Hotel	Grand Decameron Los Cabos, A Trademark All Inclusive Resort	SE	420
Hotel	Hyatt Ziva Los Cabos	SE	470
Centro Comercial	Plaza Patio San José	E	178

Establecimiento	Cinepolis San José del Cabo	E	233
Supermercado	Walmart	E	178
Hotel	Hotel Boutique Plaza Dorada	E	71

Tabla 12. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/S E/NO/SO)	Distancia a la Instalación/proyecto/pozo (m)
Cuerpo de agua	Golfo de California	El área del proyecto se encuentra rodeada por el Golfo de California	SE, SO	323
ANP	NA	NA	NA	NA
RHP	Sierra de la Laguna y Oasis Aledaños	El área del proyecto se encuentra rodeada por Sierra de la Laguna y Oasis Aledaños	NE	370
RMP	NA	NA	NA	NA
RTP	NA	NA	NA	NA
AICAS	Estero de San José	El área del proyecto se encuentra dentro del Estero de San José	NE	205
Sitio Ramsar	NA	NA	NA	NA

Tabla 13. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

Tipo de infraestructura	Nombre/Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/proyecto/pozo (m)
Carretera	Degollado	O	20
Instalación Industrial	Comisión Federal de Electricidad	NE	120
Carretera	Blvd Cabo Hills	O	140
Instalación Industrial de Riesgo	Caligas (Compañía de Gas)	E	43
Instalación Industrial de Riesgo	Planta Caligas Cabo San Lucas	E	156
Instalación Industrial de Riesgo	Chevron (gasolinera)	NE	20
Carretera	Cam. De Acceso a Diamante	SO	45
Carretera	De las Brisas	SO	17
Carretera	Portales	SO	54

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Escuela	Esc. Sec. Tec. #18	S	342
Carretera	P. Los Cangrejos	S	52
Escuela	Escuela Primaria Frida Kahlo	S	235
Instalación Industrial de Riesgo	Combustibles y Lubricantes VHC II	N	22
Instalación Industrial	Parque industrial Cangrejos	S	182
Instalación Industrial de Riesgo	Pemex (Gasolinera Jacarandas)	S	47
Carretera	Jacarandas	S	56
Colonia	Los Cangrejos	S	500
Escuela	Instituto Howard Gardner SC	S	400
Carretera	Las Palmas	S	44
Instalación Industrial de Riesgo	Estación de Servicio Repsol (Gasolinera)	N	40
Instalación Industrial de Riesgo	Tesoro (Gasolinera)	N	350
Instalación Industrial de Riesgo	Baja Gas	N	500
Carretera	Padre Nicolas Tamaral	N	30
Carretera	C. Flor de Pithaya	S	55
Templo	Dabalú	N	420
Escuela	Colegio Cultural Los Cabos	N	65
Instalación Industrial de Riesgo	Carso (Gasolinera)	N	87
Instalación Industrial de Riesgo	Arco (Gasolinera De las Brisas)	S	50
Farmacia	Farmacias del Ahorro Brisas	S	45
Templo	Capilla de la Sagrada Familia	S	148
Escuela	Centro de Desarrollo Integral (Centro de Educación Preescolar)	S	386
Parque	Parque Las Brisas	S	198
Escuela	Nido Aguila Club América	S	100
Farmacia	Farmacias Similares	N	113
Farmacia	Farmacias YZA	N	200
Escuela	Artesanitos Club (Escuela de Arte)	N	205
Escuela	Guardería Arcos	N	270
Hospital	Unidad Médica Integral Los Cabos	N	448
Parque	Parque Los Arcos	N	385

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Escuela	Primaria Ramon Green Álvarez	S	122
Farmacia	Farmacias YZA Arcos del Sol	N	30
Escuela	IBD	N	187
Escuela	CBTis N° 256	NE	393
Clinica	Pediatras Torre Médica	NE	341
Hospital	Hospital General Cabo San Lucas	NE	440
Hospital	Hospital Móvil para enfermedades respiratorias	NE	483
Clinica	Ginecólogos Torre Médica	NE	360
Clinica	Clinica de la Mujer de los Cabos Dr Ivan Melendrez	NE	374
Instalación Industrial de Riesgo	Pemex (carretera a todos los santos)	N	25
Escuela	Sede Internacional de Las Virtudes del Guerrero	N	52
Escuela	Centro de Neuro Programación MINDS APPS	N	100
Parque	Parque Lineal	NE	32
Escuela	Estancia Infantil Camila	NE	283
Campo Deportivo	Estadio de Beisbol (Unidad deportiva Cabo San Lucas)	S	207
Auditorio	Auditorio Municipal	SO	296
Campo Deportivo	Campo de Futbol	SO	210
Hospital	Cruz Roja Cabo San Lucas	SO	53
Biblioteca	Amelia Berolia Ceseña	SO	101
Oficinas	Rec. Rentas Delegación CSL	SO	94
Comercio	Mercado Municipal	SO	155
Parque	Plaza Pública León Cota Colín	SO	70
Escuela	Liceo Los Cabos	NE	309
Clinica Dental	Dental Cabo Medic	NE	15
Farmacia	Farmacia Calidad y Economía para tu Salud	NE	23
Escuela	Colegio Colibrí e Instituto Prado	SO	473
Oficinas	SAT (Departamento fiscal)	SO	89
Templo	Salón del Reino de los Testigos de Jehová	NE	200
Escuela	Primaria Jesús Castro Agundez	NE	87
Escuela	Colegio de Bachilleres (Preparatoria)	S	317
Farmacia	PARADISE	S	500

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Parque	Parque Avenida de la Juventud	SE	447
Templo	Santuario de Guadalupe (iglesia católica)	NE	150
Escuela	Harmon Hall Cabo San Lucas	S	31
Escuela	Centro de Asesorías Preparatoria Abierta Regularización	SE	159
Oficinas	Procuraduría General de la República	S	255
Parque	Parque Infonavit Matamoros	SE	328
Instalación Industrial de Riesgo	Mobil Transpeninsular1	SO	35
Hospital	Hospital Especialidades	N	228
Farmacia	Farmacia Economedic	SE	257
Instalación Industrial de Riesgo	Caligas	NE	73
Instalación Industrial de Riesgo	Pemex (Leona Vicario Esq. Feliz Ortega)	SE	75
Escuela	Columbus School San Lucas Inglés	SE	467
Escuela	Visión Gastronómica	E	6
Escuela	Academia de Arte Culinario Internacional	E	15
Escuela	Guardaería Grace Crown	E	36
Templo	Centro Familiar Cristiano Asamblea de Dios	E	112
Escuela	Grace Crown School (Preescolar y Primaria)	E	81
Escuela	Toani Sala de Idiomas / Spanish Lague School	E	144
Hospital	Central Quirurgica	E	50
Hospital	Hospital Trinidad de los Cabos	E	150
Escuela	Escuela Primaria Samarin	NE	117
Hospital	Saint Luke's Hospitals Plaza Pioneros	SE	30
Hospital	AMC Hospital	SO	136
Hospital	Hospital Cabo San Lucas	NE	50
Instalación Industrial de Riesgo	Mobil Country Club (gasolinera)	NE	27
Templo	Parroquia de San Judas Tadeo	N	225
Escuela	Liceo Los Cabos	N	307
Instalación Industrial de Riesgo	Costco Gasolinera	N	169
Escuela	Universidad de Tijuana	NE	317
Escuela	Colegio Amaranto	NE	188

Hospital	Hospital H+ Los Cabos	NO	135
Escuela	Picacho McGregor School	NO	200
Instalación Industrial de Riesgo	Pemex (Carr. Transpeninsular km 24.5)	N	24

Tabla 14. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte, Sur, Este, Oeste.	Agricultura de riego anual y semipermanente Pastizal inducido, Agricultura de riego anual y semipermanente, Asentamientos Humanos	Actividad agrícola temporal semipermanente y permanente, actividad agrícola, Actividades agropecuarias, Unidades habitacionales, colonias y/o fraccionamientos, zona urbana.

4.3.2 Transporte por ductos

Tabla 15. Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Condominio	Maralta Cabo Living	S	669	Proximidad	0+000.00 A	1+600.00 A
Condominio	Privada Casa Tranquila	S	663	Proximidad	0+000.00 A	1+600.00 A
Establecimiento	Grupo Indio (Almacén)	S	717	Proximidad	0+8000.00 A	1+600.00 A
Hospital	Clínica Hospital ISSSTE Cabo San Lucas	S	790	Proximidad	0+800.00 A	1+600.00 A
Colonia	Privada Valparaíso	S	754	Proximidad	0+800.00 A	1+600.00 A
Comercio	OXXO Loreto	S	800	Proximidad	1+600.00 A	2+400.00 A
Comercio	Materiales del Cabo	S	780	Proximidad	1+600.00 A	2+400.00 A
Rancho	Rancho Palo Verde	N	741	Proximidad	1+600.00 A	2+400.00 A
Templo	Parroquia El Buen Pastor	S	800	Proximidad	2+400.00 A	3+200.00 A
Escuela	Escuela Virgilio Horacio Gastélum	S	610	Proximidad	2+400.00 A	3+200.00 A
Hotel	DECOPE	S	661	Proximidad	2+400.00 A	3+200.00 A
Comercio	Herbocali (tienda de salud y belleza)	S	575	Proximidad	2+400.00 A	3+200.00 A
Establecimiento	Mariachi en Los Cabos	S	705	Proximidad	2+400.00 A	3+200.00 A
Establecimiento	The Lion Queen: Nail Salon, pedicure, lashes, facials	S	764	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A
Cafetería	Starlit Coffe	S	800	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Empresa	Maseca CEDIS Los Cabos	S	600	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A
Comercio	Pacific Blinds Los Cabos	S	520	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A
Empresa	Proyect. Taller de Diseño y Construcción	S	684	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A
Restaurante	Baja Fría Mariscos	S	594	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A
Establecimiento	Nazario Centro de Distribuciones	N	598	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A
Establecimiento	DHL Express (Servicio de envíos)	N	654	Proximidad	3+200.00 A	4+000.00 A
Empresa	Cargo Baja – Supply Chain Specialist	N	695	Proximidad	3+500.00 A	4+000.00 A
Comercio	Ferretería El Gallo Tamaral (La Brecha)	N	674	Proximidad	3+500.00 A	4+000.00 A
Establecimiento	Mercado Libre SJD1	N	586	Proximidad	3+500.00 A	4+000.00 A
Establecimiento	Bloquera SIPCA	N	538	Proximidad	3+500.00 A	4+000.00 A
Restaurante	La Pesca Tacos & Sea Food	S	551	Proximidad	3+500.00 A	4+000.00 A
Establecimiento	Llantiservicios Nuñez	S	538	Proximidad	3+500.00 A	4+000.00 A
Comercio	Kuroda Los Cabos	S	582	Proximidad	3+500.00 A	4+000.00 A
Comercio	De la Conquista (Tienda de frutas y verduras)	S	651	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Empresa	J&S Audiovisual de México	S	660	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Empresa	A+D Arquitectura	S	688	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Restaurante	Fondita La Chimoltrufia	S	683	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Gimnasio	Stay Fit	S	785	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Restaurante	Serrano Steak House	S	714	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Escuela	CONALEP Cabo San Lucas	S	630	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Escuela	Telebachillerato Comunitario 38	S	606	Proximidad	3+800.00 A	4+000.00 A
Establecimiento	Jumping Cabo	S	630	Proximidad	4+000.00 A	4+600.00 A
Escuela	Profr. Cota Leon Collins	S	706	Proximidad	4+000.00 A	4+600.00 A
Comercio	Papelería Lopicito	S	745	Proximidad	4+000.00 A	4+600.00 A
Zona Habitacional	Departamentos Santa Elena	N	654	Proximidad	4+600.00 A	4+800.00 A
Condominio	5Barrios	N	719	Proximidad	4+600.00 A	4+800.00 A
Colonia	Brisas del Pacífico	S	548	Proximidad	4+600.00 A	4+800.00 A
Escuela	Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 31	S	800	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Establecimiento	Salón El Cardonal	N	636	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Empresa	Cabo Frozen	N	677	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Establecimiento	Strike Zone	N	714	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Gimnasio	García's Gym	S	607	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Restaurante	El patio Urban Food	S	610	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Restaurante	Taquería Don Porfirio	S	641	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Restaurante	MAM'S Sushi&Bar	S	643	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Establecimiento	Mr Creams (Heladería)	S	651	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Cafetería	Punto Café Los Cabos	S	660	Proximidad	4+800.00 A	5+300.00 A
Colonia	Hemisfería Habitat Contemporáneo	N	790	Proximidad	5+300.00 A	5+600.00 A
Farmacia	Mi Farmacita No 98	S	700	Proximidad	5+300.00 A	5+600.00 A
Templo	Iglesia de Dios Central Cabo	S	795	Proximidad	5+300.00 A	5+600.00 A
Parque	Parque Lomas del Faro	S	653	Proximidad	5+600.00 A	6+000.00 A
Templo	Vida Nueva Iglesia Reformada	NE	683	Proximidad	5+600.00 A	6+400.00 A
Colonia	4 de Marzo	S	680	Proximidad	6+400.00 A	7+000.00 A
Comercio	Camarena Autopartes (Tienda de repuestos para auto)	NE	788	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Establecimiento	Estafeta (Servicio de mensajería)	NE	731	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Establecimiento	DHL Express Service Point (Firet)	NE	735	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Establecimiento	Mecánica Automotriz de los Cabos	NE	795	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Empresa	Planta CFE (Subestación)	N	750	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Escuela	Comunidad Autismo Los Cabos, Casa Ramé	SO	589	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Escuela	Instituto de Ciencias y Humanidades Yenekamu	SO	613	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Establecimiento	Pastelería suspiros San Ramón	NE	531	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Establecimiento	Auto Doctor (Taller de reparación de automóviles)	SO	559	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Hospital	Centro de Salud Cabo San Lucas	SE	607	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Hotel	Hotel Santa Fe Cabo San Lucas	SE	762	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Restaurante	Namaste India CSL – By Raj	SE	800	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Establecimiento	Soldaduras Ortiz – Grupo Ortiz	N	602	Proximidad	7+000.00 A	7+200.00 A
Establecimiento	Taller Cervantes Torno	N	650	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Supermercado	Super Market and Liquor Store	SE	608	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Empresa	Grupo Financiero Banorte Corresponsal Leona Vicario	SE	678	Proximidad	7+200.00 A	8+000.00 A
Hotel	Casa Dorada Los Cabos Resort & Spa	SE	530	Proximidad	8+400.00 A	8+800.00 A
Hotel	ME Cabo by Meliá	SE	565	Proximidad	8+400.00 A	8+800.00 A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Hotel	Club Cascada de Baja	SE	546	Proximidad	8+800.00 A	9+300.00 A
Hotel	Hotel Riu Palace Cabo San Lucas	SE	675	Proximidad	10+400.00 A	11+200.00 A
Hotel	Hotel Riu Palace Baja California	SE	665	Proximidad	10+400.00 A	11+200.00 A
Hotel	Grand Fiesta Americana Los Cabos All Inclusive Golf & Spa	SE	610	Proximidad	18+400.00 A	19+200.00 A
Hotel	Chileno Bay Resort & Residences Auberge Resorts Collection	SE	627	Proximidad	22+400.00 A	23+200.00 A
Hotel	Grand Decameron Los Cabos, A Trademark All Inclusive Resort	SE	520	Proximidad	37+600.00 A	38+400.00 A

Tabla 16. Proximidades y cruzamientos con componentes ambientales franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción	Ubicación (N/S/E/O/N E/SE/NO/S O)	Distancia a la Instalación/proyecto/pozo (m)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Cuerpo de agua	Golfo de California	El área del proyecto se encuentra rodeada por el Golfo de California	SE, SO	600	37+600.00 A	38+400.00 A
RHP	Sierra de la Laguna y Oasis Aledaños	El área del proyecto se encuentra rodeada por la Sierra de la Laguna y Oasis Aledaños	NE	370	4+800.00 A	5+300.00 A
AICAS	Estero de San José	El área del proyecto se encuentra dentro del estero de San José	NE	205	38+400.00 A	39+200.00 A

Tabla 17. Proximidades con infraestructura franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de infraestructura	Nombre/Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/proyecto/pozo (m)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Hospital	Clínica Hospital ISSSTE Cabo San Lucas	S	790	0+800.00 A	1+600.00 A
Templo	Parroquia El Buen Pastor	S	800	2+400.00 A	3+200.00 A

Escuela	Escuela Virgilio Horacio Gastélum	S	610	2+400.00 A	3+200.00 A
Escuela	CONALEP Cabo San Lucas	S	630	3+800.00 A	4+000.00 A
Escuela	Telebachillerato Comunitario 38	S	606	3+800.00 A	4+000.00 A
Escuela	Profr. Cota Leon Collins	S	706	4+000.00 A	4+600.00 A
Escuela	Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 31	S	800	4+800.00 A	5+300.00 A
Templo	Iglesia de Dios Central Cabo	S	795	5+300.00 A	5+600.00 A
Parque	Parque Lomas del Faro	S	653	5+600.00 A	6+000.00 A
Templo	Vida Nueva Iglesia Reformada	NE	683	5+600.00 A	6+400.00 A
Escuela	Comunidad Autismo Los Cabos, Casa Ramé	SO	589	7+000.00 A	7+200.00 A
Escuela	Instituto de Ciencias y Humanidades Yenekamu	SO	613	7+200.00 A	8+000.00 A
Hospital	Centro de Salud Cabo San Lucas	SE	607	7+200.00 A	8+000.00 A

Tabla 18. Uso de suelo (sobre el DDV).

Km de inicio (cadenamiento)	Km de fin (cadenamiento)	Tipo de uso de suelo	Descripción
0+000.00 A	1+600.00 A	Matorral Sarco-Crasicaule	
1+600.00 A	3+200.00 A	Agricultura de riego anual y semipermanente	Actividad agrícola temporal semipermanente y permanente, actividad agrícola
3+200.00 A	14+400.00 A	Asentamientos Humanos	Actividades agropecuarias, Unidades habitacionales, colonias y/o fraccionamientos, zona urbana.
14+400.00 A	20+000.00 A	Agricultura de riego anual y semipermanente	Actividad agrícola temporal semipermanente y permanente, actividad agrícola,
20+000.00 A	46+621.13 A	Pastizal inducido, Agricultura de riego anual y semipermanente, Asentamientos Humanos	Actividad agrícola temporal semipermanente y permanente, actividad agrícola, Actividades agropecuarias, Unidades habitacionales, colonias y/o fraccionamientos, zona urbana.

4.4 Análisis y evaluación de riesgos

4.4.1 Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo

4.4.1.1 Análisis preliminar de peligros

Para modelar los posibles escenarios ante una contingencia, que implique un incendio, explosión o nube toxica como los casos que se presentan, se utilizó en programa Aloha, que permite al usuario modelar escenarios de riesgos químicos reales o potenciales, tiene la capacidad de generar estimaciones de zona amenaza para diversos tipos de peligros.

ALOHA puede modelar nubes tóxicas de gas, nubes de gas inflamable, BLEVEs (Boiling Liquid Ampliación de explosiones de vapor), incendios, jet fires, pool fires.

Las estimaciones de la zona amenaza se muestran en una ventana que detallará aspectos importantes del escenario de riesgo, esta información una vez obtenida en el programa, se procesó en el software de Google Earth Pro, y posteriormente en Arc Map, para generar la cartografía final con los resultados de rangos de afectación y el grado de estos.

Para la determinación de los radios potenciales de afectación por la distribución del gas, se modelaron los escenarios de riesgo empleado el software ALOHA (Modelos atmosféricos para simulación de contaminación y riesgos en industrias y comunidades aledañas), el cual permite simular el comportamiento dinámico en el caso de que materiales peligrosos se escapen a la atmósfera y establecer las zonas de riesgo y de amortiguamiento.

El programa ALOHA® (Aerial Locations Of Hazardous Atmospheres – Localización superficial de atmósferas peligrosas) fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos.

Las zonas de seguridad al entorno de la instalación se definieron y justificaron utilizando los criterios que se indican a continuación:

Tabla 19. Criterios

Zona	Toxicidad (Concentración)
Alto Riesgo	IDLH
Amortiguamiento	ERPG2 y ERPG3

En modelaciones por toxicidad, debe considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/seg.

Los puntos de referencia tomados para delimitar la zona de riesgo y amortiguamiento se basan en los parámetros de toxicología de la sustancia, de acuerdo con su nivel de concentración en el ambiente. Para este proyecto de instalación de gasoducto de la empresa Gas Natural del Noroeste, se tomaron el IDHL (Immediately Dangerous to Life or Health) y las ERPGs (Emergency Response Planning Guidelines) nivel dos y tres para determinar las zonas de riesgo y amortiguamiento respectivamente.

El IDLH es un límite establecido originalmente para seleccionar los respiradores para el uso en lugares de trabajo por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos. El IDLH de un producto químico es una estimación de la concentración máxima en el aire al cual un trabajador sano podría ser expuesto sin el sufrimiento de efectos de salud permanentes o un deterioro.

Las Emergency Response Planning Guidelines (ERPGs), son niveles tóxicos de preocupación para predecir el área donde una concentración del gas tóxico puede ser lo suficientemente alto para dañar a una persona. El ERPGs fue desarrollado por el Comité de la American Industrial Hygiene Association.



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Fue desarrollado como pauta de planeamiento para anticipar los efectos de salud adversos en el ser humano, causados por la exposición a productos químicos tóxicos. Las ERPGs son líneas guías con un denominador común: una duración del contacto de 1 hora. Cada pauta identifica la sustancia, sus características químicas y estructurales, los datos animales de la toxicología, experiencia humana, las pautas existentes de la exposición, el análisis razonado detrás del valor seleccionado y una lista de referencias.

ERPG 1: La concentración aerotransportada máxima bajo de la cual se cree que casi todos los individuos podrían ser expuestos hasta 1 hora sin experimentar efectos de salud adversos transitorios suaves o percibir un olor bien definido, desagradable.

ERPG 2: La concentración aerotransportada máxima debajo de la cual se cree que casi todos los individuos podrían ser expuestos hasta 1 hora sin experimentar o presentar efectos irreversibles u otros síntomas serios de salud que podrían deteriorar la capacidad de un individuo de tomar la acción protectora.

4.4.1.2 Antecedentes de Accidentes e Incidentes en proyectos similares

Los hidrocarburos y sus derivados representan una industria de alto riesgo debido a sus características de inflamabilidad y/o explosividad. Adicionalmente, existe el riesgo de derrames o fugas, que también pueden causar importantes daños a personas, bienes o al medio ambiente.

El análisis histórico permite un conocimiento real de los descontroles en el proceso y otras situaciones anormales ocurridas en instalaciones semejantes, hecho que ayuda al planteamiento de situaciones accidentales factibles. A nivel nacional se tienen los registros de accidentes y emergencias ambientales por medio de:

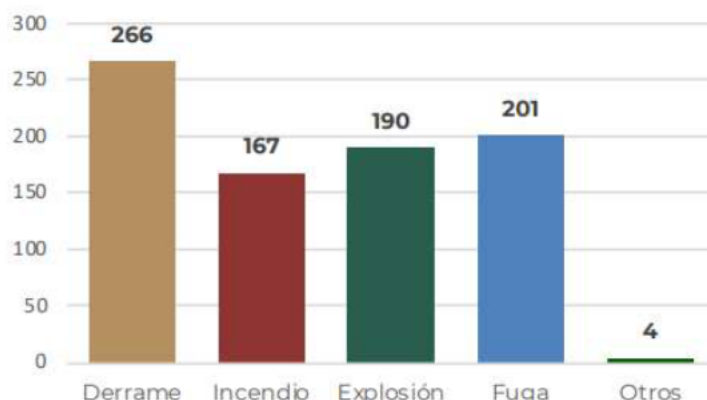
- Reporte de accidentes/incidentes ocurridos en instalaciones de PEMEX
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Subprocuraduría de Inspección Industrial, Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación, Dirección de Emergencias Ambientales. La atención de emergencias donde involucren hidrocarburos se encuentra a cargo de la Agencia de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), sin embargo, la PROFEPA continúa llevando el registro de su ocurrencia.

Durante el 2021 se recibieron 828 notificaciones sobre la ocurrencia de emergencias ambientales asociadas con la liberación de sustancias químicas; de las cuales 266 fueron provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias químicas, 190 por explosiones, 201 por fugas, 167 por incendios en las instalaciones y cuatro por otras causas.

Es importante mencionar que algunos de los derrames ocurridos fueron generados a causa de tomas clandestinas, situación recurrente en el país debido al robo de combustibles.

Como resultado de ello, se instauraron 23 procedimientos administrativos en sitios que fueron contaminados y resultaron afectados en más de un metro cúbico.

Emergencias reportadas en el año 2021



Se registran aquellos accidentes que ocurren en plantas industriales asociados con sustancias químicas y que en la mayoría de los casos los daños ocasionados trascienden los límites de propiedad; así como los que ocurren al exterior por el transporte de estas sustancias, que pueden provocar daños a la población y/o al ambiente, requiriendo la movilización de los cuerpos de respuesta a emergencias (Protección Civil, Bomberos, etc.). Por otro lado, en los estados de Veracruz, Tabasco, Tamaulipas, Guanajuato, Campeche y México se presentaron más del 50% de las emergencias ambientales, concentrándose en Veracruz alrededor del 20% del total a nivel nacional. Esto se debe a que en estos se concentra la mayor actividad petrolera, que provoca un gran movimiento de crudo y sus derivados. En el estado de Guanajuato y México por su posición geográfica, se tiene un gran flujo de vehículos que transportan sustancias químicas.

