

Capítulo 4. Permisos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

4.1 Trámites internos.

En forma paralela al desarrollo de la ingeniería de detalle de los proyectos, se debe enviar en forma oficial a GSIPA (Gerencia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental de PEP), la relación de los proyectos que se pretenden construir con el objeto de que esta entidad determine que tipos de estudios se requieren contar para gestionar los permisos ante la autoridad ambiental.

GSIPA es la autoridad de PEP facultada para interactuar con las autoridades ambientales como: SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), DGIRA (Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental) y PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección Ambiental).

Para el gasoducto de referencia se requiere contar con los estudios de manifiesto de impacto ambiental en modalidad general y estudio de análisis de riesgo en modalidad para ducto terrestre.

Tomando como base el estudio de manifiesto de impacto ambiental desarrollado por la compañía CPI, Ingeniería y Administración de Proyectos, S.A. de C.V; a continuación se presenta un resumen ejecutivo con los aspectos mas relevantes del citado estudio cumpliendo así con los requisitos establecidos por la DGIRA.

4.2 Resumen ejecutivo del manifiesto de impacto ambiental en modalidad general.

Declaración del avance que guarda el proyecto al momento de elaborar el estudio de impacto ambiental.

El avance del proyecto hasta el momento de la elaboración del presente estudio de manifiesto de impacto ambiental en modalidad general fue de 0%.

Tipo de obra o actividad que se pretende llevar a cabo.

PEP requiere del servicio de transporte de gas amargo húmedo de alta presión, obtenido de los campos productores del Activo Litoral de Tabasco, en los pozos Sinan 201, Bolontiku 1, May 1, Yum 2, Costero 1, Mison, Kab, Kix y Hayabil. El gas en las barcazas es comprimido en la TMDB, ahí se procede a separar, bombear, comprimir y enviar al Complejo Petroquímico de Cactus, Chiapas, donde se encuentra su punto de entrega.

Por lo anterior, se llevará a cabo la **“Construcción del Gasoducto de 36” X 68.7 km, de Dos Bocas a Cactus”**, el cual se fraccionó en tres etapas como se describió en el capítulo 2.

Selección del sitio

La selección del sitio se basó en el aprovechamiento del derecho de vía existente del km 0+000 al km 3+200 y del km 0+000 al km 57+002.68, esto es; que los 8+497.32 kilómetros corresponden a un tramo nuevo en donde no existe tubería alguna. Es importante mencionar que la trampa sur ubicada en el km 0+000, es el punto de convergencia de los tramos 1A y 1B del gasoducto de 36", en donde el tramo 1A su kilometraje es contra el flujo, es decir; hacia la estación de compresión de gas y el tramo 1B en el sentido del flujo, hacia la Trinidad.

Etapas de preparación del sitio y construcción.

Los trabajos de preparación del sitio para construcción, contemplan los siguientes alcances:

I. Preparación del sitio.

Trazo y nivelación del derecho de vía.

Apertura del derecho de vía.

Carga, acarreo y descarga de tubería.

Tendido de tubería.

II. Construcción.

Excavación de zanja.

Doblado, alineado y soldado de tubería.

Inspección radiográfica.

Reparación de soldaduras.

Limpieza exterior.

Protección mecánica anticorrosiva.

Prueba dieléctrica del recubrimiento.

Parcheo de juntas y bajado.

Tapado de zanja.

Prueba hidrostática.

Señalización.

Protección catódica.

Obras especiales.

Corridas de diablos de prueba.

El área que será afectada con la construcción del gasoducto, será de 193 hectáreas, considerando la longitud del ducto de 68.7 kilómetros y su derecho de vía varía de acuerdo con la tabla no. 5.

Tramo (km)	Ancho de ddv. (m).	área afectada (ha)
1.- 0+000 al 3+200 (trampa sur a compresión de gas)	25	8.00
2.- 0+000 al 3+850 (trampa sur al Escribano)	25	9.63
2.- 3+850 al 40+773.56 (Escribano a la Trinidad)	25	92.31
3.- 40+773.56 al 57+002.68 (Trinidad al troncal Samaria II)	25	40.57
4.- 57+002.68 al 65+500 (troncal Samaria II a Cactus)	30	42.49
	total	193.00

Tabla no. 5. Superficies afectadas por el Gasoducto de 36" x 68.7 km de Dos Bocas a Cactus, Chis

Operación y mantenimiento.