Es importante destacar que la mayor parte de estos eventos están constituidos por derrames; lo cual tiene especial importancia desde el punto de vista ambiental, ya que en general los productos derramados afectan al suelo y posiblemente al subsuelo, aguas subterráneas y cuerpos de agua superficiales. En el caso de fugas de sustancias peligrosas, aunque estas también pueden afectar a los recursos naturales, la principal preocupación radica en el riesgo que representan para la integridad y salud de las poblaciones, dada la posible rapidez con que pueden propagarse a distancia, abarcando extensiones que pueden ser significantes como nubes tóxicas, inflamables y/o explosivas.

Tabla 20. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

No.	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) Involucrada(s)	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	1995	Guadalajara (Jalisco)	Gasoducto	Gas natural	Fuga	Golpe a ducto por confundir con tubería de agua	No hubo daños materiales ni humanos	Identificación de Tuberías	El Norte
2	1996	Boca-Cárdenas (Tabasco)	Gasoducto	Gas natural	Explosión	Actividades de Mtto. (cambio de Válvula)	1 persona fallecida y 4 heridos	Capacitación en actividades de mantenimiento	El Norte
3	2011	Ecatepec (Estado de México)	Gasoducto	Gas	Fuga	Golpe a tubería con maquinaria pesada	No hubo daños	Evacuación de personas del centro comercial	Periódico El Universal

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

							materiales ni humanos	Las Américas y de un Hotel. / Identificación de tuberías	
4	2012	Zapotlanejo (Jalisco)	Gasoducto	Gas	Fuga e incendio	Golpe a ducto por retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones quien realizaba trabajos en el área sin el permiso de Pemex	2 personas con heridas leves	Evacuación de personas de localidades cercanas /Suspensión del flujo de combustible en el tramo afectado/ Identificación de tuberías	CNN México
5	2013	La Venta, Huimanguillo (Tabasco)	Gasoducto	Gas	Explosión	Golpe a ducto por retroexcavadora de la empresa FIRESA	Tres personas heridas	Identificación de Tuberías o ductos de gas natural	La crónica.
6	2014	San Pedro Garza García (Nuevo Leon)	Ducto de gas	Gas	Explosión e incendio	Choque de un vehículo provocó una fuga de agua. La presión reblandeció la tierra, tiró una barda de una construcción y provocó el hundimiento de parte del pavimento, dañando un ducto de 12 pulgadas de gas natural	No hubo personas heridas ni lesionadas, solo daños materiales (automóviles cercanos)	Las válvulas de paso de gas fueron cerradas.	Excelsior
7	2019	Celaya (Guanajuato)	Ducto de gas	Gas	Explosión	Golpe accidental a ducto y provoca explosión	2 personas heridas	Delimitar área y colocar identificación	El Financiero
8	2019	Reynosa (Tamaulipas)	Ducto de gas	Gas	Explosión	Empleados del municipio se encontraba realizando perforaciones para la creación de un tren pluvial.	No hubo personas heridas ni lesionadas	Desalojo de alrededor de 80 personas que se encontraban cerca del evento /Corte de suministro de gas en tramo dañado	Excelsior
9	2021	Zona Industrial de Coatzacoalcos (Veracruz)	Ducto de gas	Gas	Incendio por fuga	Mala ejecución del mantenimiento	4 personas heridas	Corte de suministro de gas en el tramo dañado /Realizar el mantenimiento de acuerdo al procedimiento	La Jornada
10	2021	Campeche	Ducto de gas	Gas	Explosión	Explosión de ducto de gas provocada por una chispa debido a una tormenta eléctrica.	No hubo lesionados ni personas evacuadas.	Incidente atendido de inmediato, mediante el protocolo de seguridad y embarcaciones contra incendio / cierre de válvulas de ducto.	El País
11	2022	Acambay (Estado de México)	Gasoducto	Gas	Explosión	La causa de la explosión fue debido a la fuga de gas provocada	No hubo víctimas mortales por la explosión ni lesionados	Corte de suministro en el tramo dañado /Atención de Protección Civil	Oil and gas magazine

						por una toma clandestina		y personal de Bomberos.	
12	2023	Nanchital (Veracruz)	Ducto de Cenegas	Gas	Fuga	Fuga de gas tubería dañada detectada en un área verde frente al rancho La Potranca.	No hubo lesionados solo algunas familias evacuadas de la congregación El Chapo.	Cierre de la carretera Nanchital- El Chapo. El área fue acordonada para seccionar la tubería	La Jornada
13	2024	Papantla (Veracruz)	Gasoducto	Gas	Fuga	Falla en instalaciones de Pemex (batería de separación) de la que se derivó una grande fuga	El fuerte olor a gas provocó mareos, vómitos y dolores de cabeza entre los habitantes. 150 familias fueron evacuadas	Al lugar arribaron bomberos municipales, así como personal de contra incendio de Pemex /cierre de suministro en el tramo dañado	La Silla Rota Veracruz.

4.4.1.3 identificación de peligros y de escenarios de riesgo

Basado en la investigación de antecedentes sobre incidentes y/o accidentes de proyectos similares, se considera retomar los diversos eventos con sus respectivas causas para poder realizar su análisis y buscar las mejores recomendaciones así como considerar planes o programas de acción para mitigar dichas probabilidades de que estos eventos sucedan. Para ello se contará con metodologías que permitan sustentar la información y poder realizar las simulaciones correspondientes para determinar el impacto en los diferentes escenarios.

METODOLOGÍA CAUSA-EFECTO

Para elaborar el análisis de las posibles causas que traerán como efecto o resultado una problemática, que pudiera ocasionar daños tanto al equipo, materiales o herramientas, así como al medio ambiente y por supuesto a la población, (personas). Se toma la decisión de realizarlo a través de la metodología Causa-Efecto o también denominado como Diagrama de Pescado el cual es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema. Suele aplicarse a la investigación de las causas de un problema, mediante la incorporación de opiniones de un grupo de personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo. Por ello, está considerada como una de las 7 herramientas básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores resultados.

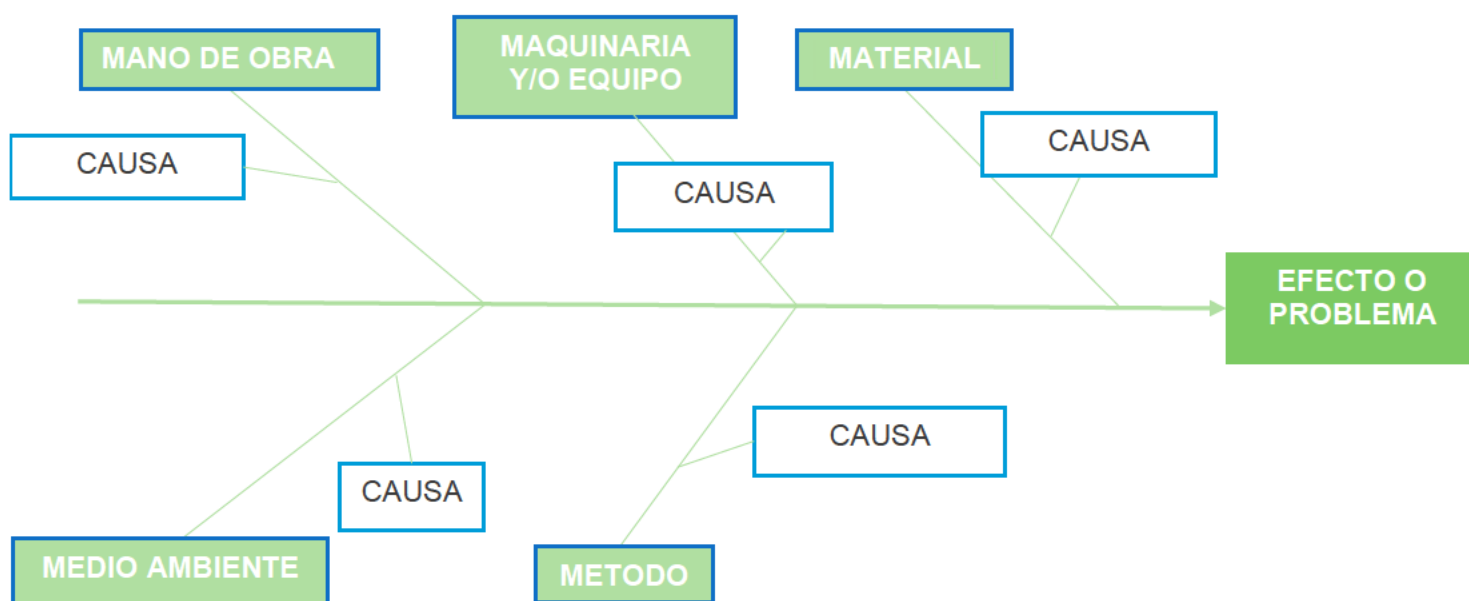
No es una herramienta para resolver un problema, sino visualizar las consecuencias de una serie de efectos que se deben considerar para su minimización o en su caso mitigación completa, tomando acción a través de iniciativas o programas que sirvan como respuesta ante alguna posible situación. Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1) Se determina inequívocamente el problema o efecto a analizar. Debe ser un problema concreto, aunque puedan intervenir diversas causas que lo expliquen.

- 2) Determinar el grupo de personas que deben intervenir en el análisis. Normalmente serán personas relacionadas con el problema directa o indirectamente, de forma que todas ellas puedan aportar ideas.
- 3) Convocar al grupo, anunciándoles el problema concreto que se va a analizar.
- 4) A continuación, se identifican los factores o grupos de causas en que éstas pueden clasificarse. A cada uno de estos factores se les asigna una flecha que entronca en la “espina” principal del pez.

Habitualmente, los factores suelen estar predefinidos como las “4 M” o “5 M”, dependiendo del contexto: 1ª M: Máquinas 2ª M: Mano de obra 3ª M: Método 4ª M: Materiales 5ª M: Medio Ambiente (entorno de trabajo).

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO



METODOLOGÍA, “QUE PASARÍA SÍ?” (WHAT IF).

Con la finalidad de formular preguntas y dibujar escenarios de riesgo, el método: ¿“Que pasaría sí?” (What If) identifica situaciones que pueden provocar accidentes y aporta las posibles mejoras que sean necesarias. Es una técnica cualitativa de identificación de riesgos que se aplica en las industrias Química, Farmacéutica, Petróleo y Gas (tanto en fase de explotación como en refino) y consiste en plantear preguntas direccionadas hacia cualquier condición no normal del diseño de la instalación u operación.

Su ámbito de aplicación es muy amplio, no existe ninguna limitación en cuanto a las áreas que pueden abarcar las preguntas, se puede usar en cualquier ámbito que sea de interés de estudio, como seguridad eléctrica, protección contra incendios, seguridad personal, etc. Por mencionar algunos de los objetivos que persigue esta metodología son:

Identificar los eventos que pueden provocar accidentes de gran importancia.



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Identificar de una forma efectiva todas las condiciones y las situaciones que tengan un carácter peligroso más probable.

Aportar diferentes sugerencias necesarias para poder iniciar un proceso operativo disminuyendo el riesgo que puede generar la instalación.

Mediante su aplicación se cuestiona el resultado de la presencia de situaciones inesperadas que pueden provocar consecuencias adversas dentro de un proceso o de una planta. El resultado del trabajo será un listado de posibles escenarios incidentales, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción del riesgo.

Con la combinación de las metodologías antes mencionadas, se crea un panorama de posibles casos que pudieran generar un incidente o accidente que impacten de manera importante el área donde se ubica, hablando desde las instalaciones, equipo, maquinaria, así como el medio ambiente o a cierto grupo de la población.

De esta manera se crean posibles escenarios donde la finalidad es crear respuestas ante estos posibles casos en caso de que llegaran a suceder. Los escenarios se consideran también a partir de antecedentes históricos sobre accidentes en este rubro que han acontecido en algunos lugares del país conociendo las consecuencias, con el objetivo de que no se repitan y en su defecto contar con un programa de acción o plan de acción que ayude en la minimización o mitigación de las posibles causas que dieran lugar a efectos negativos.

4.4.1.4 jerarquización de escenarios de riesgo

La matriz de riesgos te permite analizar el riesgo al definir cada evento como de impacto alto, medio o bajo en una escala del 1 al 25. Una vez que evalúes la gravedad y la probabilidad de cada riesgo, otorgarás la prioridad correspondiente a cada uno y te prepararás para ellos en consecuencia.

		Gravedad →				
		1	2	3	4	5
		insignificante	Menor	Moderada	Importante	Catastrófica
Probabilidad ↑	5 Muy probable	5	10	15	20	25
	4 Probable	4	8	12	16	20
	3 Posible	3	Escenario 1,2 y 9 6	Escenario 6 y 7 9	Escenario 5 y 8 12	Escenario 3 y 4 15
	2 No es probable	2	4	6	8	10
	1 Muy improbable	1	2	3	4	5

La escala de gravedad mide qué tan graves serán las consecuencias de cada riesgo. En una matriz de cinco por cinco, tendrás cinco niveles en tu escala de gravedad.

- Insignificante (1): El riesgo generará pocas consecuencias si ocurriera.
- Menor (2): Las consecuencias del riesgo se gestionarán con facilidad.
- Moderada (3): Las consecuencias del riesgo tardarán en mitigarse.
- Importante (4): Las consecuencias de este riesgo serán significativas y pueden causar daños a largo plazo.
- Catastrófica (5): Las consecuencias de este riesgo serán muy perjudiciales y puede resultar difícil recuperarse.

La escala de probabilidad identifica que tan probable es que ocurra cada riesgo.

- Muy probable (5): Puedes estar bastante seguro de que este riesgo ocurrirá en algún momento.
- Probable (4): Existe una gran probabilidad de que este riesgo ocurra.
- Posible (3): Este riesgo podría ocurrir o no. Las probabilidades de que suceda son 50/50.
- No es probable (2): Existe una gran probabilidad de que este riesgo no ocurra.
- Muy improbable (1): El hecho de que este riesgo ocurra es una posibilidad remota.

Cuando colocas un riesgo en la matriz en función de su probabilidad y gravedad, obtendrás el nivel de impacto del riesgo. El impacto del riesgo está codificado por color de amarillo a rojo y clasificado en una escala de 1 a 25.

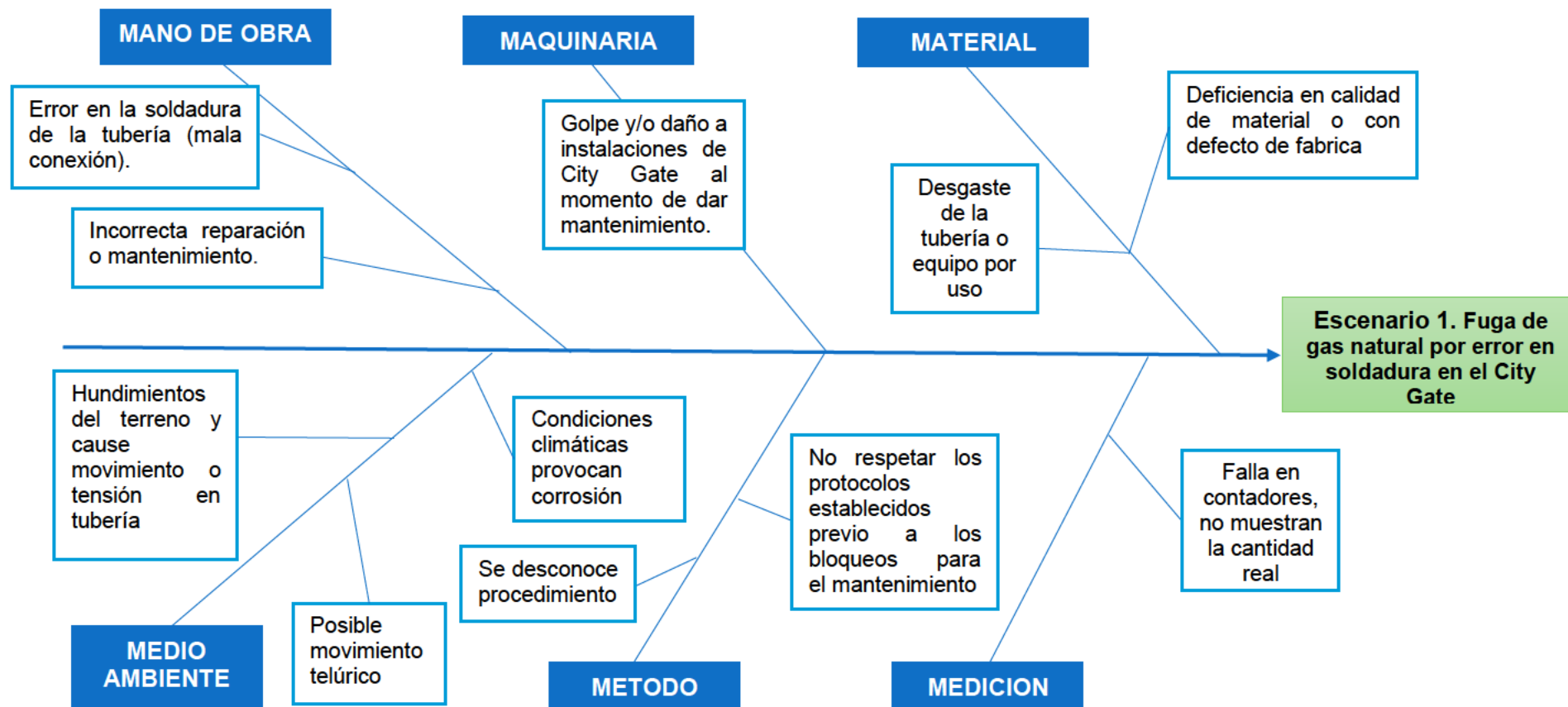
Bajo (1-6): Es probable que los eventos de bajo riesgo no sucedan y, si suceden, no tendrán consecuencias significativas.	
Medio (7-12): Los eventos de riesgo medio son una molestia y pueden causar contratiempos en el proyecto.	
Alto (13-25): Dado que es probable que estos riesgos ocurran y tengan consecuencias graves, son lo más importantes.	

Tabla 21. Clasificación de los escenarios de acuerdo al nivel de riesgo

Escenarios	Escala del impacto de riesgo
Escenario 1. Fuga de gas natural por error en soldadura en el City Gate.	6
Escenario 2. Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #01 por golpe y/o daño al momento del mantenimiento.	6
Escenario 3. Golpe y ruptura de tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-03) por mantenimiento vial.	15
Escenario 4. Fuga de Gas Natural en ERM (cliente industrial 01) por golpe vehicular accidental.	15
Escenario 5. Ruptura parcial y/o daño al sistema de distribución (en válvula de seccionamiento #02) de gas natural a causa de mejoras o mantenimientos por parte del municipio en zona comercial.	12
Escenario 6. Fuga y/o daño a tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-04) por mantenimiento vial en carr. Transpeninsular	9
Escenario 7. Daño al gasoducto en punto de inflexión (P.I. 323) por actividades de mantenimiento.	9
Escenario 8. Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #10 por golpe vehicular	12
Escenario 9. Fuga de Gas Natural en ER 17 por error de mantenimiento.	6

4.4.2 análisis cuantitativo de riesgo

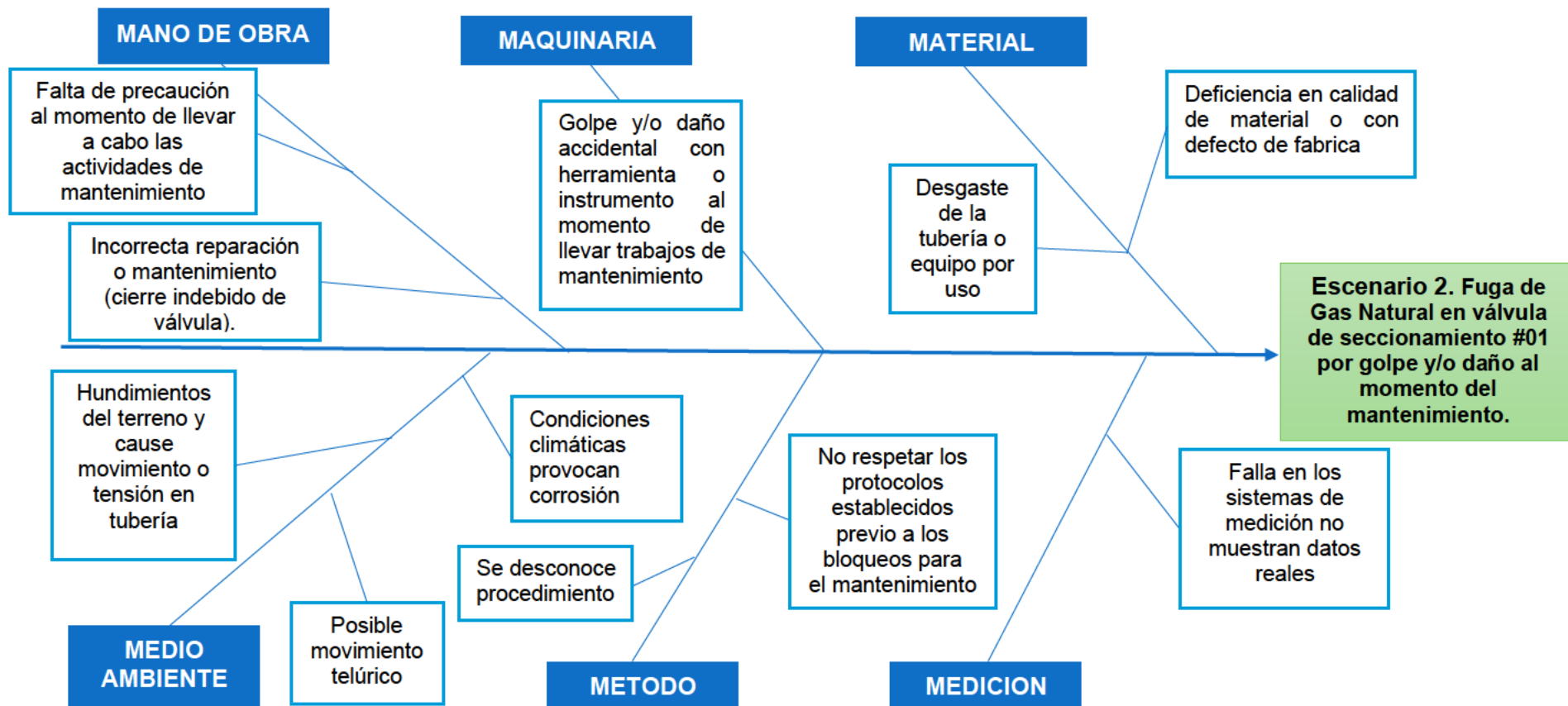
4.4.2.1 análisis de frecuencia



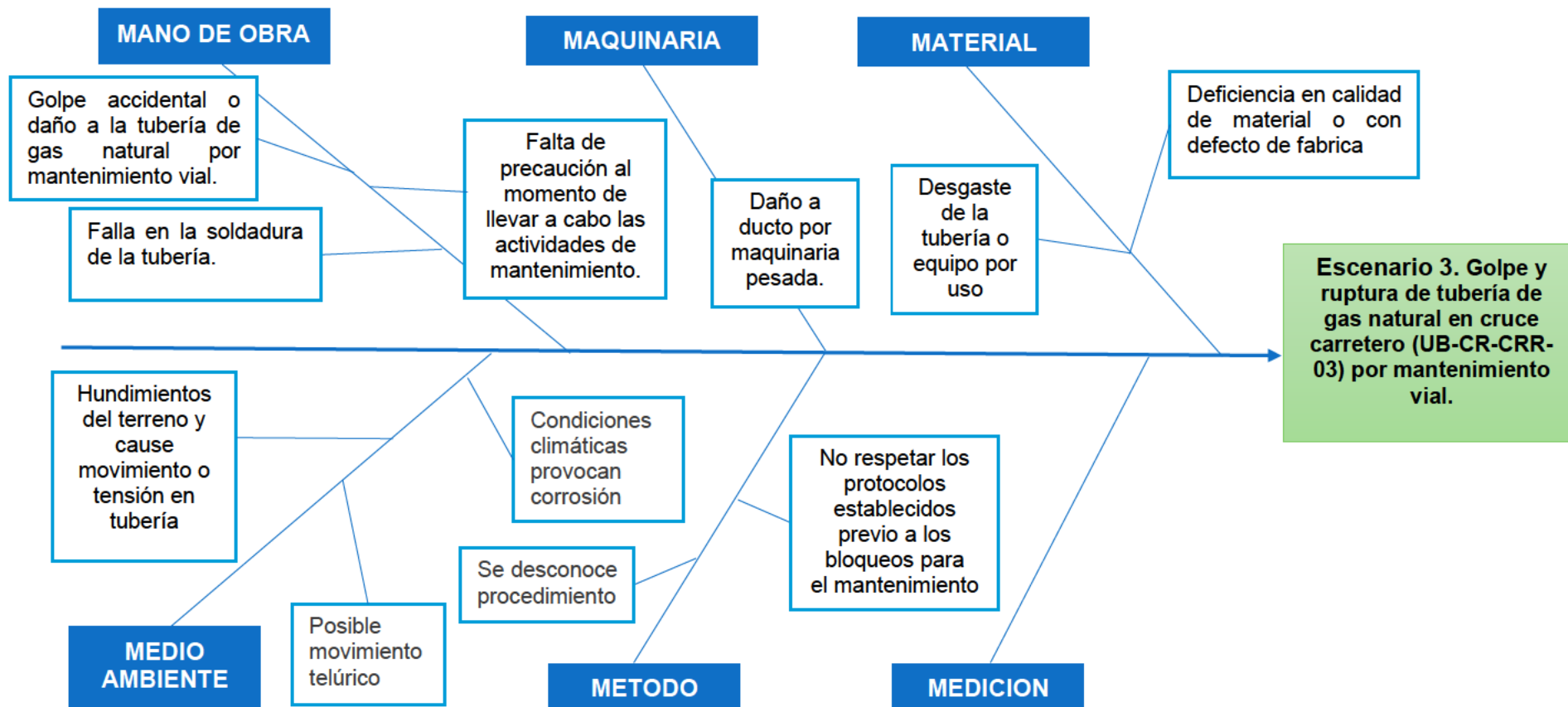
Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 1						
1	Error en la soldadura de la tubería. (Mala conexión)	Fuga de gas natural por error en soldadura en el City Gate	4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
2	Incorrecta reparación o mantenimiento.		3	3	9	Capacitación constante al personal, revisiones periódicas a las instalaciones
3	Golpe y/o daño a instalaciones de City Gate al momento de dar mantenimiento.		3	4	12	Programa de capacitación al personal, actualización y revisiones constantes.
4	Desgaste de la tubería por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
5	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fabrica		4	1	4	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
6	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Revisión constante para detectar posibles hundimientos
7	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
8	Condiciones climáticas provocan corrosión		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento.
9	No respetar los protocolos establecidos previo a los bloqueos para el mantenimiento		4	3	12	Capacitación al personal a cerca de las actividades de mantenimiento.
10	Se desconoce el procedimiento		3	2	6	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
11	Falla en contadores, no muestran la cantidad real		3	4	12	Programa de operación y mantenimiento. Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad.