Se prevé que el gasoducto opere de manera continúa los 365 días del año, aunque el volumen de transporte de gas dependerá de la demanda del Complejo Petroquímico Cactus.

El mantenimiento de la obra, contempla un mantenimiento preventivo de protección anticorrosiva y protección catódica, con una revisión cada tres meses de la protección catódica, la cual se localizará en intervalos. El potencial del suelo, se medirá una vez por año.

Todas las válvulas de seccionamiento, trampas de diablos de recibo y envió, se inspeccionarán cada tres meses y el equipo de medición será checado y calibrado anualmente.

Abandono del sitio.

Se considera que el gasoducto tendrá una vida útil mínima de 15 años.

Una vez terminada la vida útil del gasoducto, se dismantelará la infraestructura superficial (válvulas de seccionamiento y estación de compresión), la tubería se quedará enterrada para no ocasionar nuevamente afectaciones al ambiente.

En el área del derecho de vía, en el caso de proceder, se limpiará y se mantendrán las señalizaciones que indiquen la presencia del ducto para evitar que se establezcan asentamientos humanos sobre éste.

Procesos involucrados.

No se encuentran procesos involucrados, debido a que el objetivo principal es la transportación del gas amargo.

Preparación del terreno.

Los recursos naturales que serán alterados con la construcción del gasoducto, son principalmente el suelo, ya que se excavará una zanja de 1.50 m de ancho por 2.5 m de profundidad para enterrar la tubería

Materiales.

Los materiales utilizados en la construcción del gasoducto serán los siguientes:

Tubería de acero.

Recubrimiento de tubería.

Concreto.

Acero de refuerzo.

Sustancias para protección catódica.

Residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto y destino final de los mismos.

Residuos generados.

Los residuos sólidos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se divide de la siguiente manera:

Residuos sólidos

- No peligrosos:

Residuos ferrosos.

Padecería de tubo.

Materiales estructurales.

Domésticos.

Estos residuos se recolectarán en depósitos de 200 lts. y se dispondrán en donde indique la autoridad ambiental, previa autorización.

Peligrosos:

Pinturas.

Grasas.

Estopas.

Recubrimientos.

Hidrocarburos condensados.

Estos residuos se consideran peligrosos, según la NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente; por lo que su manejo y disposición final, se llevará a cabo en recipientes por separado, para su posterior traslado, a fin de evitar que se contamine el suelo y se lleguen a infiltrar al manto freático, estos trabajos lo realizara una compañía con reconocimiento ante la Semarnat y con permiso para depositarlos en algún lugar previamente autorizado. Asimismo, se deberá observar el cumplimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: NOM-054-ECOI-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-1993.

En los frentes de trabajo se utilizarán letrinas portátiles, cuyos residuos serán removidos por la empresa contratada para tal servicio.

Ubicación física del proyecto en un plano.

El trazo de este gasoducto abarcará los municipios de Paraíso, Colmalcalco, Centro, Jalpa de Méndez y Cunduacán en el estado de Tabasco; mientras que en el Estado de Chiapas es el municipio de Reforma. Las coordenadas de ubicación se indican en la tabla no. 6, y la localización del proyecto en la figura no. 3.

Ubicación	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud (N)	Longitud (O)
Inicio	496,102.903	1'999,395.319	18°27"	93°11"
Final	478,033.952	2'035,987.987	17°54"	93°12"

Tabla no. 6. Coordenadas de ubicación del Gasoducto de 36" x 68.7 km de Dos Bocas a Cactus, Chis.

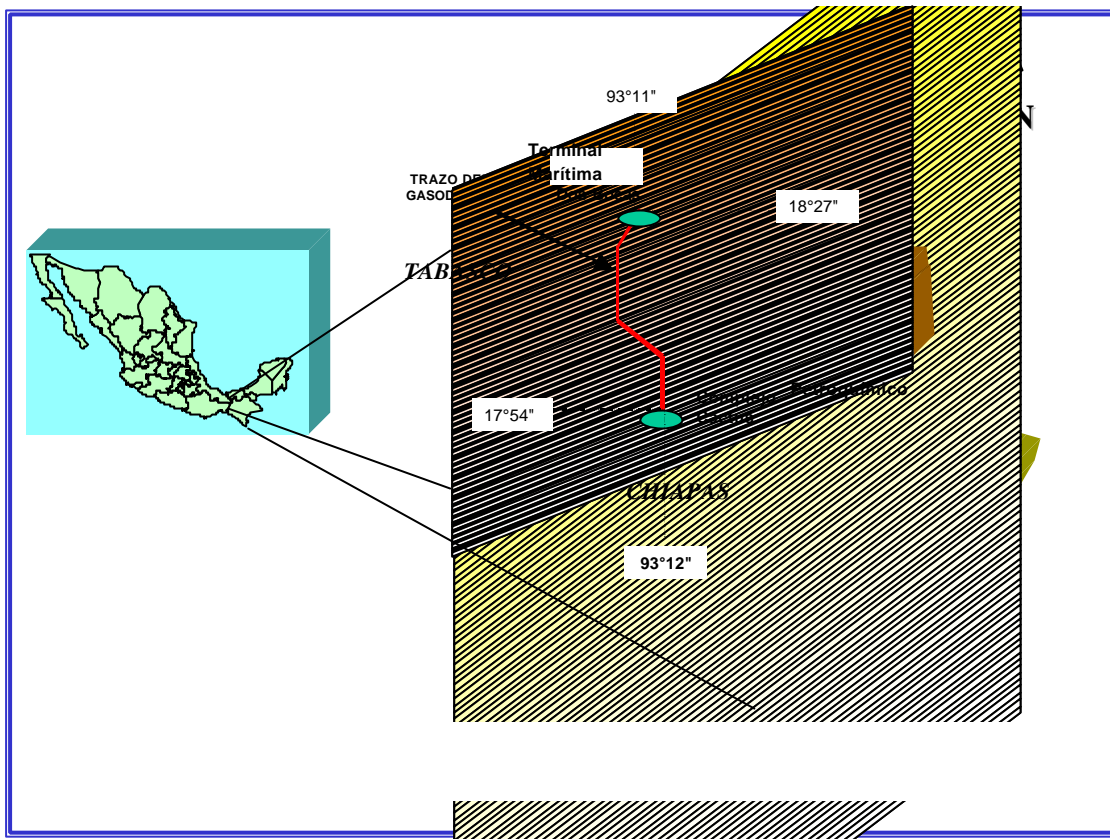


Figura no. 3. Localización del área de estudio del proyecto.

Características del sitio en donde se desarrollará la obra y área circundante a éste.

El trazo del gasoducto atravesará ecosistemas tales como lagunas, ríos, zona agrícola y ganadera, cabe mencionar que no será afectada ninguna área natural protegida o algún tipo de ecosistema donde exista flora o fauna en peligro de extinción.

En lo que respecta a especies en la categoría de amenazadas, raras o en peligro de extinción, de acuerdo con la NOM-059-ECOL-94, se registraron las especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), consideradas con protección especial. Asimismo, se registro la presencia del jobillo (*Spondias radlkefori*). Cabe destacar que no obstante, aunque esta especie amenazada, en el área es muy abundante, ampliamente apreciada y fomentada por los ejidatarios de la zona. Lo anterior, debido a que el jobillo es una de las especies más importantes para la construcción de los cercos vivos, ya que la especie responde muy bien al ser replantadas como postes, produciendo rápidamente follaje y raíces.

De igual manera, para conocer las especies consideradas en algún status de protección, se realizó un análisis de las especies reportadas en la NOM-059-ECOL-1994, que indica las especies raras, amenazadas, en peligro de extinción y las sujetas a protección especial, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1994. De éstas, en la región se registró la presencia de la boa (*Boa constrictor*), misma que se ubica dentro de la categoría de especie amenazada; mientras que el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletti*), se ubica dentro de la categoría de especies raras.