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

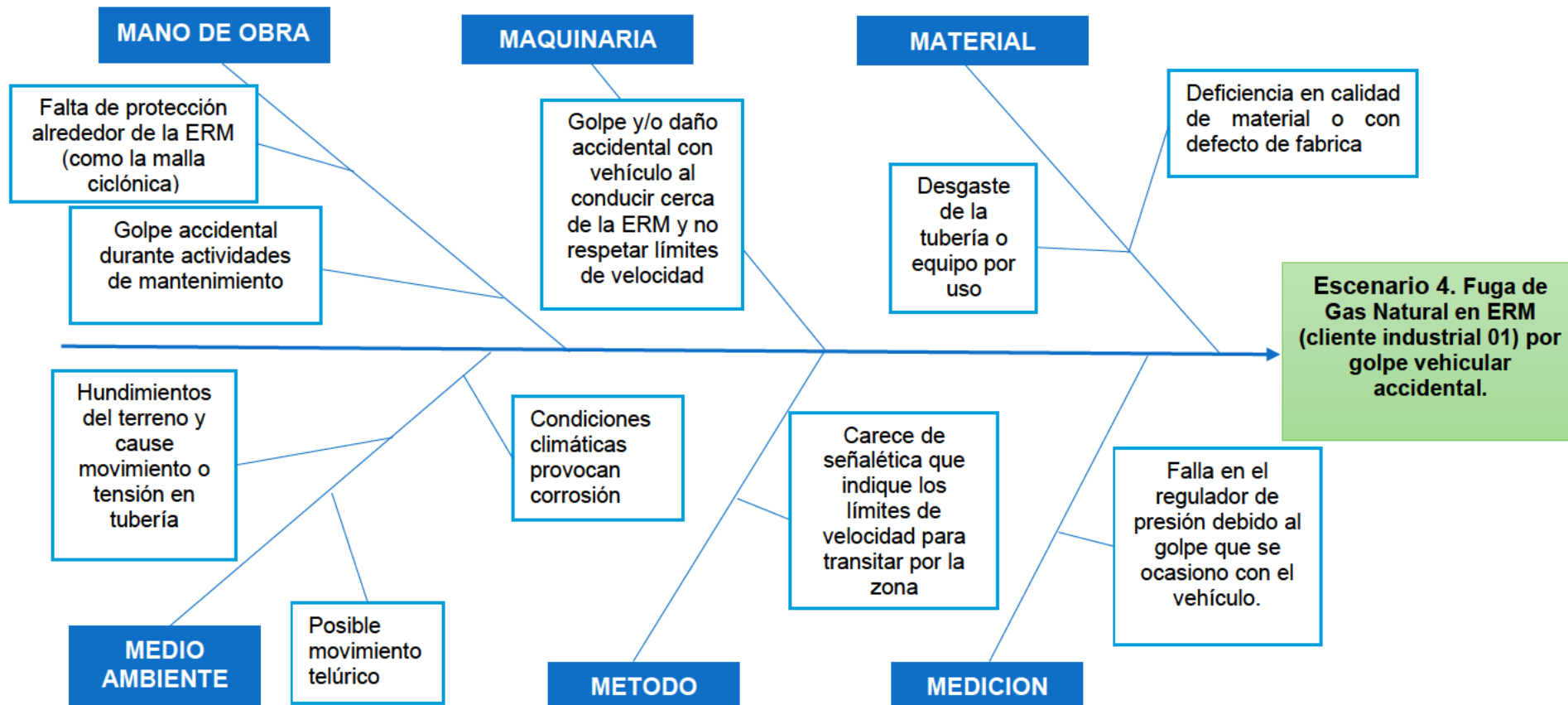


No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 2						
1	Falta de precaución al momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento.	Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #01 por golpe y/o daño al momento del mantenimiento.	4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
2	Incorrecta reparación o mantenimiento (cierre indebido de válvula)		3	3	9	Patrullaje constante en la línea de gasoducto y Plan de respuesta a emergencias, capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
3	Golpe y/o daño accidental con herramienta o instrumento al momento de llevar trabajos de mantenimiento		3	4	12	Plan de respuesta a emergencias, programa de capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
4	Desgaste de la tubería por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
5	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
6	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Revisión constante para detectar posibles hundimientos
7	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
8	Condiciones climáticas provocan corrosión.		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento.
9	Se desconoce procedimiento		3	2	6	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
10	No respetar los protocolos establecidos previo a los bloqueos para el mantenimiento		4	3	12	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento
11	Falla en los sistemas de medición no muestran datos reales		4	3	12	Programa de operación y mantenimiento.



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 3						
1	Golpe accidental o daño a la tubería de gas natural por mantenimiento vial.	Golpe y ruptura de tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-03) por mantenimiento vial.	3	5	15	Programa de capacitación al personal, revisiones constantes, Plan de respuesta a emergencias.
2	Falla en la soldadura de la tubería.		4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento. Patrullaje constante en la línea de gasoducto
3	Falta de precaución al momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento.		4	2	8	Programa de operación y mantenimiento;
4	Daño a ducto por maquinaria pesada.		3	5	15	Plan de respuesta a emergencias, Señalítica.
5	Desgaste de la tubería o equipo por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
6	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad.
7	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería.		3	3	9	Revisión constante para detectar posibles hundimientos.
8	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
9	Condiciones climáticas provocan corrosión.		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento.
10	Se desconoce el procedimiento		3	2	6	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
11	No respetar los protocolos establecidos previo a los bloqueos para el mantenimiento.		4	3	12	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.



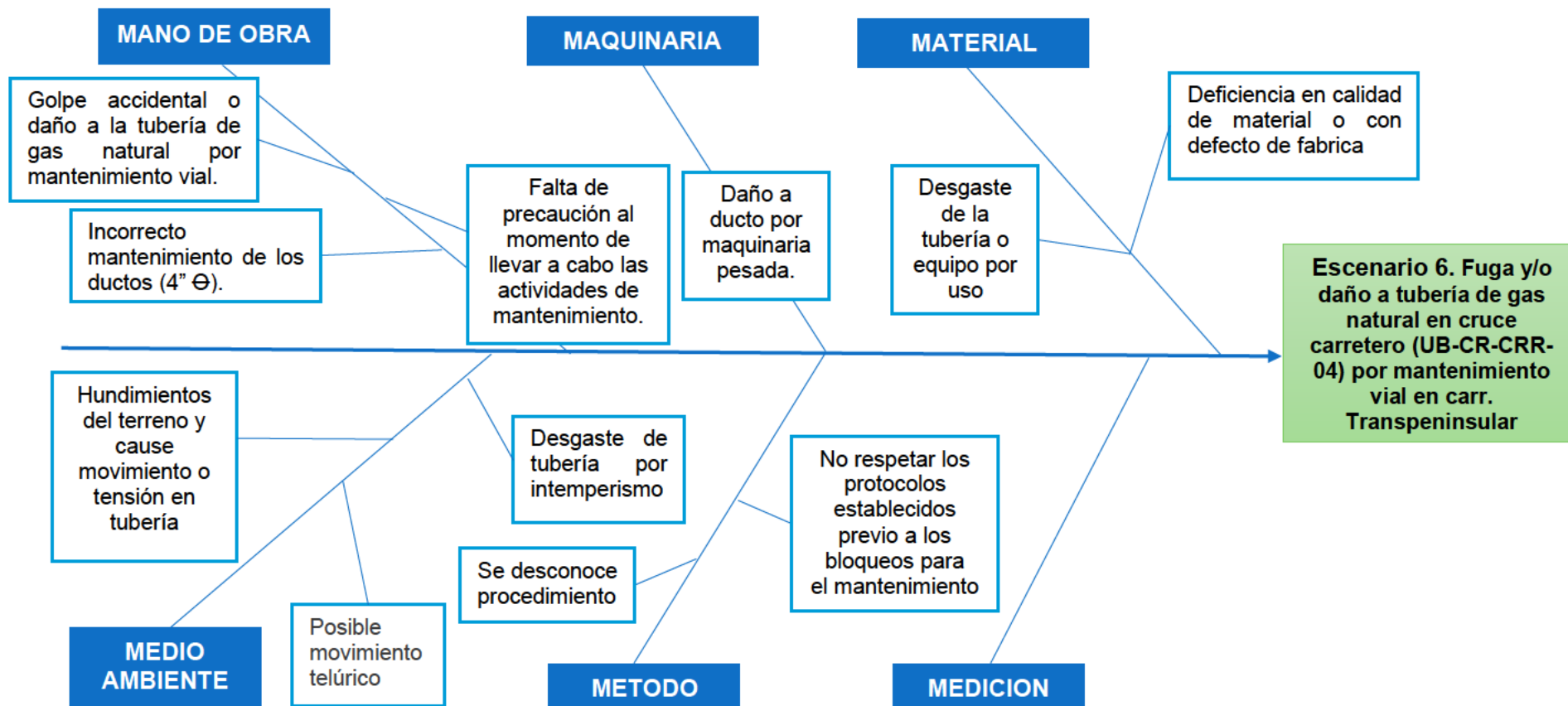
No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 4						
1	Falta de protección alrededor de la ERM (como la malla ciclónica)	Fuga de Gas Natural en ERM (cliente industrial 01) por golpe vehicular accidental.	3	4	12	Capacitación constante al personal, revisiones periódicas a las instalaciones Programa de operación y mantenimiento.
2	Golpe accidental durante actividades de mantenimiento.		3	4	12	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento
3	Golpe y/o daño accidental con vehículo al conducir cerca de la ERM y no respetar límites de velocidad.		3	5	15	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
4	Desgaste de la tubería o equipo por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
5	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad.
6	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería.		3	3	9	Revisión constante para detectar posibles hundimientos.
7	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
8	Condiciones climáticas provocan corrosión.		3	3	9	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad; Reemplazo de tuberías
9	Carece de señalética que indique los límites de velocidad para transitar por la zona.		4	2	8	Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos que solo personal autorizado pueda manipular.
10	Falla en el regulador de presión debido al golpe que se ocasiono con el vehículo.		4	3	12	Programa de operación y mantenimiento.





Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 5						
1	Golpe o daño a ducto por excavaciones por mantenimiento o mejoras por parte del municipio.	Ruptura parcial y/o daño al sistema de distribución de gas natural (válvula de seccionamiento #02) a causa de mejoras o mantenimientos por parte del municipio en zona comercial.	3	5	15	Programa de capacitación al personal, revisiones constantes, Plan de respuesta a emergencias.
2	Error en soldadura de la tubería.		4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento. Patrullaje constante en la línea de gasoducto
3	Daño a ducto por uso de maquinaria pesada.		3	5	15	Plan de respuesta a emergencias.
4	Desgaste de la tubería o equipo por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
5	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad.
6	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería.		3	3	9	Revisión constante para detectar posibles hundimientos.
7	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
8	Desgaste de tubería por intemperismo.		3	3	9	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad; Reemplazo de tuberías.
9	Carece de señalética que indique el paso del sistema de distribución de gas natural.		4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento
10	Se desconoce procedimiento y/o medidas de seguridad.		3	2	6	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
11	Falla en el sistema de medición debido al golpe ocasionado.		4	3	12	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.





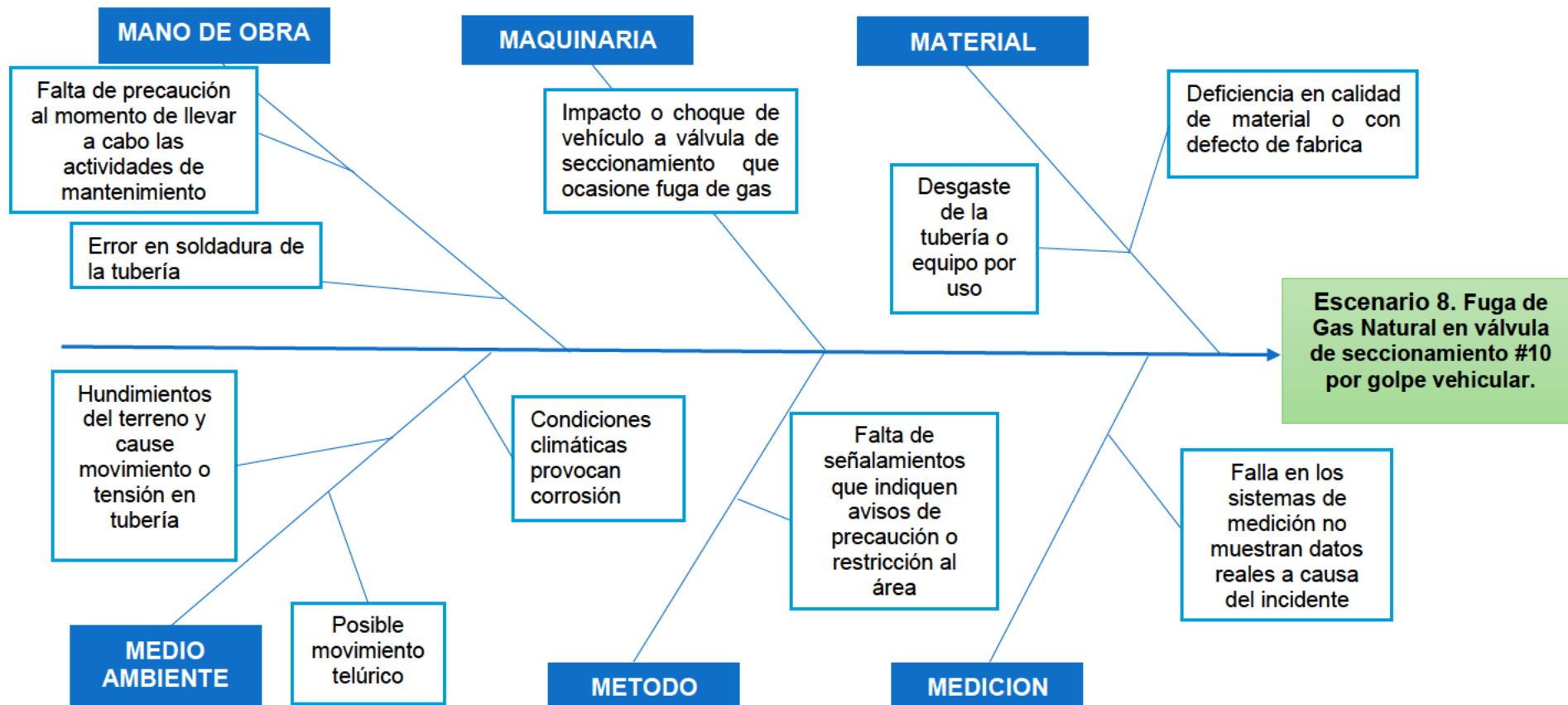
Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 6						
1	Golpe accidental o daño a la tubería de gas natural por mantenimiento vial.	Fuga y/o daño a tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-04) por mantenimiento vial en carr. Transpeninsular.	3	5	15	Programa de capacitación al personal, revisiones constantes, Plan de respuesta a emergencias.
2	Incorrecto mantenimiento de los ductos (4" Ø).		4	2	8	Capacitación constante al personal, revisiones periódicas a las instalaciones Programa de operación y mantenimiento.
3	Falta de precaución al momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento.		4	2	8	Programa de operación y mantenimiento; capacitación al personal.
4	Daño a ducto por maquinaria pesada.		3	5	15	Plan de respuesta a emergencias, Señalética.
5	Desgaste de la tubería o equipo por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
6	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad.
7	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería.		3	3	9	Revisión constante para detectar posibles hundimientos.
8	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
9	Desgaste de tubería por intemperismo.		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento.
10	Se desconoce el procedimiento		3	2	6	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
11	No respetar los protocolos establecidos previo a los bloqueos para el mantenimiento.		4	3	12	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.

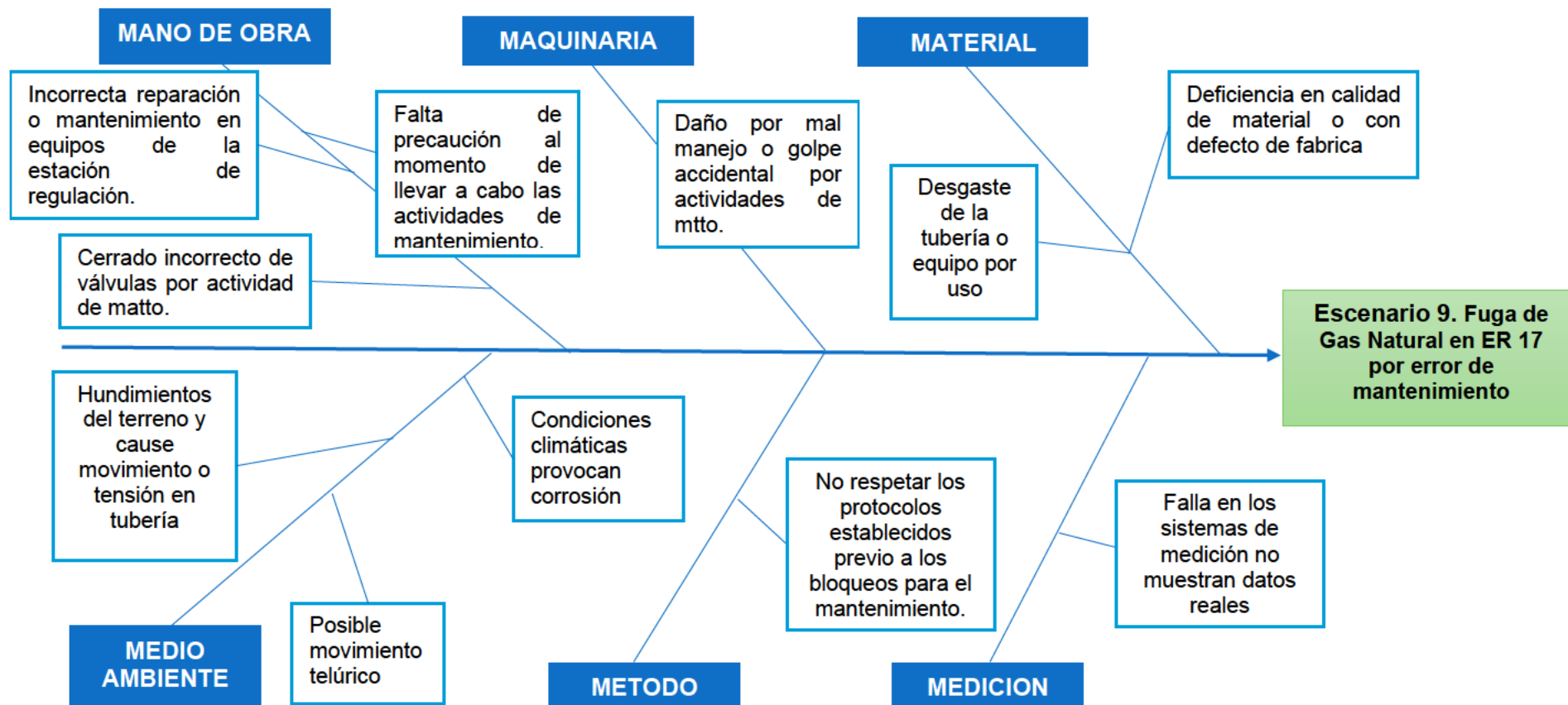


Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 7						
1	Golpe accidental o daño a la tubería de gas natural por mantenimiento.	Daño al gasoducto en punto de inflexión (P.I. 323) por actividades de mantenimiento.	3	5	15	Programa de capacitación al personal, revisiones constantes, Plan de respuesta a emergencias.
2	Falta de precaución al momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento.		4	2	8	Capacitación al personal, Programa de operación y mantenimiento.
3	Incorrecto mantenimiento a gasoducto en el punto de inflexión.		4	3	12	Capacitación constante al personal, revisiones periódicas a las instalaciones Programa de operación y mantenimiento.
4	Daño a ducto por uso de maquinaria pesada.		3	5	15	Plan de respuesta a emergencias.
5	Desgaste de la tubería o equipo por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
6	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad.
7	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería.		3	3	9	Revisión constante para detectar posibles hundimientos.
8	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
9	Desgaste de tubería por intemperismo.		3	3	9	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad; Reemplazo de tuberías.
10	No respetar los protocolos establecidos previo a los bloqueos para el mantenimiento.		4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
11	Se desconoce procedimiento.		3	2	6	



No.	¿QUE PASARIA SI?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 8						
1	Falta de precaución al momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento.	Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #10 por golpe vehicular.	4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
2	Error en soldadura de la tubería.		3	2	6	Patrullaje constante en la línea de gasoducto y Plan de respuesta a emergencias, capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
3	Impacto o choque de vehículo a válvula de seccionamiento que ocasione fuga de gas.		3	4	12	Plan de respuesta a emergencias, programa de capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
4	Desgaste de la tubería por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
5	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
6	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Revisión constante para detectar posibles hundimientos
7	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
8	Condiciones climáticas provocan corrosión.		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento.
9	Falta de señalamientos que indiquen avisos de precaución o restricción al área.		4	3	12	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento
10	Falla en los sistemas de medición no muestran datos reales a causa del incidente.		4	3	12	Programa de operación y mantenimiento.



No.	¿QUE PASARIA SÍ?	CONSECUENCIAS	P	R	PR	RECOMENDACIONES
Escenario 9						
1	Incorrecta reparación o mantenimiento en equipos de la estación de regulación.	Fuga de Gas Natural en ER 17 por error de mantenimiento.	4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
2	Cerrado incorrecto de válvulas por actividad de matto		4	1	4	Patrullaje constante en la línea de gasoducto y Plan de respuesta a emergencias, capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
3	Falta de precaución al momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento		4	2	8	Plan de respuesta a emergencias, programa de capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.
4	Daño por mal manejo o golpe accidental por actividades de mto.		4	3	12	Programa de capacitación al personal, revisiones constantes, Plan de respuesta a emergencias
5	Desgaste de la tubería por uso		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
6	Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.		4	1	4	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías; Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad
7	Hundimientos del terreno y cause movimiento o tensión en tubería		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Revisión constante para detectar posibles hundimientos
8	Posible movimiento telúrico		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento; Contar con programa de respuesta a emergencias
9	Condiciones climáticas provocan corrosión.		3	3	9	Programa de operación y mantenimiento.
10	No respetar los protocolos establecidos previo a los bloqueos para el mantenimiento.		4	2	8	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento
11	Falla en los sistemas de medición no muestran datos reales.		4	3	12	Programa de operación y mantenimiento.

4.4.2.2 Análisis de consecuencia

De acuerdo a las actividades desarrolladas por la empresa, existen posibles riesgos los cuales de suscitarse causarían determinados daños de acuerdo a su naturaleza, dado que por el sistema que conforma el gasoducto contiene varias características que van desde el material empleado, uniones, direccionales, presión por parte del gas a la cual estará sometido, además de factores externos tanto ambientales como derivados de actividades antrópicas.

El Análisis de Consecuencias de incendios, explosiones y nubes tóxicas es una metodología de Análisis de Riesgos que permite estimar la medida de los efectos esperados de la ocurrencia de un evento potencialmente peligroso.

Los daños o efectos en un evento potencialmente peligroso pueden ser mayores o menores dependiendo del tiempo al que se exponga a este nivel de energía, principalmente en lo que se refiere a la radiación térmica; y en el caso de la explosión (sobrepresión) la duración de una fuga, determina la cantidad de masa que se libera de la sustancia y por lo tanto las dimensiones de la explosión y sus ondas de sobrepresión.

Ahora, para poder llevar a cabo la evaluación de los riesgos que se pudiesen suscitar, de acuerdo a los eventos definidos, se hizo uso del software Aloha en su versión 5.4.7, en el cual se pueden realizar simulaciones de escenarios que muestren las áreas que de acuerdo al evento modelado se vean más vulnerables, así mismo obteniendo criterios como distancias, zonas de afectación y cantidad de energía liberada durante el evento sucedido. Esto sirve totalmente como una base para poder generar las medidas correspondientes en cuanto a actividades de prevención, corrección o mitigación según sea el caso correspondiente.

Modelación de explosiones (Sobrepresión)

Para lograr obtener los resultados de las modelaciones a causa de eventos derivados de explosiones por sobrepresión que se derivan de los escenarios elegidos en la elaboración del presente estudio, se utilizó del software Aloha en su versión 5.4.7

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

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

Modelación de incendio

Para este caso, la modelación determina los radios de afectación y de acuerdo a estos la letalidad de las quemaduras que se pudiesen provocar, así mismo arroja la energía liberada en kw/m^2 .

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

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

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

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

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

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m² durante sólo 0.4 segundos antes de que sienta dolor.

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

Tabla 22. Efectos de la Radiación Térmica.

Intensidad (kW/m ²)	Efectos
37.5	Suficiente para causar daños en materiales,
25	Energía mínima para ignición de madera en una exposición indefinida,
12.5	Energía mínima para ignición de madera, fusión de tubería plástica,
9.5	Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos,
4	Suficiente para causar dolor a personas si no se resguarda después de 20 segundos; posibles quemaduras de segundo grado
1.6	No causará incomodidad en exposiciones prolongadas

FUENTE: Chemical Process Quantitative Risk Analysis, CCPS, 1989.

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

Tabla 23. Efectos por sobrepresión.

Sobrepresión		Efectos
kPa	psi	
0.7 a 1	0.1 a 0.15	Cristales rotos (5%).
1.4 a 3	0.2 a 0.44	Cristales rotos (50%).
3 a 6	0.44 a 0.87	Cristales rotos (90%).
3 a 5	0.44 a 0.73	Tejas desplazadas.

6 a 9	0.87 a 1.31	Marcos de puertas y ventanas rotos.
14 a 28	2.03 a 4.06	Caída parcial de casas.
35 a 80	5.08 a 11.6	50% a 75% destrucción de casas.
80 a 260	11.6 a 37.71	Demolición completa.

Descripción de los Escenarios

Los parámetros utilizados para realizar las simulaciones, fueron en base a lo establecido por la guía SEMARNAT:

Tabla 24. Criterios para el análisis de consecuencias.

Parámetros	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo a equipos	50000 ppm	12.5 Kw/m ²	3 psi (lb/plg ²)
Zona de alto riesgo	30000 ppm	5 KW/m ²	1 psi (lb/plg ²)
Zona de amortiguamiento	5000 ppm	1.4 KW/m ²	0.5 psi (lb/plg ²)

Los escenarios que se describen a continuación, corresponden a fugas de gas que alcanzan una fuente de ignición (JET FIRE) y sobrepresión provocada por nubes explosivas, en algunos puntos de la trayectoria del sistema para transporte, principalmente.

Escenario 1: Fuga de gas natural por error en soldadura en el City Gate.

Fuego y Explosión: Una vez identificados los riesgos en un sistema, es necesario evaluar los efectos de su ocurrencia en términos de sus consecuencias hacia las personas y sus bienes materiales.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m² durante sólo 0.4 segundos antes de que se sienta dolor.

Este escenario considera una fuga en la interconexión con el City Gate en el municipio de Los Cabos, en donde de acuerdo a las condiciones presentes al momento de la simulación, se tendrían los siguientes resultados obtenidos del software Aloha 5.4.7.

Radios de afectación por radiación térmica (Jet Fire).

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

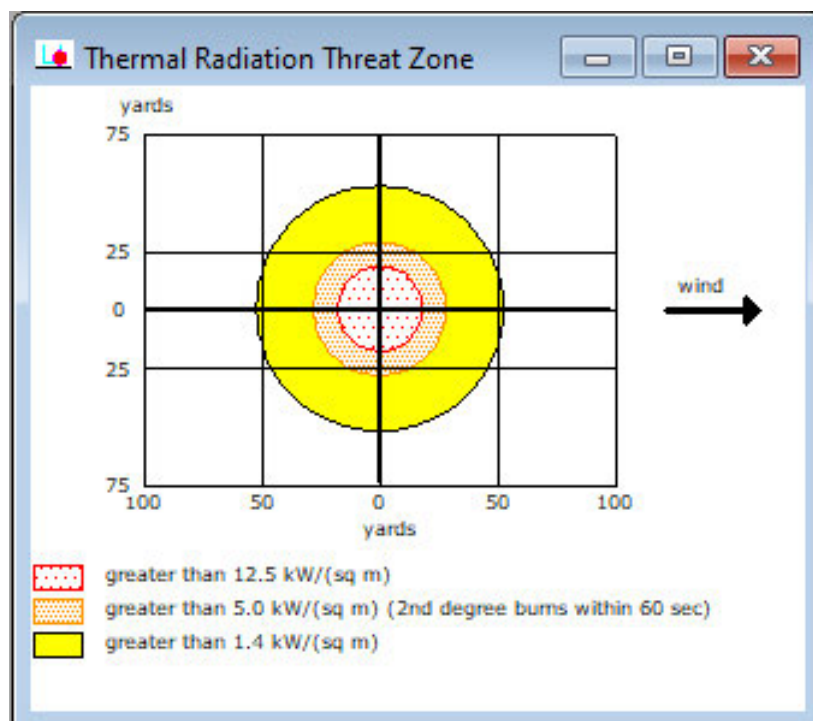
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas is burning as it escapes from pipe
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 7700 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 4 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Max Flame Length: 5 yards
 Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
 Max Burn Rate: 1,150 pounds/min
 Total Amount Burned: 11,187 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 18 yards --- (12.5 kW/(sq m))
 Orange: 28 yards --- (5.0 kW/(sq m)) = 2nd degree burns within 60 sec
 Yellow: 53 yards --- (1.4 kW/(sq m))



De acuerdo a la magnitud del evento denominado como chorro de fuego, los daños ocasionados son los siguientes; para la zona denominada de alto riesgo a equipos con un radio de afectación de 16.46 metros, que se muestra en el diagrama anterior, al igual la zona de alto riesgo con 9.14 metros de radio de afectación y la zona de amortiguamiento con 22.86 metros de radio de afectación.

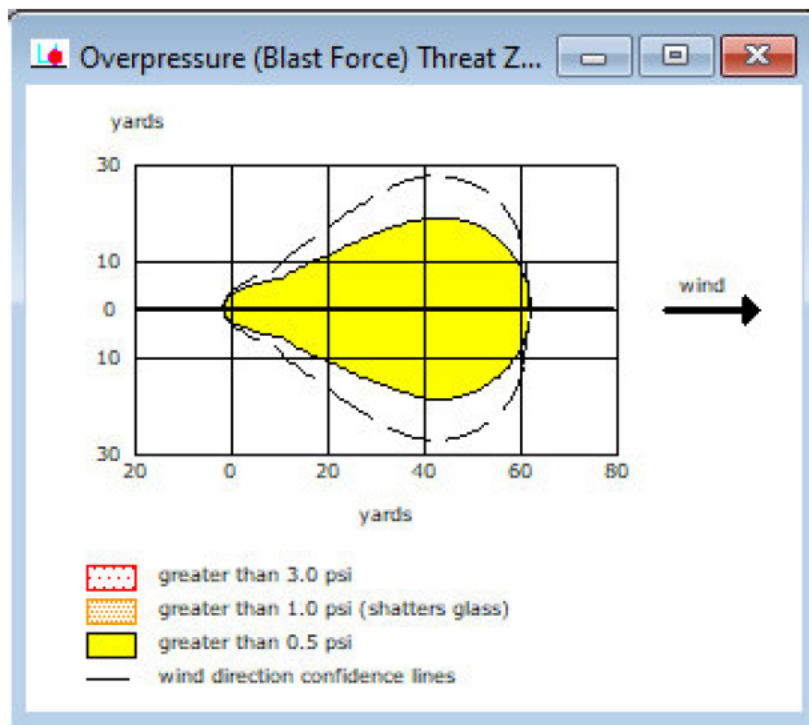
Tabla 25. Radios de afectación por jet fire en escenario 1

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	16.46	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	9.14	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	22.86	Zona de Amortiguamiento

Para este mismo escenario, pero con la ocurrencia de una explosión por sobrepresión, se tendrían los siguientes resultados.

Explosión por Sobrepresión.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]	
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help	
SITE DATA:	
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO	
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)	
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)	
CHEMICAL DATA:	
Chemical Name: METHANE	
CAS Number: 74-82-8	Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm	PAC-2: 230000 ppm
PAC-3: 400000 ppm	
LEL: 50000 ppm	UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F	
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm	
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%	
ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)	
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters	
Ground Roughness: urban or forest	Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C	Stability Class: D
No Inversion Height	Relative Humidity: 25%
SOURCE STRENGTH:	
Flammable gas escaping from pipe (not burning)	
Pipe Diameter: 10 inches	Pipe Length: 7700 meters
Unbroken end of the pipe is closed off	
Pipe Roughness: smooth	Hole Area: 4 sq in
Pipe Press: 300 psia	Pipe Temperature: 18° C
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour	
Max Average Sustained Release Rate: 1,030 pounds/min	
(averaged over a minute or more)	
Total Amount Released: 11,187 pounds	
THREAT ZONE:	
Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion	
Type of Ignition: ignited by spark or flame	
Level of Congestion: uncongested	
Model Run: Gaussian	
Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)	
Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)	
Yellow: 62 yards --- (0.5 psi)	



Según los datos obtenidos del incidente en el cual ocurre una explosión por sobrepresión, se obtuvieron los rangos de afectación que muestra la siguiente tabla.

Tabla 26. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 1

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	56.7	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica

Las características de este tercer incidente que se pudiese suscitar en el escenario 1, se muestran a continuación.

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 7700 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 4 sq in
Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 1,030 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 11,187 pounds

THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red : 18 yards --- (400000 ppm = PAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: 23 yards --- (230000 ppm = PAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: 44 yards --- (65000 ppm = PAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Toxic Threat Zone

Model Run: Gaussian
Red : 18 yards --- (400000 ppm = PAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: 23 yards --- (230000 ppm = PAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: 44 yards --- (65000 ppm = PAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Para este evento, como lo muestra la figura anterior, no se alcanzaron a graficar los radios de afectación, esto debido a que la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, sin embargo, arrojo notas las cuales no se dibujan pues hacen que las predicciones de dispersión sean menos confiables para distancias cortas.

Tabla 27. Radios de afectación por toxicidad en escenario 1.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	16.45	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	4.57	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	19.20	Zona de amortiguamiento

Escenario 2. Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #01 por golpe y/o daño al momento del mantenimiento.

Jet fire (Chorro de fuego).

La evaluación de los efectos térmicos en el escenario reporta que el gas emitido por la fuga de gas en el regulador, en caso de encontrar una fuente de ignición tendría los siguientes radios de afectación, considerando como tiempo de exposición 7 minutos, así los resultados son la radiación a la que se expone una persona por cada minuto que permanece frente al siniestro.

Los datos empleados para realizar esta modelación son los siguientes:

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:

Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8
Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

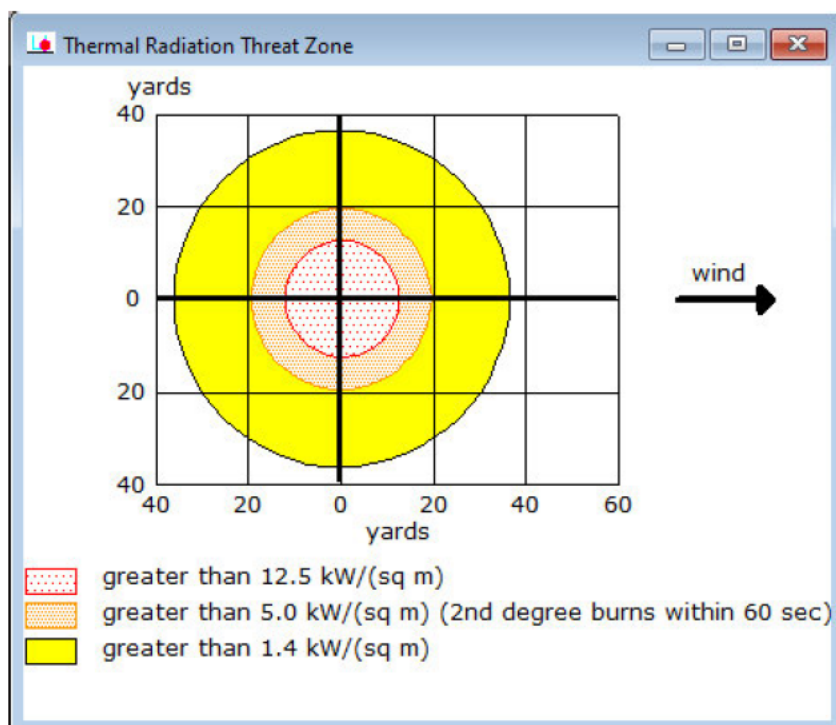
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas is burning as it escapes from pipe
Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 740 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 2 sq in
Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
Max Flame Length: 4 yards Burn Duration: 17 minutes
Max Burn Rate: 577 pounds/min
Total Amount Burned: 1,078 pounds

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 13 yards --- (12.5 kW/(sq m))
Orange: 20 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 37 yards --- (1.4 kW/(sq m))



Radios de afectación por radiación térmica en el Escenario 2 se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 28. Radios de afectación por jet fire en escenario 2.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	11.88	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	6.40	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	15.54	Zona de Amortiguamiento

Explosión por Sobrepresión.

Ahora, en este escenario 2, al tener un evento en el cual se diera una **explosión por sobrepresión**, se tendrían las siguientes consideraciones. Teniendo en cuenta las características; ambientales del área, propiedades físicas y químicas del gas.

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

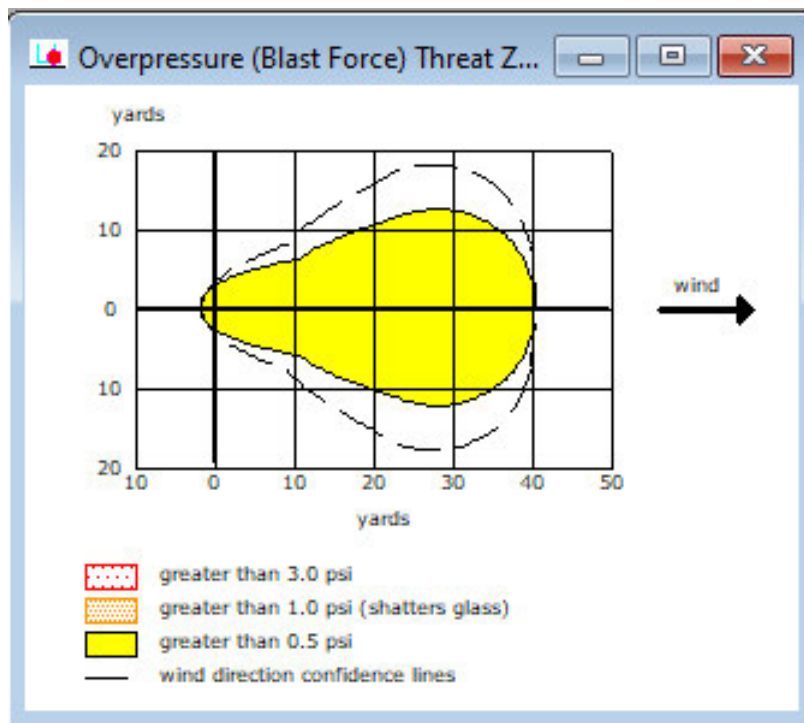
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 740 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 2 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 17 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 447 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 1,078 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 41 yards --- (0.5 psi)



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

De acuerdo a la magnitud de la explosión por sobrepresión, los niveles de peligro no fueron superados entendiendo que serían mínimos o no tendrían relevancia los daños causados por la explosión, es por ello que la gráfica muestra solo la zona de amortiguamiento.

Tabla 29. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 2.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	37.5	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica.

ALOHA 5.4.7 - [Test Summary]

File Edit SiteData Setup Display Sharing Help

Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8
 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

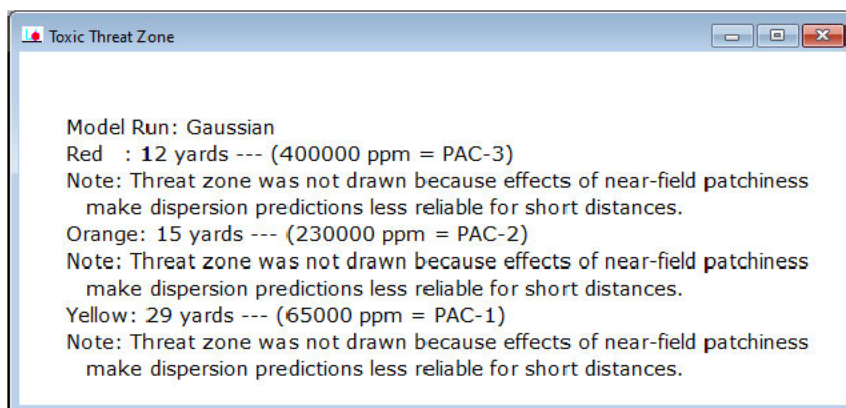
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 740 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 2 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 17 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 447 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 1,078 pounds

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
 Red : 12 yards --- (400000 ppm = PAC-3)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
 Orange: 15 yards --- (230000 ppm = PAC-2)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
 Yellow: 29 yards --- (65000 ppm = PAC-1)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.



Como lo muestra la figura anterior, no se alcanzaron a graficar los radios de afectación, esto debido a que la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica.

En el caso de un incidente que implique la dispersión toxica, a causa del gas natural, aunque no se dibujan puesto que las predicciones de dispersión serían menos confiables se tienen los siguientes rangos de afectación:

Tabla 30. Radios de afectación por toxicidad en escenario 2.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	10.97	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	2.74	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	12.80	Zona de amortiguamiento

Escenario 3. Golpe y ruptura de tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-03) por mantenimiento vial.

Para este tercer escenario, del mismo modo se realizaron las simulaciones correspondientes a los tipos de incidente que se pudiese suscitar a causa de un golpe al ducto en un punto identificado como un cruce carretero. Considerando la longitud de la tubería desde el cruce carretero mencionado hasta la válvula de seccionamiento #01.



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Jet fire (Chorro de fuego).

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

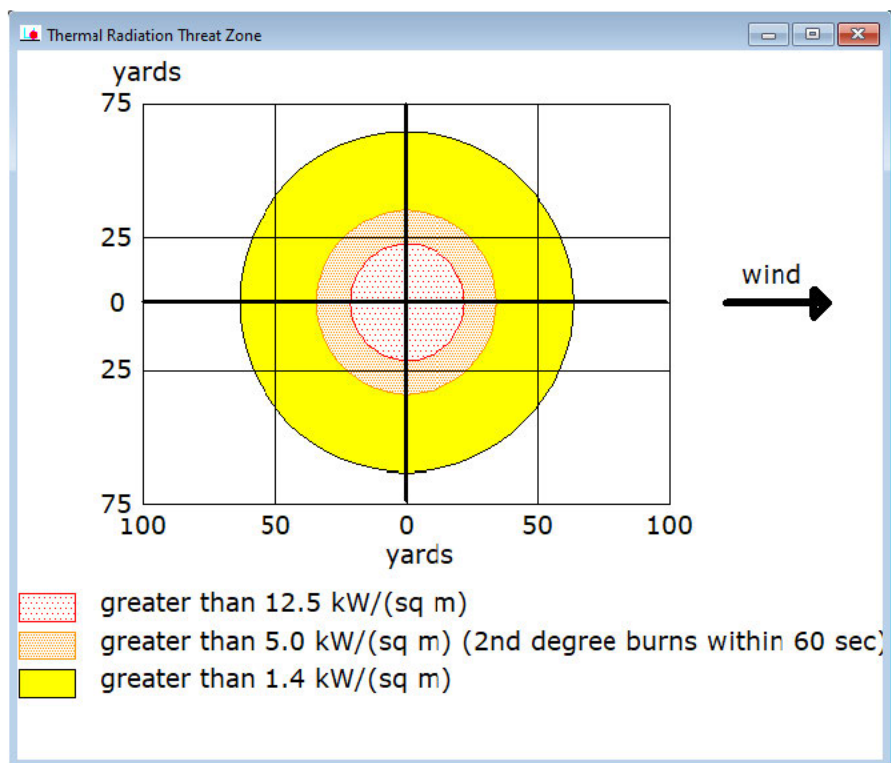
SITE DATA:
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Flammable gas is burning as it escapes from pipe
Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1310 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 7 sq in
Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
Max Flame Length: 7 yards Burn Duration: 9 minutes
Max Burn Rate: 2,020 pounds/min
Total Amount Burned: 1,908 pounds

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 22 yards --- (12.5 kW/(sq m))
Orange: 35 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 64 yards --- (1.4 kW/(sq m))



En la siguiente tabla, se muestran los resultados de acuerdo a las zonas de afectación obtenidos y la distancia en metros en donde se verían los efectos a causa de un jet fire.

Tabla 31. Radios de afectación por jet fire en escenario 3.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	20.11	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	11.88	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	26.51	Zona de Amortiguamiento

Sobrepresión.

Para este mismo escenario, pero con la ocurrencia de una explosión por sobrepresión, se tendrían los siguientes resultados.

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

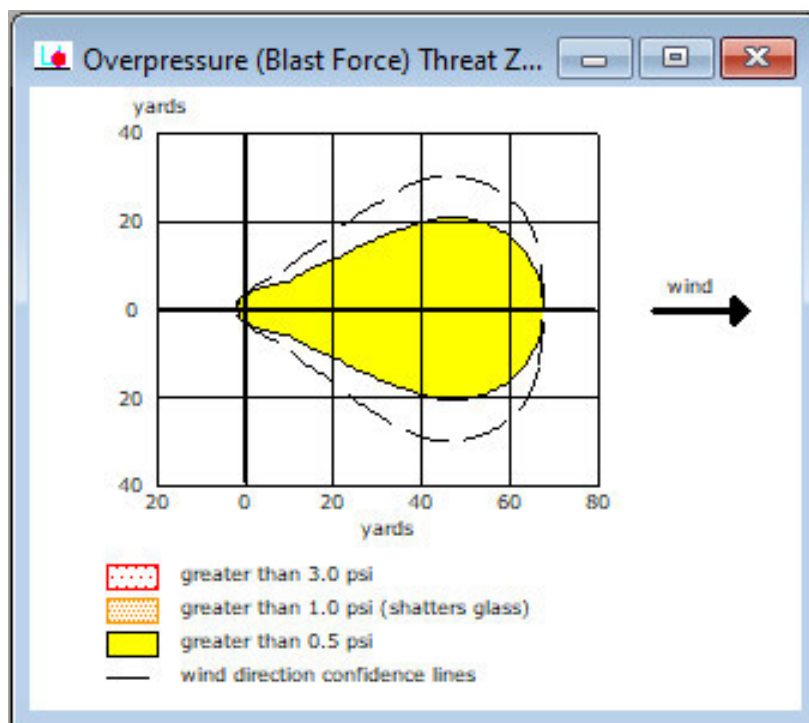
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1310 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 7 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 9 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 1,240 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 1,908 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 68 yards --- (0.5 psi)



La ocurrencia de una explosión por sobrepresión en el cruce carretero, donde los niveles de peligro no fueron superados entendiendo que serían mínimos por lo cual en este escenario, solo se identificó una zona en la cual se proyectaron los daños a causa de la explosión por sobrepresión:

Tabla 32. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 3.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	62.18	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica

En este escenario 3, al modelar los daños para una dispersión toxica, se tiene lo siguiente:

```

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData Setup Display Sharing Help
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

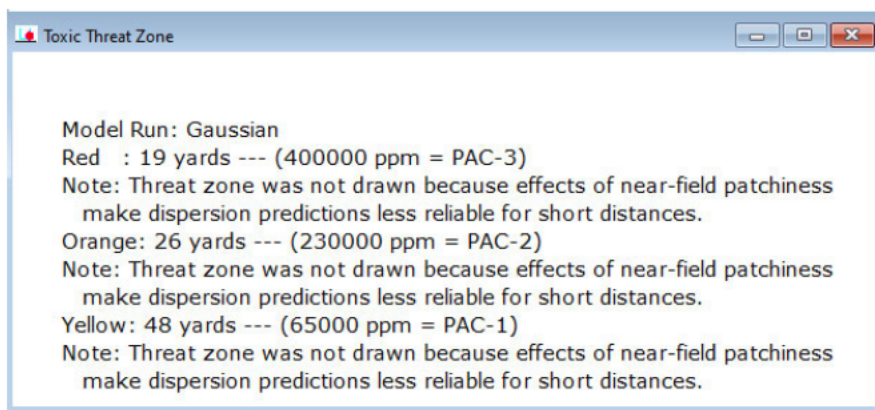
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
FAC-1: 65000 ppm FAC-2: 230000 ppm FAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1310 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 7 sq in
Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
Release Duration: 9 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 1,240 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 1,908 pounds

THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red : 19 yards --- (400000 ppm = FAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: 26 yards --- (230000 ppm = FAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: 48 yards --- (65000 ppm = FAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.