Identificación y evaluación de impactos ambientales y evaluación cuantitativa.

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, se estima que las técnicas idóneas para la identificación y evaluación de impactos ambientales corresponden a:

Superposición cartográfica. El objetivo principal de esta técnica, es evidenciar los impactos generados por el proyecto desde una perspectiva global para cada uno de los factores ambientales.

Empleando la cartografía, además de la información de campo, incluyendo el aspecto arqueológico, a la cual se sobrepondrá el trazo del gasoducto. En esta forma, se pone en evidencia a las zonas de sensibilidad ambiental susceptibles de ser impactadas con el trazo y las zonas donde las obras proyectadas, se podrán llevar a cabo causando un mínimo o nulo impacto.

En la tabla no. 7 se muestran los impactos detectados con esta técnica.

Componente medio-ambientales	resistencias					
	obstrucción (resistencia absoluta)	resistencia muy grande	resistencia grande	resistencia media	resistencia débil	resistencia muy débil
vegetación			1	2	1	4
hidrología						
arqueología	2			5		
vías de comunicación				5		
asentamientos humanos				2	2	2

Tabla no. 7 Matriz de resistencia obtenida de la superposición cartográfica.

Juicio experto. Esta técnica se basa en el uso de tablas, mediante las cuales se detallan los aspectos que presentan las diferentes etapas que componen el proyecto, las actividades correspondientes a cada etapa, los atributos ambientales impactados, así como la naturaleza del impacto producido; finalmente en las mismas tablas, se indica si el impacto producido requiere de la aplicación de medidas de prevención y/o mitigación.

Esta técnica es adecuada para obtener la identificación y evaluación, en una segunda aproximación de los impactos producidos por el proyecto. Los resultados de esta técnica se muestran en la tabla no. 8.

etapa	impacto adverso significativo	impacto adverso no significativo	impacto benéfico significativo	impacto benéfico no significativo
selección del sitio	2			
preparación del sitio	2	9	3	
construcción	1	8	3	
operación y mantenimiento	2	1	2	

Tabla no. 8 Identificación y evaluación de impactos mediante la técnica de juicio experto.

Lista de verificación de impactos. Con base en el trabajo de campo, se identificaron los impactos puntuales producidos por el proyecto, y que no habían sido identificados o adecuadamente dimensionados, mediante las dos técnicas anteriormente explicadas.

Identificación y evaluación de impactos mediante la técnica de lista de verificación.

Como resumen de la identificación y evaluación de impactos generados por la construcción del gasoducto a nivel puntual, utilizando una técnica de lista de verificación y, teniendo como base los recorridos efectuados en campo, se elaboró la tabla no. 9 que presenta un resumen pretendiendo una visión integral del proyecto y sus efectos sobre los factores y atributos que conforman el medio natural y socioeconómico.

tipo de impacto	Impactos globales por juicio experto.			Impactos puntuales por lista de verificación.		
	adverso significativo	adverso no significativo	benéfico significativo	adverso significativo	adverso no significativo	benéfico significativo
selección del sitio	2					
preparación del sitio	2	9	3	18	53	36
construcción	1	8	3	8	66	12
operación	2	1	2			

Tabla no. 9 Número de impactos globales y puntuales.

Con base a este resumen, se tiene que el proyecto para la “**Construcción del Gasoducto de 36” X 68.7 km, de Dos Bocas a Cactus**”, implica la generación en las etapas de preparación del sitio y construcción, de impactos adversos significativos, en los atributos de vegetación con especies con status de conservación; recursos agrícolas, al verse afectados cultivos con valor comercial y afectación temporal de los escurrimientos naturales durante la excavación.

Asimismo, la generación de impactos adversos no significativos se manifiestan en todas las etapas del proyecto, sobre todo en los atributos del flujo vehicular, emisiones contaminantes a la atmósfera, generación de ruido, movimiento de la capa edáfica.

Los impactos benéficos significativos, se manifiestan tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, como en la de operación, éstos consideran atributos ambientales como economía local y regional, empleos y en consecuencia el atributo calidad de vida.