```



La tabla siguiente muestra los radios de afectación por una dispersión tóxica, en el escenario 3:

Tabla 33. Radios de afectación por toxicidad en escenario 3.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	17.37	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	6.40	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	20.11	Zona de amortiguamiento

Escenario 4. Fuga de Gas Natural en ERM (cliente industrial 01) por golpe vehicular accidental.

Jet fire (chorro de fuego).

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

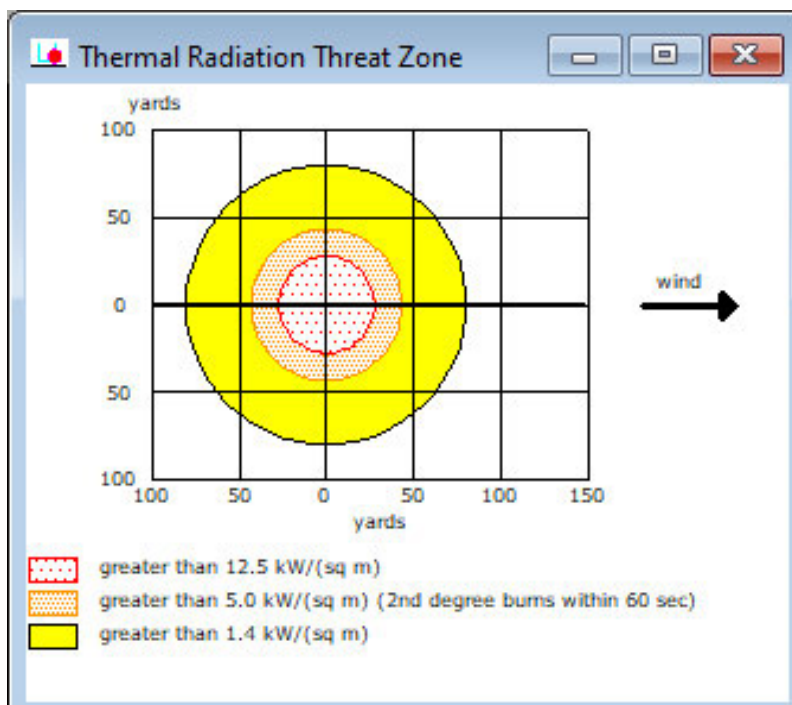
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas is burning as it escapes from pipe
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 6880 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 10 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Max Flame Length: 8 yards Burn Duration: 47 minutes
 Max Burn Rate: 2,880 pounds/min
 Total Amount Burned: 10,022 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 28 yards --- (12.5 kW/(sq m))
 Orange: 43 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 80 yards --- (1.4 kW/(sq m))



Los radios de afectación a causa del jet fire, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 34. Radios de afectación por jet fire en escenario 4.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	25.60	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	13.71	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	33.83	Zona de Amortiguamiento

Sobrepresión.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

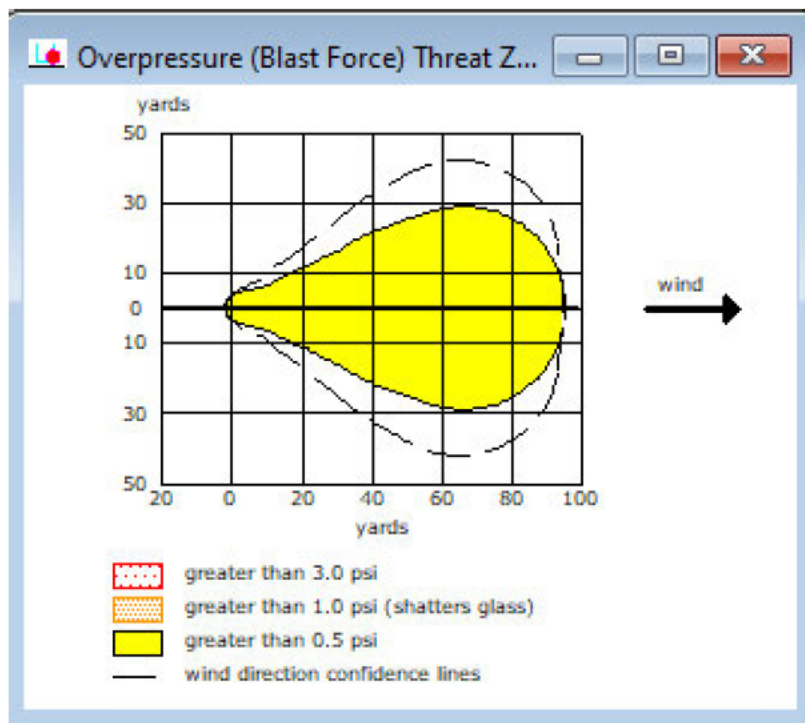
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 6880 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 10 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 47 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 2,450 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 10,022 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 95 yards --- (0.5 psi)



En cuanto a los rangos de afectación que se obtuvieron a causa de una explosión por sobrepresión, se tiene lo siguiente:

Tabla 35. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 4.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	86.86	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica

ALOHA 5.4.7 - [Test Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

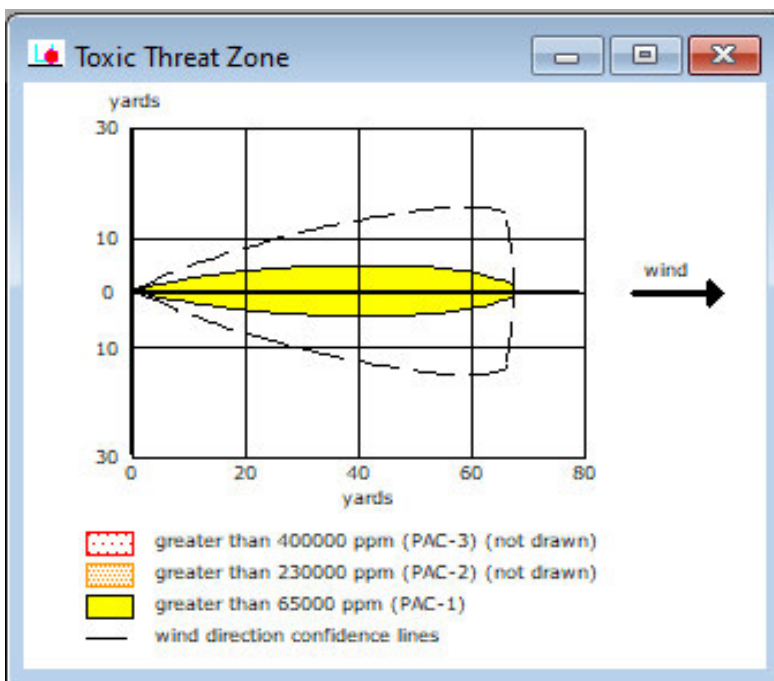
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-87-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 6880 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 10 sq in.
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 47 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 2,450 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 10,022 pounds

THREAT ZONE:
 Model Run: Gaussian
 Red : 27 yards --- (400000 ppm = PAC-3)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
 Orange: 36 yards --- (230000 ppm = PAC-2)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
 Yellow: 68 yards --- (65000 ppm = PAC-1)



En el caso de un incidente que implique la dispersión toxica, a causa del gas natural, se tienen los siguientes rangos de afectación:

Tabla 36. Radios de afectación por toxicidad en escenario 4.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	24.69	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	8.23	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	29.26	Zona de amortiguamiento

Escenario 5. Ruptura parcial y/o daño al sistema de distribución de gas natural (válvula de seccionamiento #02) a causa de mejoras o mantenimientos por parte del municipio en zona comercial.

Jet Fire (Chorro de fuego).

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

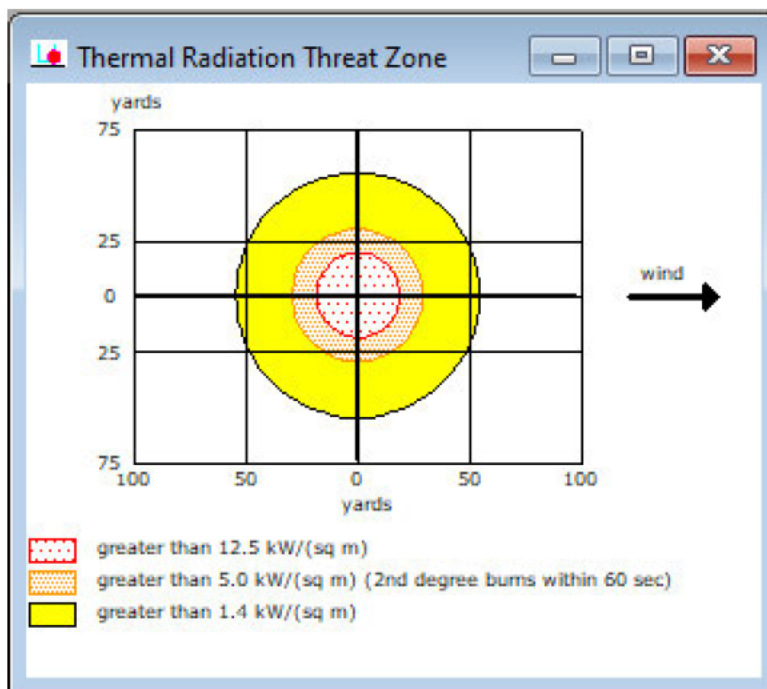
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas is burning as it escapes from pipe
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1060 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 5 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Max Flame Length: 6 yards Burn Duration: 10 minutes
 Max Burn Rate: 1,440 pounds/min
 Total Amount Burned: 1,544 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 19 yards --- (12.5 kW/(sq m))
 Orange: 30 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 55 yards --- (1.4 kW/(sq m))



Los radios de afectación a causa del jet fire, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 37. Radios de afectación por jet fire en escenario 5.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	17.37	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	10.05	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	22.86	Zona de Amortiguamiento

Sobrepresión.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

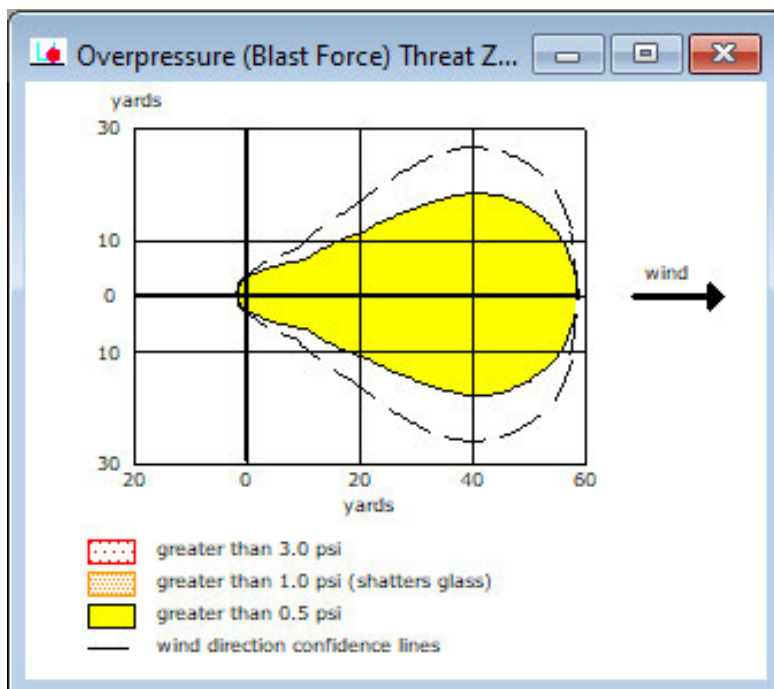
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1060 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 5 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 10 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 937 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 1,544 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 59 yards --- (0.5 psi)



Los rangos de afectación que se obtuvieron a causa de una explosión por sobrepresión, se tienen lo siguiente:

Tabla 38. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 5.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	53.95	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica.

```

ALOHA 5.4.7 - [TextSummary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

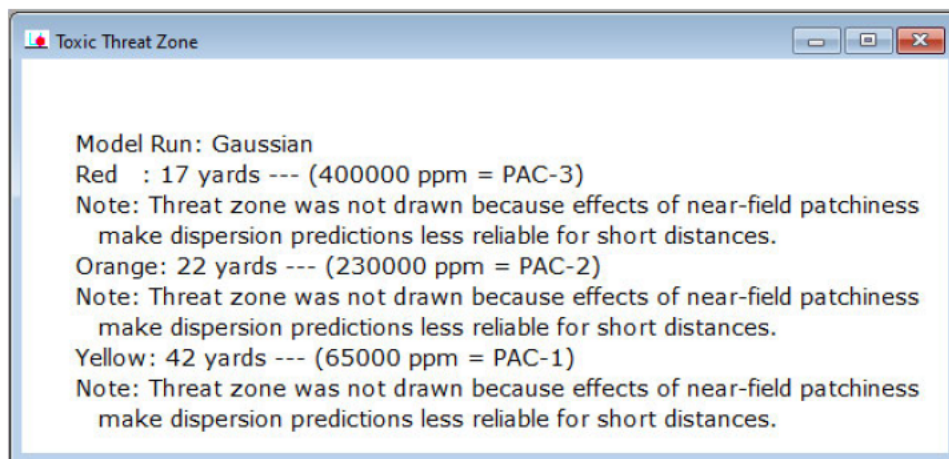
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1060 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 5 sq in
Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
Release Duration: 10 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 937 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 1,544 pounds

THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red : 17 yards --- (400000 ppm = PAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: 22 yards --- (230000 ppm = PAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: 42 yards --- (65000 ppm = PAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.

```

La tabla siguiente muestra los radios de afectación por una dispersión tóxica.

Tabla 39. Radios de afectación por toxicidad en escenario 5.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	15.54	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	4.57	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	18.28	Zona de amortiguamiento

Escenario 6. Fuga y/o daño a tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-04) por mantenimiento vial en carr. Transpeninsular.

Jet Fire (Chorro de fuego).

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

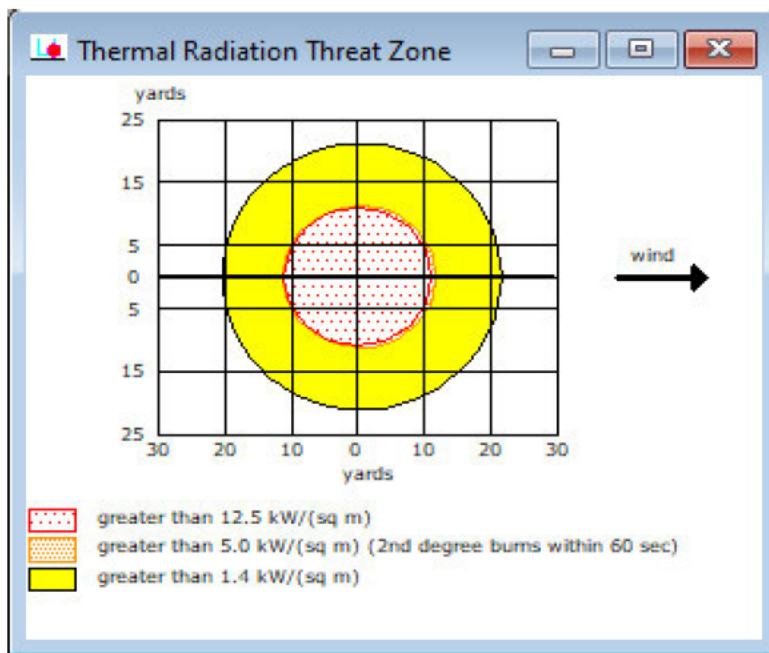
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas is burning as it escapes from pipe
 Pipe Diameter: 4 inches Pipe Length: 220 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 3 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Max Flame Length: 4 yards Burn Duration: 40 seconds
 Max Burn Rate: 14.4 pounds/sec
 Total Amount Burned: 51.3 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 11 yards --- (12.5 kW/(sq m))
 Orange: 12 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 22 yards --- (1.4 kW/(sq m))



Los radios de afectación a causa del jet fire, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 40. Radios de afectación por jet fire en escenario 6.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	10.05	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	0.91	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	9.14	Zona de Amortiguamiento

Sobrepresión

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

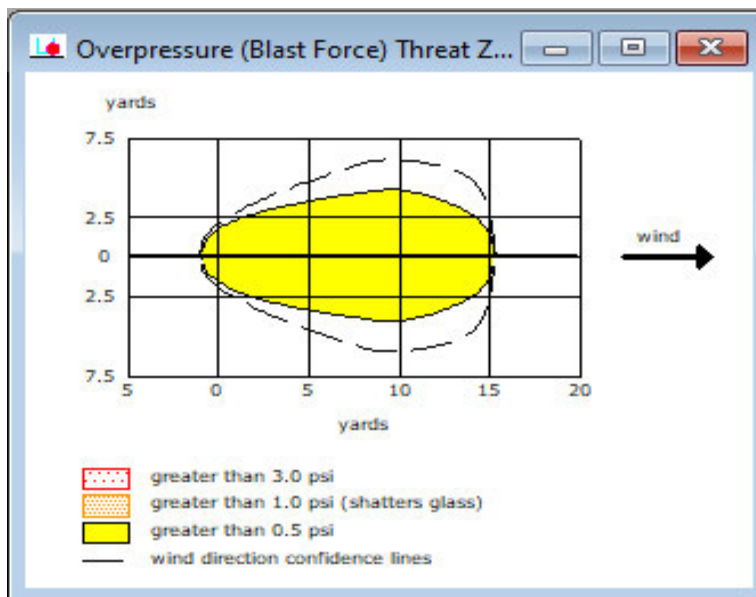
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 4 inches Pipe Length: 220 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 3 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 1 minute
 Max Average Sustained Release Rate: 0.855 pounds/sec
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 51.3 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 15 yards --- (0.5 psi)



Los rangos de afectación que se obtuvieron a causa de una explosión por sobrepresión, se tienen lo siguiente:

Tabla 41. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 6.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	13.71	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica.

```

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
FAC-1: 65000 ppm FAC-2: 230000 ppm FAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.6° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

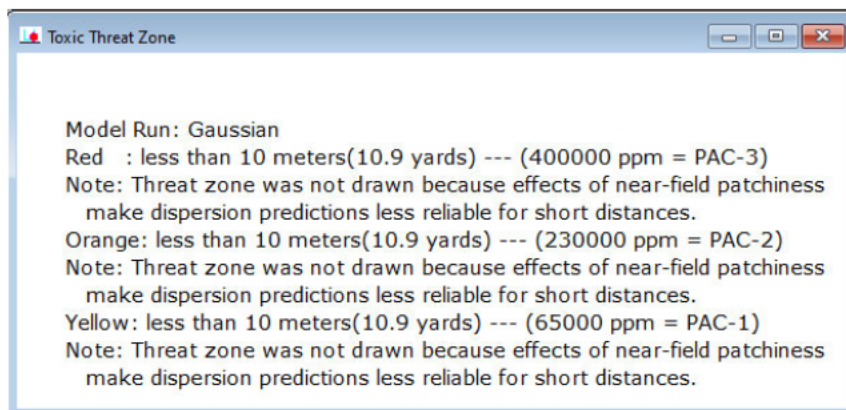
ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Pipe Diameter: 4 inches Pipe Length: 220 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 3 sq in
Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
Release Duration: 1 minute
Max Average Sustained Release Rate: 0.855 pounds/sec
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 51.3 pounds

THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (400000 ppm = FAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (230000 ppm = FAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (65000 ppm = FAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.

```

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos "Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos"



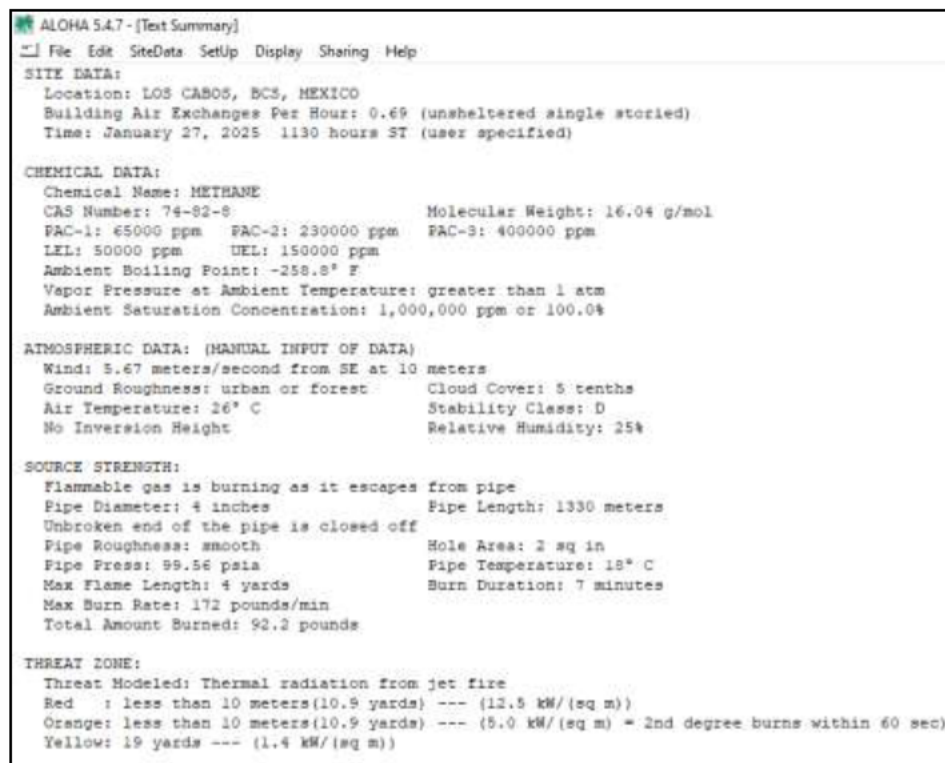
A continuación, se muestra los radios de afectación por una dispersión tóxica el cual es menor a los 10 m.

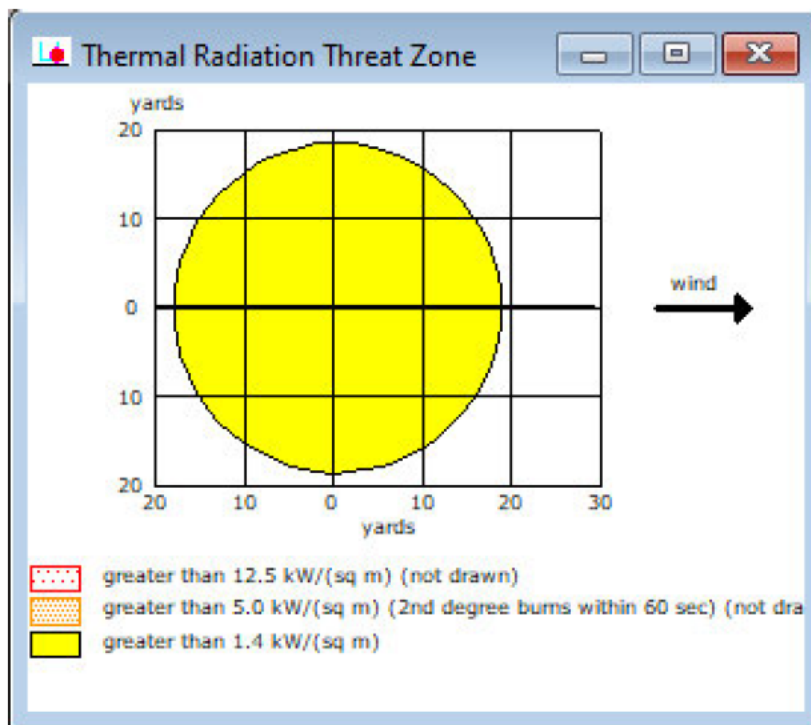
Tabla 42. Radios de afectación por toxicidad en escenario 6.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	9.97	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	0	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	0	Zona de amortiguamiento

Escenario 7. Daño al ducto en punto de inflexión (P.I. 323) por actividades de mantenimiento.

Jet Fire (Chorro de fuego).





Los radios de afectación por un jet fire, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 43. Radios de afectación por jet fire en escenario 7.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	9.97	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	0	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	7.40	Zona de Amortiguamiento

Sobrepresión.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

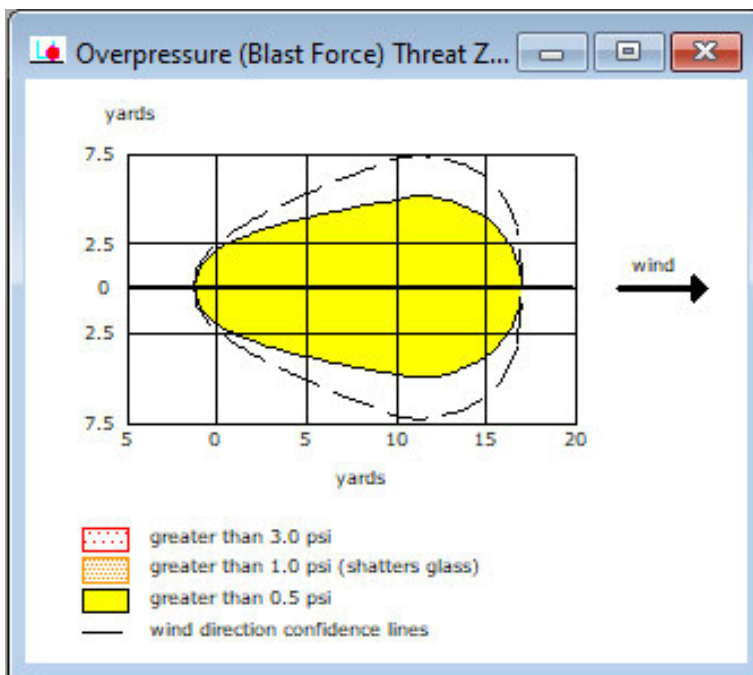
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 4 inches Pipe Length: 1330 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 2 sq in
 Pipe Press: 99.56 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 7 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 73.7 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 92.2 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 17 yards --- (0.5 psi)



Los rangos de afectación que se obtuvieron a causa de la explosión por sobrepresión, se tienen lo siguiente:

Tabla 44. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 7.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	15.54	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica.

```

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

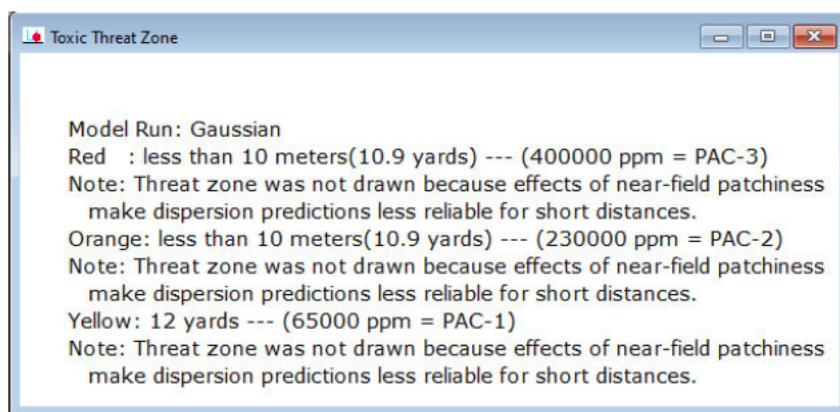
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Pipe Diameter: 4 inches Pipe Length: 1330 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 2 sq in
Pipe Press: 99.56 psia Pipe Temperature: 18° C
Release Duration: 7 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 73.7 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 92.2 pounds

THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red : less than 10 meters (10.9 yards) --- (400000 ppm = PAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: less than 10 meters (10.9 yards) --- (230000 ppm = PAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: 12 yards --- (65000 ppm = PAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.

```



La tabla siguiente muestra los radios de afectación a causa de una dispersión tóxica.

Tabla 45. Radios de afectación por toxicidad en escenario 7.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	9.97	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	0	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	1	Zona de amortiguamiento

Escenario 8. Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #10 por golpe vehicular.

Jet Fire (Chorro de fuego).

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

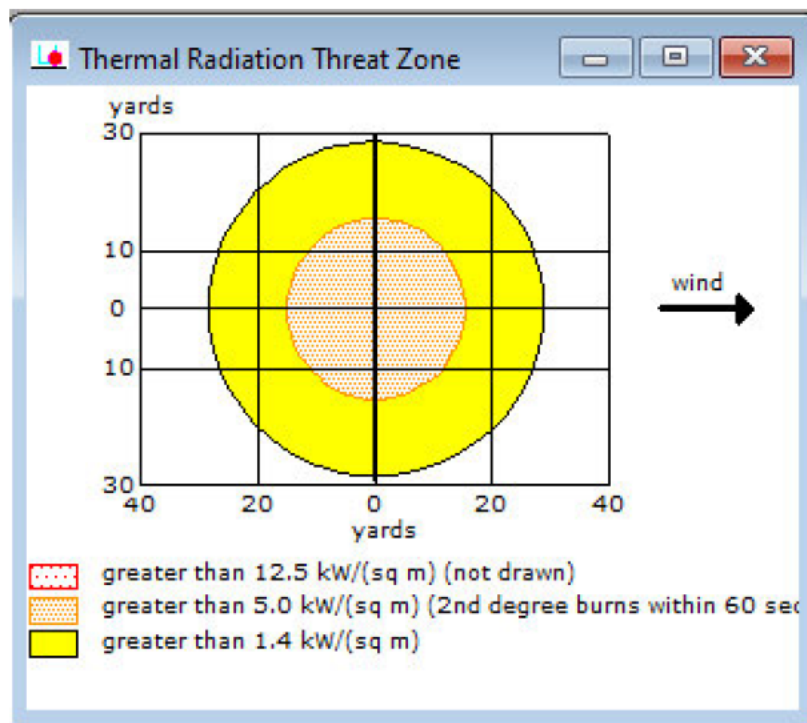
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas is burning as it escapes from pipe
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 100 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 2 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Max Flame Length: 4 yards Burn Duration: 2 minutes
 Max Burn Rate: 577 pounds/min
 Total Amount Burned: 146 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (12.5 kW/(sq m))
 Orange: 15 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 29 yards --- (1.4 kW/(sq m))



En la siguiente tabla, se muestran los resultados de acuerdo a las zonas de afectación obtenidos y la distancia en metros en donde se verían los efectos a causa de un jet fire, considerando que la zona de alto riesgo a equipos no se dibuja debido a que es menor a 10 metros lo que significa que es mínimo el alcance que llega a tener a causa de esta incidencia.

Tabla 46. Radios de afectación por jet fire en escenario 8.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	9.97	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	3.75	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	12.80	Zona de Amortiguamiento

Sobrepresión.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

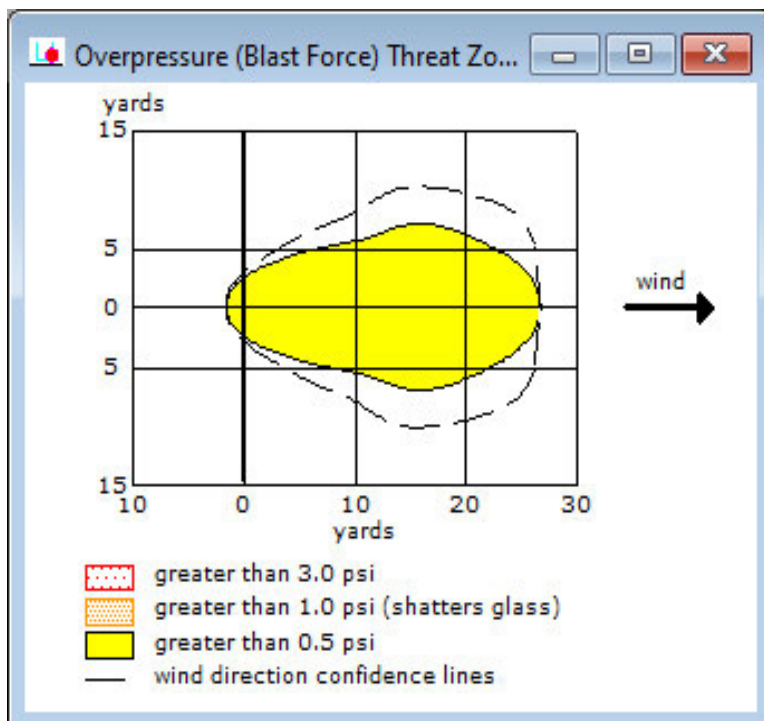
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 100 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 2 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 3 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 143 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 146 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 27 yards --- (0.5 psi)



En cuanto a los rangos de afectación que se obtuvieron a causa de una explosión por sobrepresión, se tiene lo siguiente:

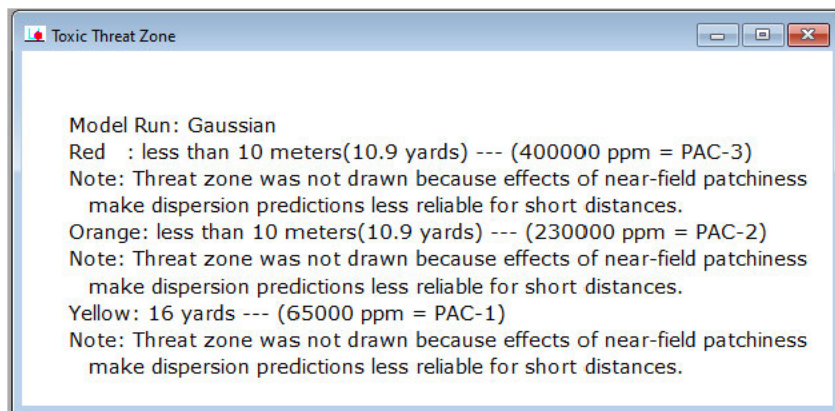
Tabla 47. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 8.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	24.68	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]	
File Edit SiteData Setup Display Sharing Help	
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO	
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)	
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)	
CHEMICAL DATA:	
Chemical Name: METHANE	
CAS Number: 74-82-8	Molecular Weight: 16.04 g/mol
FAC-1: 65000 ppm	FAC-2: 230000 ppm
FAC-3: 400000 ppm	
LEL: 50000 ppm	UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F	
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm	
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%	
ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)	
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters	
Ground Roughness: urban or forest	Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C	Stability Class: D
No Inversion Height	Relative Humidity: 35%
SOURCE STRENGTH:	
Flammable gas escaping from pipe (not burning)	
Pipe Diameter: 10 inches	Pipe Length: 100 meters
Unbroken end of the pipe is closed off	
Pipe Roughness: smooth	Hole Area: 2 sq in
Pipe Press: 300 psia	Pipe Temperature: 18° C
Release Duration: 3 minutes	
Max Average Sustained Release Rate: 143 pounds/min	
(averaged over a minute or more)	
Total Amount Released: 146 pounds	
THREAT ZONE:	
Model Run: Gaussian	
Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (400000 ppm = FAC-3)	
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.	
Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (230000 ppm = FAC-2)	
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.	
Yellow: 16 yards --- (65000 ppm = FAC-1)	
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.	

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”



La tabla siguiente muestra los radios de afectación a causa de una dispersión tóxica.

Tabla 48. Radios de afectación por toxicidad en escenario 8.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	9.97	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	0	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	4.66	Zona de amortiguamiento



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Escenario 9. Fuga de Gas Natural en ER 17 por error de mantenimiento.

Jet Fire (Chorro de fuego).

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -258.8° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 26° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Flammable gas is burning as it escapes from pipe
Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1230 meters
Unbroken end of the pipe is closed off
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 3 sq in
Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
Max Flame Length: 4 yards Burn Duration: 19 minutes
Max Burn Rate: 865 pounds/min
Total Amount Burned: 1,792 pounds

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 15 yards --- (12.5 kW/(sq m))
Orange: 24 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 44 yards --- (1.4 kW/(sq m))

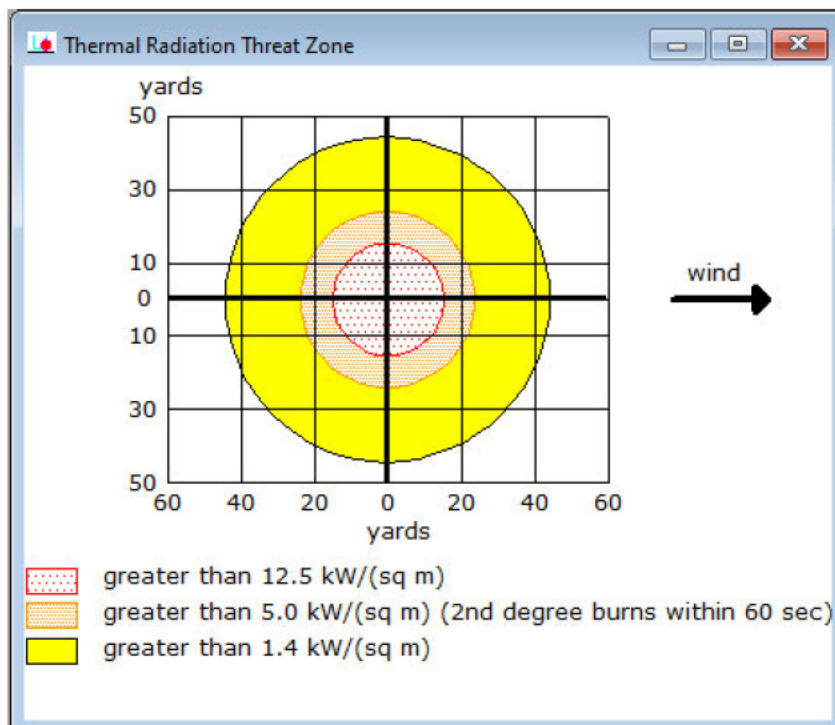


Tabla 49. Radios de afectación por jet fire en escenario 9.

Zona	Radiación (kW/m ²)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	12.5 kW/m ²	13.71	Zona de alto Riesgo a Equipos
Naranja	5.0 kW/m ²	8.22	Zona de alto Riesgo
Amarilla	1.4 kW/m ²	18.28	Zona de Amortiguamiento

Sobrepresión.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

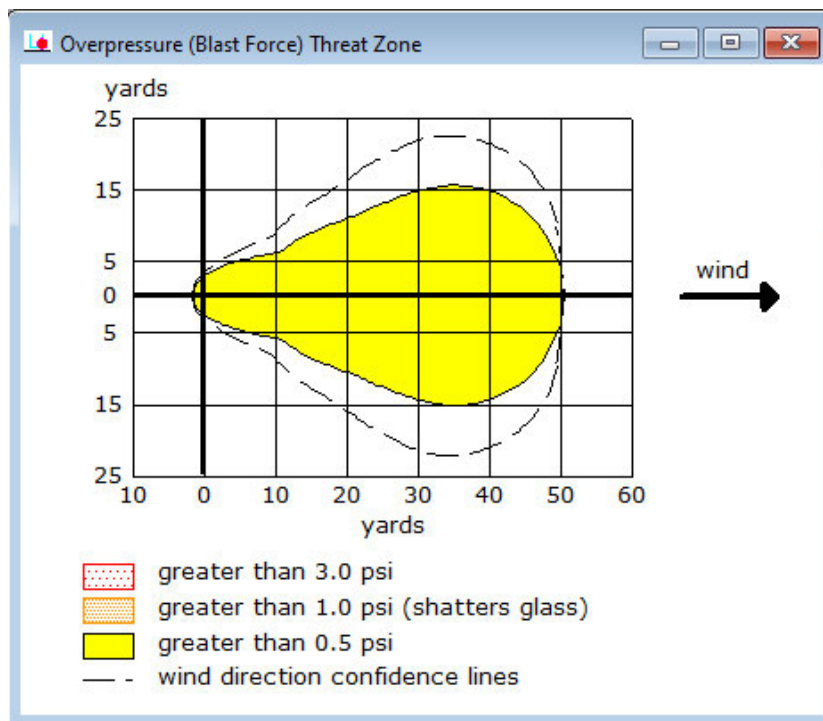
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.8° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1230 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 3 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 19 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 686 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 1,792 pounds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 Red : LOC was never exceeded --- (3.0 psi)
 Orange: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)
 Yellow: 50 yards --- (0.5 psi)



En cuanto a los rangos de afectación que se obtuvieron a causa de una explosión por sobrepresión, se tiene lo siguiente:

Tabla 50. Radios de afectación por sobrepresión en escenario 9.

Zona	Sobrepresión (psi)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	3 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	1 psi	El nivel de peligro no fue superado	Zona de alto riesgo
Amarilla	0.5 psi	45.72	Zona de amortiguamiento

Nube de dispersión tóxica.

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData Setup Display Sharing Help

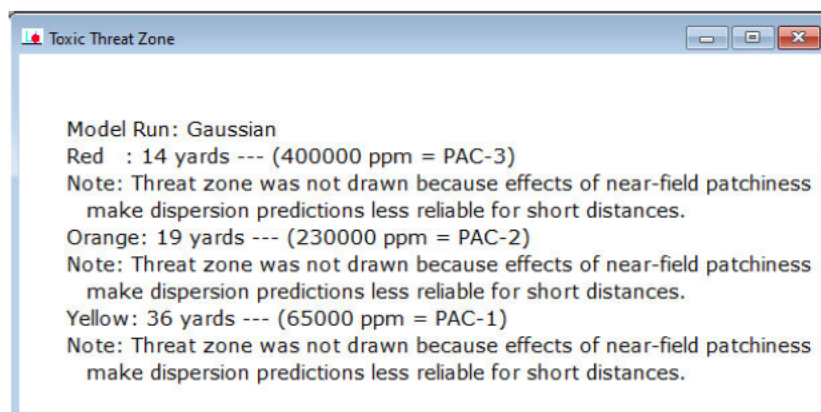
SITE DATA:
 Location: LOS CABOS, BCS, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.69 (unsheltered single storied)
 Time: January 27, 2025 1130 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: METHANE
 CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol
 PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
 LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
 Ambient Boiling Point: -258.5° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 5.67 meters/second from SE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 26° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
 Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 Pipe Diameter: 10 inches Pipe Length: 1230 meters
 Unbroken end of the pipe is closed off
 Pipe Roughness: smooth Hole Area: 3 sq in
 Pipe Press: 300 psia Pipe Temperature: 18° C
 Release Duration: 19 minutes
 Max Average Sustained Release Rate: 686 pounds/min
 (averaged over a minute or more)
 Total Amount Released: 1,792 pounds

THREAT ZONE:
 Model Run: Gaussian
 Red : 14 yards --- (400000 ppm = PAC-3)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
 Orange: 19 yards --- (230000 ppm = PAC-2)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
 Yellow: 36 yards --- (65000 ppm = PAC-1)
 Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness



A continuación, se muestran los radios de afectación a causa de una dispersión tóxica.

Tabla 51. Radios de afectación por toxicidad en escenario 9.

Zona	Dispersión Tóxica (ppm)	Radios de afectación (m)	Daño causado
Roja	400000 ppm	12.80	Zona de alto riesgo a equipos
Naranja	230000 ppm	4.57	Zona de alto riesgo
Amarilla	65000 ppm	15.54	Zona de amortiguamiento

INTERACCIONES DE RIESGO

A continuación, se incluye el análisis de interacciones de los escenarios simulados en el Estudio de Riesgo. Haciendo énfasis que estos son los resultados de las afectaciones **SIN considerar sus salvaguardas** o sus sistemas de seguridad por ello de los valores mostrados, ya que si se consideraran sus sistemas de seguridad o salvaguardas la probabilidad de que ocurriera un evento de este tipo sería menor.

Escenario 1. Fuga de gas natural por error en soldadura en el City Gate.

Para este primer escenario y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron de las modelaciones que fueron realizadas en el software Aloha 5.4.7, para este escenario la formación del Jet Fire (chorro de fuego), alcanzaría los siguientes radios de afectación:

- La zona roja, que es la de mayor grado de daños, con un radio de 16.46 metros, en la cual la energía liberada debido al evento suscitado liberaría energía de 12.5 kW/m^2 , daños los cuales son catalogados como letales al superar la exposición por 60 segundos a este evento.
- En la zona naranja, el radio de afectación se halla en 9.14 metros de distancia, radio en el cual se estaría expuesto a una liberación de 5.0 kW/m^2 , lo cual ocasionaría quemaduras de segundo grado al estar expuesto a esto por más de 60 segundos.
- Finalmente, la zona amarilla en la cual los daños son menores a los dos antes mencionados, en donde se tiene un radio de 22.86 metros lineales de afectación en los cuales la tasa de liberación de energía es de 1.4 kW/m^2 , los cuales ocasionarían dolor al rebasar un umbral de 60 segundos a dicha exposición.

Ahora en el caso de la explosión por sobrepresión se tendrían los siguientes daños:

De acuerdo a la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio sería de 56.7 metros.

Respecto a la simulación por toxicidad la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, por lo que no se logró graficar, además de que la zona donde se realiza la simulación es un área despoblada.

Para el caso del **Escenario 2** en el cual se tiene: **Fuga de gas natural en válvula de seccionamiento #01 por golpe y/o daño al momento del mantenimiento.**

Para este segundo escenario, la formación del chorro de fuego tendrá las siguientes características:

- Liberación de 12.5 kW/m^2 , esto en un radio de 11.88 metros, en la superficie que suceda esta liberación, se tendrán daños potencialmente letales después de una exposición mayor a 60 segundos.
- En un radio de 6.40 metros habrá una liberación de energía de 5 kW/m^2 , lo cual provocará quemaduras de segundo grado después de 60 segundos de exposición a dicho evento.
- Por último, en la zona amarilla la liberación de energía de 1.4 kW/m^2 , en un radio de 15.54 metros lo cual causará dolor al paso de 60 segundos de estar expuesto a esta liberación de energía.

Para el escenario de una explosión por sobrepresión, la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de radio de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y la zona de alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio de afectación sería de 37.5 metros.

Respecto a la simulación por toxicidad la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, por lo que no se logró graficar.

Para el **Escenario 3: Golpe y ruptura de tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-03) por mantenimiento vial.**

Para este tercer escenario, la formación del chorro de fuego tendrá las siguientes características:

- Liberación de 12.5 kW/m^2 , esto en un radio de 20.11 metros, en la superficie que suceda esta liberación, se tendrán daños potencialmente letales después de una exposición mayor a 60 segundos.
- En un radio de 11.88 metros habrá una liberación de energía de 5 kW/m^2 , lo cual provocará quemaduras de segundo grado después de 60 segundos de exposición a dicho evento.
- Por último, en la zona amarilla la liberación de energía de 1.4 kW/m^2 , en un radio de 26.51 metros lo cual causará dolor al paso de 60 segundos de estar expuesto a esta liberación de energía.

Respecto a este escenario en cuanto a una simulación de explosión por sobrepresión, la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de radio de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y la zona de alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio de afectación sería de 62.18 metros.

Para la simulación por toxicidad la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, no se logró graficar.

A continuación, en el **Escenario 4. Fuga de Gas Natural en ERM (cliente industrial 01) por golpe vehicular accidental.**

La formación del chorro de fuego tendrá las siguientes características:

- Liberación de 12.5 kW/m^2 , esto en un radio de 25.60 metros, en la superficie que suceda esta liberación, se tendrán daños potencialmente letales después de una exposición mayor a 60 segundos.
- En un radio de 13.71 metros habrá una liberación de energía de 5 kW/m^2 , lo cual provocará quemaduras de segundo grado después de 60 segundos de exposición a dicho evento.
- Por último, en la zona amarilla la liberación de energía de 1.4 kW/m^2 , en un radio de 33.83 metros lo cual causará dolor al paso de 60 segundos de estar expuesto a esta liberación de energía.

Para el escenario de una explosión por sobrepresión, la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de radio de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y la zona de alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio de afectación sería de 86.86 metros.

En cuanto al escenario de dispersión toxica, los valores de ppm arrojados en la simulación señalan que para el radio de afectación en la zona de alto riesgo a equipos será de 24.69 m y 8.23 m para la zona de alto riesgo, mientras el radio para el área de amortiguamiento es de 29.26 m.

Escenario 5. Ruptura parcial y/o daño al sistema de distribución de gas natural (válvula de seccionamiento #02) a causa de mejoras o mantenimientos por parte del municipio en zona comercial.

Para este escenario la formación del Jet Fire (chorro de fuego), alcanzaría los siguientes radios de afectación:

- La zona roja, que es la de mayor grado de daños, con un radio de 17.37 metros, en la cual la energía liberada debido al evento suscitado liberaría energía de 12.5 kW/m^2 , daños los cuales son catalogados como letales al superar la exposición por 60 segundos a este evento.
- En la zona naranja, el radio de afectación se halla en 10.05 metros de distancia, radio en el cual se estaría expuesto a una liberación de 5.0 kW/m^2 , lo cual ocasionaría quemaduras de segundo grado al estar expuesto a esto por más de 60 segundos.

- Finalmente, la zona amarilla en la cual los daños son menores a los dos antes mencionados, en donde se tiene un radio de 22.86 metros lineales de afectación en los cuales la tasa de liberación de energía es de 1.4 kW/m^2 , los cuales ocasionarían dolor al rebasar un umbral de 60 segundos a dicha exposición.

En cuanto a la simulación de explosión por sobrepresión de acuerdo a la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio sería de 53.95 metros.

En cuanto a la simulación por toxicidad la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, por lo que no se logró graficar.

Escenario 6. Fuga y/o daño a tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-04) por mantenimiento vial en carr. Transpeninsular.

Para este escenario la formación del chorro de fuego tendrá las siguientes características:

- Liberación de 12.5 kW/m^2 , esto en un radio de 10.05 metros, en la superficie que suceda esta liberación, se tendrán daños potencialmente letales después de una exposición mayor a 60 segundos.
- En un radio de 0.91 metros habrá una liberación de energía de 5 kW/m^2 , lo cual provocará quemaduras de segundo grado después de 60 segundos de exposición a dicho evento.
- Por último, en la zona amarilla la liberación de energía de 1.4 kW/m^2 , en un radio de 9.14 metros lo cual causará dolor al paso de 60 segundos de estar expuesto a esta liberación de energía.

Para el escenario de una explosión por sobrepresión, la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de radio de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y la zona de alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio de afectación sería de 13.71 metros.

Respecto a la simulación por toxicidad, no se logra graficar debido a que los efectos de la fragmentación del campo cercano hacen que las predicciones de dispersión sean menos confiables.

Escenario 7. Daño y/o Fuga de Gas Natural de ducto en punto de inflexión (P.I.323) por actividades de mantenimiento.

En este escenario, la formación de jet fire tendrá las siguientes características:

- Liberación de 12.5 kW/m^2 , esto en un radio de 9.97 metros, en la superficie que suceda esta liberación, se tendrán daños potencialmente letales después de una exposición mayor a 60 segundos.
- En un radio de 0 metros habrá una liberación de energía de 5 kW/m^2 , lo cual provocará quemaduras de segundo grado después de 60 segundos de exposición a dicho evento.

- Por último, en la zona amarilla la liberación de energía de 1.4 kW/m^2 , en un radio de 7.40 metros lo cual causará dolor al paso de 60 segundos de estar expuesto a esta liberación de energía.