Las medidas de mitigación y compensación señalados en la tabla no. 10, que se pretenda adoptar deberán relacionarse con los impactos identificados.

Tabla no. 10 Resumen de medidas de mitigación.

Etapas	Factores y atributos ambientales: impactos	Medidas de prevención, mitigación y/o compensación.
Selección del sitio	Afectaciones a recursos agrícolas y asentamientos humanos	Estudio de afectaciones de los terrenos o compensación a los daños.
Preparación del sitio	Vegetación.	
	Presencia de manglar en una franja de 753.5 m por 5 m con las siguientes especies: Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle, catalogadas con protección especial.	Reducción al mínimo del derecho de vía para maniobras de maquinaria y programa de rescate de mangle para efectos de reforestación.
	Especies arbóreas (caoba, cedro, guazima, jobillo, madre cacao, nance y palo mulato)	Por cada especie arbórea afectada será sustituida en una porción de 1:10 con especies adaptadas a las condiciones climáticas de la región
	Posible afectación a las comunidades de mangle.	No rebasar el derecho de vía de 25 m. Señalizar el lugar para evitar la introducción del personal y/o maquinaria. Prohibir la tala y maltrato de los organismos de esta especie.
	Fauna	
	Presencia indirecta de la boa (Boa constrictor) y el cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletti), especies catalogadas según la NOM-059-ECOL/94, como amenazada y rara respectivamente.	Aplicación de un manual preventivo para la protección de la fauna silvestre para ser difundido a los trabajadores.
	Calidad del aire	La maquinaria a emplear debe estar en buenas condiciones mecánicas para que la emisión de gases de los escapes de los motores sea mínima.
Preparación del sitio	Ruido	A los trabajadores de maquinaria pesada, principalmente, deberán emplear tapones auditivos para mitigar el ruido.
	Partículas suspendidas de polvo.	Las áreas de maniobra de maquinaria y vehículos, se deberán rociar con agua, para mitigar la emisión de polvo y partículas a la atmósfera.
	Suelo	
	Residuos sólidos	Recolección de basura doméstica en tambos de 200 litros. Instalación de letrinas portátiles para los trabajadores.
	Recursos agrícolas: Afectación de cultivos de plátano, maíz, papaya y cacao.	Estudio previo de afectaciones para la determinación mas apropiada de los terrenos de cultivo.
	Arqueológico Posible afectación de un sitio de interés arqueológico ubicado en el km 26+900.	Durante la utilización de maquinaria pesada y de vehículos, no se deberán de rebasar los limites del derecho de vía. Colocación de señalizaciones y restricciones de los sitios de interés arqueológico. En caso de localizar algún vestigio arqueológico, informar inmediatamente al INAH.

Continuación de tabla no. 10.

Etapas.	Factores y atributos ambientales: impactos	Medidas de prevención, mitigación y/o compensación.
Construcción.	Recursos Tierras de cultivo temporales	Para mitigar la afectación de los escurrimientos naturales, se deberá utilizar tubería y bombas hidráulicas, para que el flujo se mantenga de manera normal.
	Calidad del aire	La maquinaria a emplear debe estar en buenas condiciones mecánicas para que la emisión de gases de los escapes de los motores sea mínima.
	Ruido	A los trabajadores de maquinaria pesada principalmente, deberán emplear tapones auditivos para mitigar el ruido.
	Partículas suspendidas de polvo.	Las áreas de maniobra de maquinaria y vehículos, se deberán rociar con agua cruda, para mitigar la emisión de polvo y partículas a la atmósfera.
	Hidrología.	Instalación de sanitarios portátiles para evitar la defecación al aire libre.
	Suelo.	
	Residuos sólidos.	Recolección de basura doméstica en tambos de 200 litros e instalación de letrinas portátiles para los trabajadores.
	Excavación de la zanja.	El suelo producto de la excavación se deberá incorporar una vez construido el ducto.
	Arqueológico. Posible afectación de un sitio de interés ubicado en el km 26+900.	Durante la utilización de maquinaria pesada y en la utilización de vehículos, no se deberán de rebasar los límites del derecho de vía, Colocación de señalizaciones y restricciones de los sitios de interés arqueológico. En caso de localizar algún vestigio arqueológico, informar inmediatamente al INHA.
	Calidad del aire.	Se proporcionará mantenimiento a las instalaciones para evitar posibles fugas que pudieran dañar el ambiente y contaminar el aire.
	Suelo.	Durante la operación y mantenimiento del gasoducto debe evitarse el contacto de los residuos con el suelo para evitar su contaminación.