En cuanto a una simulación de explosión por sobrepresión, la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de radio de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y la zona de alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio de afectación sería de 15.54 metros.

Para la simulación por toxicidad la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, por lo que no se logra dibujar.

Escenario 8. Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #10 por golpe vehicular.

La formación del jet fire tendrá las siguientes características:

- Liberación de 12.5 kW/m^2 , esto en un radio de 9.97 metros, en la superficie que suceda esta liberación, se tendrán daños potencialmente letales después de una exposición mayor a 60 segundos.
- En un radio de 3.75 metros habrá una liberación de energía de 5 kW/m^2 , lo cual provocará quemaduras de segundo grado después de 60 segundos de exposición a dicho evento.
- Por último, en la zona amarilla la liberación de energía de 1.4 kW/m^2 , en un radio de 12.80 metros lo cual causará dolor al paso de 60 segundos de estar expuesto a esta liberación de energía.

Para el escenario de una explosión por sobrepresión, la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de radio de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y la zona de alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio de afectación sería de 24.68 metros.

Para la simulación por toxicidad la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, no se logró graficar.

Escenario 9. Fuga de Gas Natural en ER 17 por error de mantenimiento.

Para este escenario la formación del Jet Fire (chorro de fuego), alcanzaría los siguientes radios de afectación:

- La zona roja, que es la de mayor grado de daños, con un radio de 13.71 metros, en la cual la energía liberada debido al evento suscitado liberaría energía de 12.5 kW/m^2 , daños los cuales son catalogados como letales al superar la exposición por 60 segundos a este evento.
- En la zona naranja, el radio de afectación se halla en 8.22 metros de distancia, radio en el cual se estaría expuesto a una liberación de 5.0 kW/m^2 , lo cual ocasionaría quemaduras de segundo grado al estar expuesto a esto por más de 60 segundos.
- Finalmente, la zona amarilla en la cual los daños son menores a los dos antes mencionados, en donde se tiene un radio de 18.28 metros lineales de afectación en

los cuales la tasa de liberación de energía es de 1.4 kW/m², los cuales ocasionarían dolor al rebasar un umbral de 60 segundos a dicha exposición.

En cuanto a la simulación de explosión por sobrepresión de acuerdo a la cantidad liberada en la simulación, los valores de psi arrojados de afectación para la zona de alto riesgo a equipos y alto riesgo el nivel de peligro no fue superado, y para la zona de amortiguamiento el radio sería de 45.72 metros.

En cuanto a la simulación por toxicidad la cantidad liberada no fue significativa para alcanzar a generar el daño por la nube de dispersión toxica, por lo que no se logró graficar.

4.5 Representación en planos de los radios potenciales de afectación

SE ANEXAN PLANOS.

4.6 Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo

4.6.1 Análisis de vulnerabilidad

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 1. Fuga de gas natural por error en soldadura en el City Gate.	Población	Radiación	Alto riesgo	No se encuentran núcleos de población en el área.	Implementación del plan de respuesta ante emergencias.	N/A
			Amortiguamiento	No se encuentran núcleos de población en el área		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se encuentran núcleos de población en el área		
			Amortiguamiento	No se encuentran núcleos de población en el área		
		Toxicidad	Alto riesgo	No se encuentran núcleos de población en el área		
			Amortiguamiento	No se encuentran núcleos de población en el área		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Vegetación muy escasa (su mayoría cardones, choyas, cactus, pastizales, mezquites, ciruelo, pitahaya, biznaga, orégano)	Programa de rescate y reubicación de flora.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos "Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos"

				en el radio donde puede haber un daño.		
			Amortiguamiento	Emisión de partículas al entorno.	Programa de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire	Programa de Mantenimiento a Equipos.	Programa de operación y mantenimiento;
		Toxicidad	Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un radio de solo 16.45 metros		Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 19.20 metros		Programa de operación y mantenimiento;
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Es potencialmente letal al personal que se halle en un radio de 16.46 metros.	Plan seguridad de	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En esta zona 22.86 metros, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	Normalmente en esta zona no se halla personal. Sin embargo, al lado se encuentra un negocio de Frutas y Legumbres	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire, producto de la explosión a 56.7 m	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	N/A
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

			Amortiguamiento	Los daños por estar expuestos a la nube, serán menores, pero, aun así, son nocivos.		
	Instalaciones/ producción	Radiación	Alto riesgo	Daños severos a equipo a 16.46 metros.	Plan de mantenimiento a válvulas, revisión de instalaciones y soldaduras.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	No les causará ningún daño.		N/A
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A Plan de seguridad	N/A
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 56.7 metros		Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 2. Fuga de gas natural en válvula de seccionamiento #01 por golpe y/o daño al momento del mantenimiento	Población	Radiación	Alto riesgo	Existirán daños por la exposición en esta zona a una distancia de 11.88 m.	Implementación del plan de respuesta ante emergencias.	N/A
			Amortiguamiento	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente en un radio de 15.54 m		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Daños al sector que se halle en un radio de 37.5m	Implementación del plan de respuesta ante emergencias.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	Alto riesgo por toxicidad a una distancia de 17.37 m.		
			Amortiguamiento	A una distancia de 20.11 m se tendrían efectos en la zona de amortiguamiento		

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Producto del jet fire, contaminación y partículas emitida al medio ambiente en un radio de 11.88 m.	Mantenimiento preventivo.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo ,revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Menor grado de afectación en un radio de 15.54 metros.	Programa de señalización de seguridad	
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire, producto de la explosión en un radio de 37.5 m.	Programa de preparación y respuesta a situaciones de emergencia ambiental.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	Emisión de partículas superiores a 400000 ppm en un radio de 10.9 m.		
			Amortiguamiento	Menor liberación de partículas, en un radio de 12.80 metros.		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	El personal que se halle laborando en un radio de 11.88 m, del punto del incidente estará en una zona de alto riesgo.	Plan de seguridad, implementación de plan de respuesta a emergencias	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	No hay presencia de personal en esta área.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Causaría molestias y/o aturdimiento al personal que se halle a 37.5 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica a 10.9 m.	Uso de EPP	
			Amortiguamiento	A un radio de 12.80 m, llegan los	N/A	N/A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

				niveles de toxicidad en esta zona.		
	Instalaciones/ producción	Radiación	Alto riesgo	Afectaciones severas a equipo en un radio de 11.88 metros.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 15.54 metros	Plan de mantenimiento a válvulas.	
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 37.5 metros.	Plan de seguridad, implementación de plan de respuesta a emergencias	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes.
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A.	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A		

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 3. Golpe y ruptura de tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-03) por mantenimiento vial	Población	Radiación	Alto riesgo	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente, dado que es una carretera.	Mantenimientos preventivos y correctivos, así como el constante monitoreo de la zona.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Daños al sector que se encuentre 26.51 m		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona		
			Amortiguamiento	Daños al sector que se halle transitando cerca o en un radio de 62.18 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Daños a las personas que se hallen en un radio de 17.37 m.		
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 20.11 metros		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo Amortiguamiento	Emisión de partículas al entorno	Mantenimiento preventivo.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Personal	Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire	Programa de Mantenimiento a Equipo.	Programa de operación y mantenimiento;
			Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un radio de solo 17.37 metros		Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 20.11 metros		Programa de operación y mantenimiento;
		Radiación	Alto riesgo	Es potencialmente letal al personal que se halle en un radio de 20.11 metros.	Plan de seguridad, implementación de plan de respuesta a emergencias.	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En esta zona quien se encuentre en un radio de 26.51 metros, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
			Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Riesgo para el personal en un radio de 62.18 metros.	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	Programa de operación y mantenimiento preventivo.
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica en un radio de 17.37 m.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Los daños por estar expuestos a la nube, serán menores, pero, aun así, son nocivos a una distancia de 20.11 m.		

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Instalaciones/ producción	Radiación	Alto riesgo	Daños severos a equipo a 20.11 metros.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 26.51 metros.		N/A
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 62.18 metros con dirección oeste.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 4. Fuga de Gas Natural en ERM (cliente industrial 01) por golpe vehicular accidental.	Población	Radiación	Alto riesgo	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente en un radio de 25.60 m, dado que es una entrada de un cliente industrial.	Mantenimientos preventivos y correctivos, así como el constante monitoreo de la zona.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	En esta zona 33.83 metros, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona		
			Amortiguamiento	Daños al sector que se halle en un radio de 86.86 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente 24.69 m.		
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 20.11 metros		
		Radiación	Alto riesgo			

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Medio Ambiente		Amortiguamiento	Emisión de partículas al entorno, producto del jet fire.	Mantenimiento preventivo.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire, producto de la explosión.	Programa de Mantenimiento a Equipo.	Programa de operación y mantenimiento;
		Toxicidad	Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un radio de 24.69 metros		Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 29.26 metros		Programa de operación y mantenimiento;
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Es potencialmente letal al personal que se halle en un radio de 25.60 metros.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En esta zona 33.83 metros, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Riesgo para el personal del cliente industrial.	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	N/A
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Los daños por estar expuestos a la nube, serán menores, pero, aun así, son nocivos.		

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Instalaciones/ producción	Radiación	Alto riesgo	Daños severos a equipo a 25.60 metros.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 33.83 metros.		N/A
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 86.86 metros.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 5. Ruptura parcial y/o daño al sistema de distribución de gas natural (válvula de seccionamiento #02) a causa de mejoras o mantenimientos por parte del municipio en zona comercial	Población	Radiación	Alto riesgo	Existirán daños por la exposición en esta zona a una distancia de 17.37 m.	Implementación del plan de respuesta a emergencias. Mantenimientos preventivos y correctivos, así como el constante monitoreo de la zona.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente en un radio de 22.86 m		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona		
			Amortiguamiento	Daños al sector que se halle en un radio de 53.95 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Alto riesgo por toxicidad a una distancia de 15.54 m.		
			Amortiguamiento	A una distancia de 18.28 se tendrían efectos en la zona de amortiguamiento.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	N/A	Mantenimiento preventivo.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Emisión de partículas al entorno producto del jet fire.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Personal	Toxicidad	Amortiguamiento	Mala calidad en el aire, producto de la explosión en un radio de 53.95 m.	Programa de Mantenimiento a Equipo.	Programa de operación y mantenimiento;
			Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un radio de 15.54 metros		Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 18.28 metros		Programa de operación y mantenimiento;
		Radiación	Alto riesgo	Emisión de partículas al entorno, producto del jet fire daños graves en un radio de 17.37 m.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En un radio de 22.86 m, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Riesgo para el personal que se encuentre laborando al menos a una distancia de 53.95 m.	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	N/A
	Instalaciones/ producción	Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica a 15.54.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	A un radio de 18.28 m, llegaran los niveles de toxicidad en esta zona.		
		Radiación	Alto riesgo	Daños severos a equipo a 17.37 m metros.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 22.86 metros.		N/A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 53.95 metros.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 6. Fuga y/o daño a tubería de gas natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-04) por mantenimiento o vial en carr. Transpeninsular.	Población	Radiación	Alto riesgo	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente, dado que es una carretera, en un radio de 10.05 m.	Mantenimientos preventivos y correctivos, así como el constante monitoreo de la zona.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Daños al sector que se encuentre 9.14 m		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona		
			Amortiguamiento	Daños al sector que se halle transitando cerca o en un radio de 13.71 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica.		
			Amortiguamiento	Los daños por estar expuestos a la nube, serán menores, pero, aun así, son nocivos.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Emisión de partículas al	Mantenimiento preventivo.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	entorno		
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire	Programa de Mantenimiento a Equipo.	Programa de operación y mantenimiento;

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

		Toxicidad	Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un radio de solo 9.97 metros		Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración que no provoca afectaciones.		Programa de operación y mantenimiento;
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Es potencialmente letal al personal que se halle en un radio de 10.05 metros.	Plan de seguridad, implementación de plan de respuesta a emergencias.	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En esta zona quien se encuentre en un radio de 9.14 metros, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Riesgo para el personal en un radio de 13.71 metros.	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	Programa de operación y mantenimiento preventivo.
	Instalaciones/ producción	Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica en un radio de 9.97 m.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Los daños por estar expuestos a la nube, serán menores, pero, aun así, son nocivos		
		Radiación	Alto riesgo	Daños severos a equipo a 10.05 metros.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 9.14 metros.		N/A
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 13.71 metros.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 7. Daño a ducto en punto de inflexión (P.I. 323) por actividades de mantenimiento.	Población	Radiación	Alto riesgo	Daños letales a un radio menor de 9.97 m.	Implementación del plan de respuesta ante emergencias. Implementación del Programa de Mantenimiento	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente en un radio de 7.40 m.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona		
			Amortiguamiento	Daños al sector que se halle en un radio de 15.54 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Alto riesgo por toxicidad a una distancia de 9.97 m.		
			Amortiguamiento	A una distancia de 1 m se tendrían efectos en la zona de amortiguamiento.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Daños a causa de la combustión como la emisión de partículas y humo.	Programa de mantenimiento.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Emisión de partículas al entorno producto del jet fire.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire, producto de la explosión en un radio de 15.54 m.	Programa de Mantenimiento a Equipo. Programa de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento;
		Toxicidad	Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un		Programa de operación y mantenimiento;

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Personal			radio de solo 9.97 metros		
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 1 metro		Programa de operación y mantenimiento;
		Radiación	Alto riesgo	Potencialmente letal al personal que se halle en un radio menor a 9.97 m.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En un radio de 7.40 m, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Riesgo para el personal que se encuentre laborando al menos a una distancia de 15.54 m	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	N/A
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas de producto de la nube toxica a 9.97 m.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	A un radio de 1 m, llegaran los niveles de toxicidad en esta zona.		
	Instalaciones/producción	Radiación	Alto riesgo	Daños severos a equipo a 9.97 metros.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 7.40 metros.		N/A
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 15.54 metros.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A
--	--	--	-----------------	----------------------------------	--	-----

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 8. Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento #10 por golpe vehicular.	Población	Radiación	Alto riesgo	Existirán daños por la exposición en esta zona a una distancia de 9.97 m.	Implementación del plan de respuesta a emergencias. Mantenimientos preventivos y correctivos, así como el constante monitoreo de la zona.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Daños a las personas que se hallen cercanas al incidente en un radio de 12.80 m		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona		
			Amortiguamiento	Daños al sector que se halle en un radio de 24.68 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Alto riesgo por toxicidad a una distancia de 9.97 m.		
			Amortiguamiento	A una distancia de 4.66 m se tendrían efectos en la zona de amortiguamiento.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Emisión de partículas al entorno producto del jet fire.	Mantenimiento preventivo.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento			
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire, producto de la explosión en un radio de 24.68 m.	Programa de Mantenimiento a Equipo.	Programa de operación y mantenimiento;
		Toxicidad	Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un radio de 9.97 metros		Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	Nube de vapor con menos nivel de concentración en un radio de 4.66 metros		Programa de operación y mantenimiento;

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Personal	Radiación	Alto riesgo	Emisión de partículas al entorno, producto del jet fire daños graves en un radio de 9.97 m.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En un radio de 12.80 m, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Riesgo para el personal que se encuentre laborando al menos a una distancia de 24.68 m.	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	N/A
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica a 9.97.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	A un radio de 4.66 m, llegaran los niveles de toxicidad en esta zona.		
	Instalaciones/producción	Radiación	Alto riesgo	Daños severos a equipo a 9.97 m metros.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 12.80 metros.		N/A
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 24.68 metros.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 7. Fuga de Gas Natural en ER 17 por error de mantenimiento	Población	Radiación	Alto riesgo	La energía liberada causaría serias lesiones a la población en un radio de 13.71 m.	Mantenimientos preventivos y correctivos, así como el constante monitoreo de la zona.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	La exposición prolongada podría causar molestias, en un radio de hasta 18.28 m.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se alcanzó esta zona		
			Amortiguamiento	Daños a la población por la explosión, aturdimiento en un radio de 45.72 m.		
		Toxicidad	Alto riesgo	Alto riesgo por toxicidad a una distancia de 12.80 m.		
			Amortiguamiento	A una distancia de 15.54 m, se tendrían efectos en la zona de amortiguamiento.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Emisión de humo, y partículas a causa del jet fire.	Mantenimiento preventivo.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Amortiguamiento	Emisión de partículas al entorno y afectación a vegetación que se encuentre en el área .		
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Mala calidad en el aire, producto de la explosión en un radio de 45.72 m.	Programa de Mantenimiento a Equipo.	Programa de operación y mantenimiento;
		Toxicidad	Alto riesgo	Nube de vapor toxica en altas concentraciones en ppm en un radio de solo 12.80 metros		Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	Se liberará gas natural a la atmosfera en un		Programa de operación y mantenimiento;

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

	Personal	Radiación	Alto riesgo	radio de al menos 15.54 metros. El personal que se halle laborando en un radio de 13.71 m, del punto del incidente sufrirá graves quemaduras.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento;
			Amortiguamiento	En un radio de 18.28 m, el personal sufrirá dolor después de estar expuesto a la radiación por un periodo mayor a 60 segundos.		Programa de operación y mantenimiento;
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Riesgo para el personal que se encuentre laborando al menos a una distancia de 45.72 m.	En caso de que se halle personal dando mantenimiento, se recomienda en uso de EPP.	N/A
		Toxicidad	Alto riesgo	Causaría inhalación de partículas producto de la nube toxica a 12.80 m.	Uso de EPP específico de acuerdo al evento	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	A un radio de 15.54 m, llegaran los niveles de toxicidad en esta zona.		
	Instalaciones/ producción	Radiación	Alto riesgo	Daños graves al equipo e instalaciones que estén a una distancia de 13.71 m del incidente.	Plan de mantenimiento a válvulas.	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
			Amortiguamiento	Daños en un radio de 18.28 m		N/A
		Sobrepresión	Alto riesgo	N/A	N/A	N/A
			Amortiguamiento	Habrà ruptura de vidrios en un radio de 45.72 metros.	Plan de seguridad	Programa de operación y mantenimiento, revisiones constantes;
		Toxicidad	Alto riesgo	N/A, (no aplica a instalaciones)	N/A	N/A
			Amortiguamiento	N/A, (no aplica a instalaciones)		N/A

4.6.2 Interacciones de riesgo

Clave del escenario de riesgo	Equipo / sitio de la planta / km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Escenario 1	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	16.46 m	- Ducto de 10" de Diámetro	Sobre el City gate.	- Válvula de Seguridad 4" de Ø.	Revisión continua de los manómetros así como de las instalaciones en general. Capacitación constante al personal.
				Sobrepresión	No se alcanzó el valor de la zona de alto riesgo	- 2 válvulas de Corte Automático de 6" de Ø		- Tren de medición	
			Alto riesgo	Radiación	9.14 m	- 2 trenes de Regulación		- Tren de regulación	
				Sobrepresión	56.7 m	- Válvula de Seguridad de 4" de Ø. - Medidor Tipo Turbina Modelo G400 de 6" de Ø		Válvula de corte automático de 6" de Ø. - válvulas de bola manuales para corte	
Escenario 2	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	11.88 m	- Ducto de acero al carbón de 10" de Ø.	250 mts del punto de fuga a Gasolinera Pemex de la av. Leona Vicario.	- Válvula de seccionamiento #01	Revisión continua de los manómetros así como de las instalaciones en general. Capacitación constante al personal.
				Sobrepresión	No se alcanzó el valor de la zona de alto riesgo	- Ducto de acero al carbón de 4" de Ø.			
			Alto riesgo	Radiación	6.40 m	- Válvula de			
				Sobrepresión	37.5 m				

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

						seccionamiento #01.				
Escenario 3	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	20.11 m	- Ducto de 10" de Ø.	90 mts del punto de fuga a Gasolinera Pemex (Carretera a Todos los Santos)	- Válvula de seccionamiento o. - Válvula de corte automático.	Revisiones exhaustivas y continuas en esa área, para asegurar que el gasoducto este en buenas condiciones	
				Sobrepresión	No se alcanzó el valor de la zona de alto riesgo					
			Alto riesgo	Radiación	11.88 m					
				Sobrepresión	62.18 m					
Escenario 4			Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	25.60 m	- Gasoducto de 10" Ø - ERM del cliente industrial 13. - Entrada de cliente industrial.	60 mts del punto de fuga a Comisión Federal de Electricidad Central Turbogas Los Cabos	-Válvula de seccionamiento o.	Revisiones exhaustivas y continuas en esa área, para asegurar que el gasoducto este en buenas condiciones
					Sobrepresión	No se alcanzó el valor de la zona de alto riesgo				
				Alto Riesgo	Radiación	13.71 m				
					Sobrepresión	86.86 m				
Escenario 5			Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	17.37 m	- Gasoducto de 10" Ø. - Ducto de acero al carbón de 4" de Ø. - Válvula de seccionamiento ER 18	70 mts del punto de fuga a centro comercial Plaza Puerto Paraíso	- Válvula de seccionamiento o #02	Revisiones exhaustivas y continuas en esa área, para asegurar que el gasoducto este en buenas condiciones
					Sobrepresión	No se alcanzó el valor de la zona de alto riesgo				
				Alto Riesgo	Radiación	10.05 m				
					Sobrepresión	53.95 m				

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Escenario 6	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	10.05 m	- Ducto de acero al carbón de 4" de Ø. - Gasoducto de 10" Ø.	90 mts del punto de fuga a centro comercial Costco Los Cabos	- Válvula de seccionamiento. - Válvula de corte automático.	Revisiones exhaustivas y continuas en esa área, para asegurar que el gasoducto este en buenas condiciones
			Alto riesgo	Sobrepresión	No se alcanzó el valor de la zona de alto riesgo				
				Radiación	0.91 m				
				Sobrepresión	13.71 m				
Escenario 7		Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	9.97 m	- Ducto de Polietileno 4" de Ø. - Ducto de polietileno de 2" de Ø	520 mts del punto de fuga a al gasoducto principal. A 30 mts del punto de fuga a zona de viviendas.	- Válvula de seccionamiento	Revisiones exhaustivas y continuas en esa área, para asegurar que el gasoducto este en buenas condiciones
			Alto riesgo	Sobrepresión	No se alcanzó el valor de la zona de alto riesgo				
				Radiación	No se alcanzó el valor				
				Sobrepresión	15.54 m				
Escenario 8		Gas natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	9.97 m	- Gasoducto de 10" Ø. - Ducto de acero al carbón de 4" de Ø.	90 mts del punto de fuga a centros comerciales Chedraui Selecto y La Comer	- Válvula de seccionamiento #10 - Válvula de seccionamiento #09 - Válvula de seccionamiento #11	Revisiones exhaustivas y continuas en esa área, para asegurar que el gasoducto este en buenas condiciones
			Alto riesgo	Sobrepresión	No se alcanzó el valor				
				Radiación	3.75 m				
				Sobrepresión	24.68 m				
		Gas natural		Radiación	13.71 m				



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

Escenario 9	COORDENADAS DEL PROYECTO, INFORMACIÓN RESERVADA, ARTICULO 112 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.		Alto riesgo en equipos	Sobrepresión	No se alcanzó el valor	- Gasoducto de 10" Ø. - Ducto de Polietileno 4" de Ø. - Válvulas de esfera, de mariposa, de tipo globo. - Regulador de presión - Manómetro de 4" de caratula con glicerina	60 mts del punto de fuga a Hospital Saint Luke's. A 130 mts del punto de fuga a Gasolinera Pemex Prolg. Zaragoza	- Válvulas de esfera, de mariposa, de tipo globo. - Regulador de presión - Manómetro de 4" de caratula con glicerina	Revisiones exhaustivas y continuas en esa área, para asegurar que el gasoducto este en buenas condiciones
			Alto riesgo	Radiación	8.22 m				
				Sobrepresión	45.72 m				

4.7 Reposicionamiento de escenarios de riesgo

De acuerdo a los escenarios, así como al diagrama de causa y efecto expuesto con anterioridad, se presenta a continuación una tabla con las causas probables de los 9 escenarios, que con la existencia de las salvaguardas se observa una disminución del nivel de riesgo significativo.