Cada uno de los impactos fue calificado y evaluado, mediante diferentes técnicas de evaluación (Superposición Cartográfica, Juicio Experto y Lista de Verificación); con lo cual los impactos identificados por etapa, se mencionan a continuación.

El proyecto para la “**Construcción del Gasoducto de 36” X 68.7 km, de Dos Bocas a Cactus**”, implicará en su etapa de selección del sitio dos impactos **Adversos Significativos**, sobre una franja de manglar, en caso de que la maquinaria sobre pase el derecho de vía, así como de los recursos agrícolas y ganaderos, sobre todo a partir del kilómetro 56+870, con presencia de cultivos importantes a nivel comercial como el cacao. En la etapa de preparación del sitio, mediante la técnica de **Juicio Experto**, se identificaron dos impactos **Adversos Significativos**, atribuidos a la afectación de la franja de manglar y a los cultivos comerciales. Por otro lado, mediante la lista de verificación, para esta misma etapa, se identificaron 15 impactos puntuales como **Adversos Significativos**, por la afectación en cultivos comerciales.

Asimismo, en la etapa de preparación del sitio, se identificaron nueve impactos **Adversos No Significativos**, mediante la técnica de Juicio Experto; estos mismos se identificaron de manera puntual con la lista de verificación, y con base en el recorrido de campo, en veinticinco impactos **Adverso No Significativos**. Todos estos impactos se generan, principalmente en los siguientes atributos: vegetación (diversidad y especies con status de conservación), fauna (diversidad y especies endémicas y con status de conservación), aire (calidad del aire y ruido), hidrología, suelo (pérdida temporal de la cubierta edáfica) y sitios arqueológicos.

En esta etapa de preparación del sitio, se identificaron 3 impactos Benéficos Significativos, en ambas técnicas, los cuales se definen dentro de los atributos de economía regional y local, calidad de vida y generación de empleo.

En la etapa de construcción, se identifico un impacto **Adverso Significativo**, afectando los escurrimientos naturales por almacenamiento de tierra durante la excavación de la zanja.

Mediante la técnica de Juicio Experto, se identificaron siete impactos **Adversos No significativos**; y de manera puntual seis impactos **Adversos No Significativos**, atribuidos a las afectaciones en los siguientes atributos: vegetación (diversidad y especies con status de conservación), fauna (diversidad y especies endémicas y con status de conservación), aire (calidad del aire y ruido), hidrología, suelo (pérdida temporal de la cubierta edáfica) y sitios arqueológicos.

Durante la etapa de construcción, se identificaron tres impactos **Benéficos Significativos**, en ambas técnicas, los cuales se definen dentro de los atributos de economía regional y local, calidad de vida y generación de empleo.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, mediante la técnica de Juicio Experto, se identificaron dos impactos Adversos Significativos, por la generación de residuos sólidos peligrosos. Asimismo, se identificó un impacto **Adverso No Significativo**, mediante la técnica de Juicio Experto, en el factor aire.

Finalmente, durante la etapa de operación y mantenimiento, se identificaron dos impactos **Benéficos Significativos**, mediante la técnica de Juicio Experto, los cuales se definen dentro de los atributos de generación de empleo, en la operación de la estación de compresión y en actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la línea. Una vez identificados y evaluados los impactos adversos del presente proyecto, se elaboraron las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, que resultan más conveniente aplicar para cada una de las etapas del proyecto antes mencionado.

Los resultados del estudio indican que el proyecto denominado **“Construcción del Gasoducto de 36” X 68.7 km, de Dos Bocas a Cactus”**, se considera **factible** desde el punto de vista ambiental.