Escenario de Riesgo		Identificación del nodo, sistema, o km	Salvaguarda existente	Nivel de Riesgo	Nivel de Riesgo reducido
No	Descripción				
1	Fuga de Gas Natural por error en soldadura en el City Gate.	Interconexión City Gate, GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42 0+000.00 A	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento / Plan de respuesta a emergencias / Remplazo de tuberías / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos	6	4
2	Fuga de Gas Natural en Válvula de seccionamiento #01 por golpe y/o daño al momento del mantenimiento	Válvula de seccionamiento #01 (V.S. #01) GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42 Ducto AC 4" Ø API 5L Grado X42 7+650.00 A	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento / Patrullaje constante en la línea de gasoducto / Plan de respuesta a emergencias / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Programa de operación y mantenimiento /	6	4
3	Golpe y ruptura de tubería de Gas Natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-03) por mantenimiento vial.	Cruce Carretero UB-CR-CRRR-03 GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42 6+360.00 A	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento / Patrullaje constante en la línea de gasoducto / Plan de respuesta a emergencias /	15	9

			Reemplazo de tuberías / Plan de respuesta a emergencias / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos.		
4	Fuga de Gas Natural en ERM (Cliente industrial 01) por golpe vehicular.	ERM (C-01) GTO. AC 10"Ø. API 5L Grado X42 6+658.88 B	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento / Plan de respuesta a emergencias / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Revisión constante para detectar posibles hundimientos / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos.	15	12
5	Ruptura parcial y/o daño al sistema de distribución (en válvula de seccionamiento #02) de Gas Natural a causa de mejoras o mantenimientos por parte del municipio en zona comercial	Válvula de seccionamiento #02 (V.S. #02) GTO. AC 10"Ø. API 5L Grado X42 8+390.00 A	Capacitación al personal / programa de operación y mantenimiento / Patrullaje constante en la línea de gasoducto / Plan de respuesta a emergencias / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos	12	6

Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

			donde se encuentren equipos		
6	Fuga y/o daño a tubería de Gas Natural en cruce carretero (UB-CR-CRR-04) por mantenimiento vial en carr. Transpeninsular	Cruce Carretero UB-CR-CRRR-04 GTO. AC 10"Ø. API 5L Grado X42 Ducto AC 4"Ø API 5L Grado X42 11+980.00 A	Capacitación al personal / programa de operación y mantenimiento / Patrullaje constante en la línea de gasoducto / Plan de respuesta a emergencias / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos	9	6
7	Daño al ducto en punto de inflexión (P.I. 323) por actividades de mantenimiento.	Punto de Inflexión P.I. 323 Ducto de Polietileno 4" de Ø HDPE 4710 Ducto de polietileno de 2" de Ø HDPE 4710 0+327.24 Y	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento / Patrullaje constante en la línea de gasoducto / Plan de respuesta a emergencias / Remplazo de tuberías / Plan de respuesta a emergencias / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos.	9	6
8	Fuga de Gas Natural en válvula de seccionamiento	Válvula de seccionamiento #10 (V.S. #10) GTO. AC 10"Ø. API 5L Grado X42	Capacitación al personal / programa de operación y mantenimiento	12	8

	#10 por golpe vehicular	Ducto AC 4"Ø API 5L Grado X42. 37+990.00 A	/Patrullaje constante en la línea de gasoducto / Plan de respuesta a emergencias / Remplazo de tuberías / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos.		
9	Fuga de Gas Natural en ER-17 por error de mantenimiento	ER-17 GTO. AC 10"Ø. API 5L Grado X42 Ducto de Polietileno 4" de Ø HDPE 4710	Capacitación al personal / programa de operación y mantenimiento / Patrullaje constante en la línea de gasoducto / Plan de respuesta a emergencias / Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad / Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos.	6	4

4.8 Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo.

4.8.1 Sistemas de seguridad

- City Gate Los Cabos.

De acuerdo a la presión máxima de entrada la cual es de 497.82 psi y al Set Point de activación de la válvula de seguridad a la salida de la ERM, la cual es un 20% arriba de nuestra presión de operación (358.43 psi). Válvula de seguridad de 4" de Ø, modelo FG-40 bridada tipo RF ANSI 300, la cual de acuerdo a las tablas de información del fabricante (Mooney) cuenta con un Cg de 6,500 superando en gran medida la cantidad requerida.

A continuación, las válvulas de corte automático, que se instalarán una para cada tren de regulación con el fin de proteger al sistema por un incremento y por un descenso de presión. Válvula de corte automático marca Pietro Fiorentini, modelo SBC 782.

Se instalará un medidor Turbina G400 de 6” de Ø en ANSI 300 en ambos trenes de medición que, de acuerdo a datos proporcionados con el fabricante, cada uno de los medidores manejan un flujo máximo de 650 ACMH con una rangeabilidad de 1:20, es decir que el mínimo flujo que puede medir es de 32.5 ACMH.

- ERM “City Gate Los Cabos”

El gas natural entrará al troncal de la ERM y podrá fluir por la TEE1 y por la TEE3 conectadas al troncal, llegando así, a los trenes de filtración No. 1 y No. 2, pasando a través del tren de filtración que se encuentre en operación.

El troncal tendrá un manómetro de carátula para indicación de presión en campo, además de tener un manómetro testigo PIT-001 para poder monitorear la presión del gas de entrada a la City Gate y transmitir la información al sistema SCADA.

Para detectar el incremento de presión diferencial, se tendrá un manómetro de presión diferencial conectado a la entrada y salida del filtro 1 y un manómetro de presión diferencial conectado a la entrada y salida del filtro 2, para monitorear las condiciones de presión de entrada y salida de cada filtro.

El Tren de Regulación N° 1 tendrá inicialmente una válvula de corte automático calibrada a 22.49 Kg/cm² (320 Psi) para corte o cierre por alta presión y 15.75 Kg/cm² (224.02 psi) para corte o cierre por baja presión. Después de esta válvula, se tendrá el regulador No.1 que contará con dos pilotos, el piloto trabajador calibrado 28.12 Kg/ cm² (400 Psi) y el piloto monitor calibrado a 22.14 Kg/cm² (315 Psi) (regulador monitor). Seguido del segundo regulador que contará con un piloto calibrado a 21.00 Kg/cm² (298.69 psi), de tal manera, que si en el tren de regulación, por el cual está fluyendo gas llegará a fallar el segundo regulador, el regulador No.1 tomará el control total de la presión, la regulación se realizará en una fase y el regulador que estaba como monitor, ahora será el trabajador. Si por encima de eso, fallara de la misma manera el regulador monitor (ahora trabajador) y sobrepasará la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático por alta presión y cortará el flujo de gas por el tren de regulación.

El Tren de Regulación No. 2 tendrá cerrado el regulador trabajador, debido a que estará censando una presión mayor a la que esta calibrado 20.50 Kg/cm² (291.57 psi), al momento de que el flujo se corte por alta presión en el tren de regulación número uno, empezará a decrecer la presión en el sistema hasta alcanzar la presión a la que esta calibrado el piloto No. 3 del tren de regulación 2 el cual abrirá automáticamente permitiendo el flujo de gas por este tren y así continuar con el abastecimiento de gas a los socios industriales. La válvula de corte automático estará calibrada a 24.6 Kg/cm² (350 psi) para alta presión, por debajo de la cual estará calibrada la válvula de seguridad de la estación, y 15.75 Kg/cm² (224.02 psi) para baja presión.

- **Tren de Filtración.**

Para lograr una adecuada filtración que favorezca la operación de los equipos sensibles tales como son los medidores de turbina y los reguladores de presión, los filtros coalescedores utilizarán cartuchos desechables que retienen las partículas sólidas y líquidas de hasta $3\mu\text{m}$ con una eficiencia de 99.99%.

Para detectar el incremento de presión diferencial, se tendrá un manómetro de presión diferencial conectado a la entrada y salida del filtro 1 y un manómetro de presión diferencial conectado a la entrada y salida del filtro 2, para monitorear las condiciones de presión de entrada y salida de cada filtro

- **Tren de Medición.**

Contará con un medidor de turbina, cuya función será medir el flujo volumétrico que pase a través de él. El rango de flujo volumétrico que se podrá medir con este medidor de turbina será desde 1.010 MMSCFD hasta 13.340 MMSCFD. Para poder cambiar el medidor, ya sea por incremento de capacidad de flujo, o bien por mantenimiento, se deberá hacer uso de las válvulas de corte que bloquearán el paso de gas aislando este tren de medición.

Este tren de medición, contará con una válvula manual de bola aguas arriba del medidor 1 y con una válvula manual de bola aguas abajo del medidor 1, con el objetivo de poder bloquear el paso de gas cuando sea necesario dar mantenimiento o reemplazar el medidor.

- **Sistema de Regulación de Presión.**

Se tienen dos trenes de Regulación, los cuales comienzan con la instalación de una válvula de bola. Posteriormente se encuentra una válvula de corte automático con actuador neumático de doble acción para corte por alta y baja presión que sirve como válvula de corte a la entrada del tren de regulación y que detecta la presión a la salida del tren. Aguas abajo de esta válvula, se encuentra el primer regulador (regulador monitor) operado con doble piloto, uno de estos pilotos es utilizado para vigilar el desempeño del segundo regulador (trabajador), para que, en caso de falla de éste, el regulador monitor tome el control total de la presión y realice la regulación a la presión de salida del sistema para entregar el gas a la presión requerida.

La regulación se realizará en una fase con el regulador 1 bajando la presión a 22.14 Kg/cm^2 (315 psi) que es la presión a la que está calibrado el monitor, y el piloto que estaba como monitor ahora será el trabajador. Si por encima de eso de la misma manera fallara el regulador monitor (ahora trabajador) del tren de regulación No. 2 y sobrepasará la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de seguridad que será de 23.90 kg/cm^2 (340.00 psi), si no fuese suficiente y la presión siguiera incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático del tren de regulación núm. 2, esta última cortará el flujo de gas a la red general para asegurar que no se tendrá una sobre presión en todo el sistema.

Identificación de Situaciones de Emergencias Ambientales.

La identificación de las situaciones de emergencias ambientales que se pueden presentar durante las actividades rutinarias de los centros de trabajo:

Evento	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Plan de mitigación
Derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales (hidrocarburos, sustancias químicas peligrosas o residuos peligrosos)	Generación de residuos peligrosos.	Contaminación del suelo, subsuelo y agua	• Atender el derrame de acuerdo al apartado 6.3.1, cuando el derrame sea menos a 1 m³, y de acuerdo al 6.3.2 cuando sea mayor. Ver ANEXO A. Ocurrencia Derrame. • Cuando el derrame llegue a alguna fuente de agua (lago, laguna, drenaje, río, etc.), realizar la atención del derrame adicional del 6.3.3. • Recoger el material del kit de contención de derrames usado, así como el suelo que pudo contaminarse, y colocarlos en bolsas. • Almacenar como residuo peligroso (FR-AMB- SGA-01. Control de entradas y salidas del ATRPE). • Disposición final del residuo peligroso. • Comunicar el evento al Responsable de Medio Ambiente en Operación, con copia al Superintendente de Medio Ambiente. • Elaborar el FR-SYS-SGS-11. Reporte de Investigación de Accidentes/Incidentes, y entregarlo al Superintendente de Medio Ambiente, lo anterior, cuando el derrame sea menor a 1 m³, cuando el derrame sea mayor, adicionalmente realizar los informes a la ASEA de la emergencia ambiental.
Incendio y/o Explosión	• Generación de residuos no peligrosos. • Emisión de gases a la atmosfera. • Consumo de agua. • Derrame de sustancias.	• Contaminación del suelo. • Contaminación del agua. • Contaminación atmosférica.	• Atender el evento de acuerdo a los siguientes procedimientos: - PG-SYS-GEN-01. Plan de respuesta a emergencia. - PO-SYS-SGS-18. Plan Integral de Seguridad - PO-SYS-GEN-06. Activación del Plan Integral de Seguridad. • Si se generan residuos no peligrosos, se manejarán según procedimiento PT-AMB- SGA-07. Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial y el registro FR-AMB- SGA-03. Bitácora para residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

			• Si se generan residuos peligrosos, se manejará conforme al procedimiento PT-AMB- SGA-06. Manejo de Residuos Peligrosos y el registro FR-AMB-SGA-01. Control de entradas y salidas del ATRPE.
Emisiones No Controladas (Fugas de Gas Natural)	• Generación de residuos peligrosos. • Generación de residuos no peligrosos. • Emisión de gases a la atmosfera.	• Contaminación del suelo. • Contaminación del agua. • Contaminación atmosférica	• Atender la fuga mediante los procedimientos: - PO-SYS-SGS-09. Controlar Fugas de Gas. - PO-OYM-OPE-10. Clasificación de fugas de Gas Natural. - PO-OYM-OPE-09. Detección y Localización de Fugas. - PO-OYM-OPE-08. Patrullaje de los sistemas de transporte. - PG-SYS-GEN-01. Plan de respuesta a emergencia. - PO-SYS-SGS-18. Plan Integral de Seguridad - PO-SYS-GEN-06. Procedimiento de Activación del Plan Integral de Seguridad. - Si se generan residuos peligrosos, se manejará conforme al procedimiento PT- AMB-SGA-06. Manejo de Residuos Peligrosos y el registro FR-AMB-SGA-01. Control de entradas y salidas del ATRPE. - Si se generan residuos no peligrosos, se manejaran según procedimiento PT-AMB- SGA-07. Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial y el registro FR-AMB-SGA-03. Bitácora para residuos sólidos urbanos y de manejo especial. - Calcular/estimar la emisión de gas natural fugada, para su posterior reporte en la COA.

Equipo y materiales.

Cada Centro de Trabajo deberá asegurarse de disponer de los recursos materiales para atender las emergencias ambientales identificadas en el numeral 6.1, los cuales son (enunciativa más no limitativamente) los siguientes:

Tipo de emergencia	Material para su atención
Derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales (hidrocarburos,	Kit para control de derrames: Cinta delimitadora de área, pico, pala, escoba, material absorbente (<i>cojín, almohadilla, cordón-salchicha, polímero</i>)

sustancias químicas peligrosas o residuos peligrosos)	solidificador/encapsulador, arena, y/o aserrín), recipiente y/o bolsas. EPP (botas, guantes, lentes, cubre bocas).
Incendio y/o Explosión	Extintores, agua, tierra. EPP específico.
Emisiones No Controladas (Fugas de Gas Natural)	Kit de emergencias para atender fugas (herramientas, materiales, equipo e instrumentos). EPP específico e incluido en el listado de Equipo y Herramientas del Kit de Emergencias.

4.8.2 Medidas preventivas

Medidas de Seguridad.

Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., cuenta con un programa de seguridad, del cual se deriva una serie de actividades preventivas-correctivas para la eficiente operación del sistema para transporte de gas natural, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla 52. Programa de Actividades de Seguridad.

Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
Mantenimiento instrumentación.	
Inspección y pruebas de dispositivos de paro a control remoto	Semestral
Mantenimiento eléctrico.	
Revisión de aislamiento eléctrico en camisas y juntas en gasoductos de acero	Mensual
Medición de Tierras Físicas	
Verificación del analizador de humedad	Anual
Mantenimiento mecánico.	
Mantenimiento Preventivo a Válvulas de Bloqueo	Bimestral
Mantenimiento Preventivo Calibración y Ajuste de Válvulas de Corte Automático	Semestral
Mantenimiento a Equipo de Odorización	Anual
Toma de Potencia entre tuberías y suelo	
Mantenimiento de celda de referencia	
Medición de espesores en tubería de acero	Semestral
Mantenimiento a estaciones de regulación y medición	
Mantenimiento a válvulas de seguridad	
Mantenimiento a válvulas reguladoras	Anual
Aplicación de recubrimiento anticorrosivo a instalaciones superficiales	
Protección anticorrosiva en interfase suelo aire	
Corrida de diablos de inspección geómetra	
Limpieza interior de gasoductos con diablos de limpieza Polly Pig	

Además, la empresa Gas Natural del Noroeste cuenta con un programa de patrullaje en los sistemas de distribución del gas, con el fin de supervisar, detectar y reportar condiciones que representen riesgos para la operación segura y confiable del gasoducto.

En caso de una contingencia, cuenta con un plan de respuesta a emergencias ambientales, así como con un Plan Integral de seguridad.

4.8.3 Recomendaciones técnico-operativas

De acuerdo al análisis de los diagramas de causa y efecto, así como los escenarios recreados previamente, se generó la siguiente tabla de recomendaciones de acuerdo a las causas identificadas.

Tabla 53. Recomendaciones de la identificación de peligros y escenarios de riesgo

No	Recomendación	Identificación del nodo, sistema, o km	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
			No	Descripción		
1	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento.	Interconexión City Gate, GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42, Cruce Carretero UB-CR-CRRR-03, Válvula de seccionamiento Válvula de seccionamiento. (V.S. #02)	1,3,5,8	Error en soldadura de tubería	GNN	2
2	Capacitación constante al personal, revisiones periódicas a las instalaciones	GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42, Ducto AC 4" Ø API 5L Grado X42, Válvula de seccionamiento (V.S. #01), Cruce Carretero UB-CR-CRRR-04, Ducto de Polietileno 4" de Ø HDPE 4710, Ducto de polietileno de 2" de Ø HDPE 4710, ER-17	1,2,6,7,9	Incorrecta reparación o mantenimiento	GNN	6
3	Programa de capacitación al personal, revisiones constantes.	Interconexión City Gate, GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42	1	Golpe o daño a instalaciones al City Gate al momento de dar mantenimiento.	GNN	6
4	Procedimiento de señalización de seguridad; plan de respuesta a emergencias	GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42, Válvula de seccionamiento (V.S. #01), ER-17, Ducto de Polietileno 4" de Ø HDPE 4710	2,9	Golpe accidental durante actividades de mantenimiento	GNN	6
5	Programa de operación y mantenimiento; Reemplazo de tuberías	GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42, Ducto AC 4" Ø API 5L Grado X42, Válvula de seccionamiento (V.S. #01), Cruce Carretero UB-CR-CRRR-03, ERM (C-01), Válvula de seccionamiento. (V.S. #02), Cruce Carretero UB-CR-CRRR-04, Ducto de	1,2,3,4,5,6,7,8,9	Desgaste de la tubería por uso.	GNN	3
6	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad; Reemplazo de tuberías, NOM 006-ASEA-2017			Deficiencia en calidad de material o con defecto de fábrica.	GNN	3
7	Revisión constante para detectar posibles hundimientos. Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad			Hundimiento del terreno y cause movimiento o tensión en tubería.	GNN	9

8	Programa de operación y mantenimiento;	Polietileno 4" de Ø HDPE 4710		Posible movimiento telúrico.	GNN	9
9	Uso de materiales que cuenten con certificados de calidad; Remplazo de tuberías	Ducto de polietileno de 2" de Ø HDPE 4710, Válvula de seccionamiento (V.S.#10), ER-17	1,2,3,4,5,6,7,8,9	Condiciones climáticas provocan corrosión	GNN	6
10	Programa de capacitación al personal; Programa de operación y mantenimiento.	GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42, Ducto AC 4"Ø API 5L Grado X42, Válvula de seccionamiento (V.S.#01), Cruce Carretero UB-CR-CRRR-03, Cruce Carretero UB-CR-CRRR-04, Ducto de Polietileno 4" de Ø HDPE 4710 Ducto de polietileno de 2" de Ø HDPE 4710, ER-17	1,2,3,6,7,9	No respetar los protocolos establecidos previo a los bloqueos para el mantenimiento.	GNN	6
11	Capacitación constante al personal	GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42, Ducto AC 4"Ø API 5L Grado X42, Válvula de seccionamiento (V.S.#01), Cruce Carretero UB-CR-CRRR-03, Válvula de seccionamiento. (V.S.#02), Cruce Carretero UB-CR-CRRR-04, Ducto de Polietileno 4" de Ø HDPE 4710 Ducto de polietileno de 2" de Ø HDPE 4710	1,2,3,5,6,7	Se desconoce el procedimiento	GNN	6
12	Capacitación al personal, programa de operación y mantenimiento / Plan de respuesta a emergencias, Señalética	Cruce Carretero UB-CR-CRRR-03, Válvula de seccionamiento. (V.S.#02), Cruce Carretero UB-CR-CRRR-04, Ducto de Polietileno 4" de Ø HDPE 4710 Ducto de polietileno de 2" de Ø HDPE 4710	3,5,6,7	Daño a ducto por maquinaria pesada.	GNN	9
13	Programa de operación y mantenimiento	GTO. AC 10" Ø. API 5L Grado X42, Ducto AC 4"Ø API 5L Grado X42, Válvula de seccionamiento (V.S.#01), Válvula de seccionamiento. (V.S.#02) Válvula de seccionamiento (V.S.#10), ER-17	1,2,5,8,9	Falla en los sistemas de medición no muestran datos reales	GNN	6

14	Programa de operación y mantenimiento.	ERM (C-01)	4	Falla en el regulador de presión debido al golpe que se ocasiono con el vehículo.	GNN	6
15	Colocación estratégica, adecuada y visible de señalamientos donde se encuentren equipos, Programa de capacitación y mantenimiento.	ERM (C-01), Válvula de seccionamiento. (V.S. #02), Válvula de seccionamiento (V.S.#10)	4,5,8	Carece de señalética que indique los límites de velocidad para transitar por la zona	GNN	4

4.9 Conclusiones

De acuerdo a la información revisada en cuanto a características del sistema de distribución de gas natural, detalles como gasoductos, material del cual están elaborados, diámetros de los mismos, presiones a las cuales estarán sujetos durante su funcionamiento así mismo como todos los elementos de trayectoria que están considerados, tal es el caso de válvulas de seccionamiento, estaciones de regulación y medición, el city gate a construir y las condiciones ambientales tanto como a las antrópicas a las cuales estarán expuestos, dan un primer panorama de la distribución en un plano espacial.

Las actividades que conllevan la realización de un sistema de transporte de gas natural, desde un inicio representan una serie de maniobras riesgosas, tanto para su construcción y una vez llevado a cabo este paso, su posterior operación. Es claro que los riesgos son latentes y pueden presentarse en cualquier momento, pero, se llevan a cabo las acciones correctas, como lo pueden ser, actividades de mantenimiento, preventivo, correctivo, capacitación al personal, así como la correcta instrucción al personal a cerca de las actividades a realizar y la importancia de apegarse a buenas prácticas para poderlas llevar a cabo.

Esta información en conjunto y la revisión de antecedentes, es vital para detectar nodos, en los cuales la susceptibilidad a ocurrencia de un incidente pueda ser mayor, de lo cual se derivó la modelación de 9 escenarios, y dado que la magnitud del sistema es considerable, se realizaron con base a puntos en común, es decir que se pueden ubicar más de una vez en distintos sitios del os cuales se conforma el sistema y de este modo estos 9 escenarios modelados se centran en estos criterios:

- Sitio de interconexión con City gate.
- Válvulas de seccionamiento.
- Cruce carretero
- Estaciones de regulación.

Por ende que el presente estudio, tiene como finalidad determinar, así como ubicar todos esos eventos que puedan significar algún riesgo en desarrollo de las actividades que conlleva el sistema de transporte de gas natural, y de acuerdo a esto poder asignarles un valor de acuerdo a la gravedad de dicho riesgo y de esta manera poder generar escenarios de que pasaría en caso de tener un accidente de este tipo, las maneras en las cuales

podemos actuar y sobre todo emitir recomendaciones. Además de que las recomendaciones procuran y mantienen un funcionamiento adecuado y se prevé que no existan incidencias que resulten negativas a los componentes como lo son la población, flora, fauna etc.

Aunado a todo esto, el promovente cuenta con sus propias medidas, planes de acción, procedimientos, sistemas de seguridad y elementos necesarios para garantizar que el sistema de distribución de gas natural, funcione sin percances y sin comprometer a la población y demás elementos que se encuentran en su entorno.

4.10 Resumen ejecutivo

El presente proyecto desarrolla las obras correspondientes al sistema de distribución de gas natural en las ciudades del municipio de Los Cabos (Cabo San Lucas y San José del Cabo).

Las consideraciones para el diseño de la estación están basadas en el numeral 5 de la NOM-003-ASEA-2016 Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

El Proyecto denominado “ZGU LOS CABOS” en el municipio de Los Cabos, Baja California Sur,

Dentro del contenido temático del estudio, se implementaron metodologías para lograr identificar las posibles fallas tanto manuales como mecánicas las cuales se pudiesen suscitar en cierta etapa del proceso operativo y mismas que pudiesen desencadenar en liberaciones de gas, dichas fallas de las que se habla pueden ser; falla de válvulas manuales, ruptura del ducto debido a un factor externo como lo puede ser mantenimiento al mismo sistema o al área donde pudiera emplearse maquinaria pesada que afectara la infraestructura de conexión de ductos de transporte de gas natural, así como el mismo fallo de los sistemas de seguridad que se implementa por parte de GNN, al hablar de estos posibles fallos nos remitimos a que se podrían verse traducidas en alguna explosión conocida chorro de fuego, explosión por sobrepresión o emitir niveles de toxicidad, generando daños a los componentes que se encuentren alrededor de dicho evento.

Es por eso que dentro de este análisis se incluye información base en cuanto a los aspectos más relevantes del sistema de distribución, así mismo la aplicación de metodologías, que permitieron la identificación de peligros, evaluando y analizando dichos riesgos, tomando criterios muy importantes como lo son antecedentes de incidentes ocurridos dentro de este sector.

Con toda esta información se realizaron los análisis causa – efecto, y creación de los escenarios de riesgo, tomando en cuenta que cada uno de estos manejaría distintas características, acorde a la zona en la que se ubicaba, demanda proyectada y otros criterios de tipo ambiental necesarios para que se pudiesen llevar a cabo. De este modo se lograron relacionar las medidas existentes de seguridad con los posibles eventos a ocurrir y de qué manera hacer una prevención efectiva.

Así mismo es importante mencionar, que las instalaciones del ducto cuentan con características de la más alta calidad las cuales lo vuelven seguro y confiable para poder desarrollar la actividad de la manera más segura. Todas estas características mencionadas, así como el que Gas Natural del Noroeste cuente con programas puntuales mismos que



Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos “Sistema de Distribución de Gas Natural por Medio de ductos en la Zona Geográfica Única: Los Cabos”

permiten dar correctos mantenimientos preventivos, correctivos y hasta predictivos, que hacen que el personal que opera pueda detectar alguna clase de falla.

De igual manera, el reposicionamiento de escenarios de riesgo, en el cual se describen las acciones a desarrollar para que finalmente tengamos un riesgo de nivel bajo en el proyecto.

Finalmente, los resultados de las simulaciones realizadas en el software Aloha, dan un panorama muy acorde a posibles escenarios que podrían ocurrir y los puntos que se pueden catalogar como propensos, y de este modo permiten una correcta planeación y así mismo desarrollar ideas y estrategias de prevención que es lo más importante.