4.3 Resumen ejecutivo del análisis de riesgo en modalidad para ducto terrestre.

Análogamente para el análisis de riesgo se presenta un resumen de lo más importante con el objeto de obviar el contenido. Algunos aspectos tratados en el manifiesto de impacto ambiental se omitirán aquí por ser repetitivo.

Asentamientos irregulares.

No se registraron asentamientos irregulares, ya que las casas o comunidades identificadas, pertenecen a alguna de las localidades registradas por el INEGI. Sin embargo, en la tabla no. 11 se describen las casas que, de manera aislada se localizaron cercanas al eje del trazo del gasoducto.

kilometraje	localidades cercanas	distanciamiento de localidades del derecho de vía
Estado de Tabasco		
7+100	Paraiso	500 m (casas aisladas)
20+100	Comalcalco	100 m
22+040 a 28+960	Comalcalco	100 m
53+520	-----	150 (casas aisladas)
Estado de Chiapas		
56+870	Marin	100 m (casas aisladas)
58+580	-----	200 m (casa aisladas)
60+440	-----	350 m (casas aisladas)

Tabla no. 11 Asentamientos humanos.

Sismicidad de la zona.

El trazo propuesto del gasoducto cruzará por zona sísmica de esta manera y de acuerdo con los registros con que se cuenta, para toda esta zona en los últimos 80 años, se han presentado entre 26 y 44 sismos de 5.9?, estos registrados de acuerdo a la escala de Richter.

El origen de los movimientos sísmicos en esta zona, está relacionado con la relativa cercanía de esta región con la denominada Sierra de Chiapas y Guatemala, la cual a través del Sistema Montañoso del Norte, en donde se ubica el Volcán Chichonal, que ha efectuado manifestación de actividad.

Una sola zona sujeta a derrumbes, fue detectada en toda el área donde se ubicará el gasoducto, que corresponde a la ribera del río Carrizal, algunas zonas del río se ubica a más de 4 m bajo el nivel de piso, por lo que al incrementar la profundidad de cause en época de lluvias, se presentan derrumbes de las paredes de manera significativa.

Riesgo Ambiental.

En la etapa de construcción, no se tienen antecedentes de riesgo por la realización de esta actividad en particular; sin embargo, la experiencia muestra que en este tipo de instalaciones se pueden presentar fugas de gas debidos principalmente a corrosión interna, externa o a fallas en soldadura, así como por efecto de actividades humanas.

Los ductos existentes en los últimos 10 años en este derecho de vía de referencia no se han presentado accidentes severos. Las fugas presentadas en interior de la TMDB han sido detectadas y corregidas con oportunidad.

Los puntos de riesgo se relacionan con todas aquellas áreas que en un momento dado pueden causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente, ya sea por explosión, fuego o toxicidad.

La identificación de riesgo del proyecto se llevó a cabo utilizando la técnica conocida como metodología de Análisis de Riesgo HAZOP (Hazard and Operability). Un estudio HAZOP sirve para identificar problemas de seguridad en una instalación, y también es útil para mejorar la operabilidad de la misma.

La suposición implícita de los estudios HAZOP es que los riesgos o los problemas de operación aparecen solo como consecuencia de desviaciones sobre las condiciones de operación que se consideran normales en un sistema dado y en una etapa determinada. De esta manera, tanto si el análisis HAZOP se aplica en la etapa de diseño, como si se realiza sobre una instalación ya construida, la sistemática consiste en evaluar, línea a línea, equipo a equipo y recipiente a recipiente, las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de un proceso continuo, o en todas las operaciones.

El objetivo del estudio es identificar los eventos probables de riesgo, mediante el desarrollo de la metodología HazOp aplicada a todas las áreas de la instalación donde se considera que pudiera ocurrir un probable evento de riesgo.

La identificación de riesgos del gasoducto se llevó a cabo seleccionando unidades del sistema con características comunes, en base a esto fueron considerados los siguientes nodos de estudio:

Trampa de diablos de envío: válvulas, juntas, bridas y empaques.

Trampa de diablos de recibo: válvulas, juntas, bridas y empaques.

Cuerpo de tubería del gasoducto (línea regular).

Válvulas de seccionamiento.

Estación de compresión (aguas abajo).

Los parámetros de proceso que se consideraron fueron: Presión, corrosión, flujo, agentes externos, y errores humanos.

Como agentes externos se engloban todos aquellos factores que pueden producir un accidente en las instalaciones y en los cuales no se puede intervenir para prevenirlo o evitarlo. Este concepto engloba a todos los fenómenos naturales como: terremotos, granizadas, tormentas eléctricas, golpes con maquinaria y/o equipo pesado a la línea, corrimientos de tierra, entre otros, así como eventos de sabotaje.

La tabla no. 12, nos muestra el nivel de consecuencia al que pertenece cada uno de los riesgos identificados:

Rango	Consecuencia	Descripción
1	Catastrófico	Muertes dentro o fuera del sitio/daños irreversibles y pérdidas de producción mayores que generen paro total de la planta
2	Severo	Heridas múltiples/daños mayores a propiedades y pérdidas que generen paros temporales
3	Moderado	Heridas ligeras/daños menores a propiedades y pérdidas de producción, generando un paro parcial
4	Bajo	No hay heridas/daños mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores que generen un paro, solo sustitución o reparación de accesorios.

Tabla no. 12 Índice de consecuencia.

El nivel de frecuencia mostrado en la tabla no. 13, se obtiene de acuerdo a eventos similares durante la operación y mantenimiento de unidades similares.

Rango	Consecuencia	Descripción
4	Frecuente	Ocurre más de una vez por año
3	Poco frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 5 años
2	Raro	Ocurre una vez entre 5 y 10 años
1	Muy raro	Ocurre una sola vez durante la vida útil de la instalación.
0	Extremadamente raro	Consecuencia de un evento que genera problemas en la planta

Tabla no. 13 Índice de frecuencia.

Las tablas nos. 14, 15, 16, 17 y 18, muestran los diferentes nodos considerados en el análisis de riesgo.

Tabla no. 14 Nodo: 1.0 Línea 24" Ø existente llegada de gas corriente arriba, cuya intención es la alimentación de gas amargo para su transporte de la barcaza de compresión en la Terminal Marítima Dos Bocas hacia el Complejo Petroquímico en Cactus, Chis.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
1.1	No hay flujo.	Compresoras en barcaza de compresión no operan.	No hay consecuencia de interés.		
1.2	Bajo flujo.	Menor gasto de gas menos compresoras para gas en operación.	Baja alimentación de gas para su transporte.	Medidor de Flujo.	
1.3	Alto flujo.	Mayor gasto de gas más compresores para gas en operación.	Producción diferida. No hay consecuencia de interés. Posible represionamiento.	Medidor de Flujo.	
1.4	Baja temperatura.		No hay consecuencia de interés.	Indicador de temperatura.	
1.5	Alta temperatura.		No hay consecuencia de interés.	Indicador de temperatura.	
1.6	Baja presión.	Abatimiento de compresoras. Bajo flujo.	No hay consecuencia de interés.	Indicador de Presión.	
1.7	Alta presión.	Flujo bloqueado corriente abajo. Válvula cerrada. No demanda gas CPQ.	Represionamiento, posible fuga en botadura de empaque o sellos. Descarga de gas al quemador.	Indicador de Presión. Disparo automático de compresoras a alta presión de descarga. Válvula de relevo en el separador de condensados de gas al quemador. Válvula de seguridad en la descarga de cada compresora.	01 02 04 10
1.8	Fuga.	Corrosión. Erosión. Fisura en conexiones de instrumentos. Fisura en empaques. Alta presión.	Liberación de hidrocarburos.	Inspección y pruebas no destructivas. Monitoreo en derecho de vía. Protección catódica. Verificación por celadores.	05 06 07
1.9	Ruptura.	Impacto externo. Botadura de empaque o sellos.	Liberación de gas con posible incendio.	Sensor por baja Presión. Inspección y pruebas no destructivas. Aislamiento por válvulas automatizadas.	05 07

Tabla no. 15 Nodo: 2.0 Línea 36" Ø gasoducto cuya intención es transportar el gas amargo de la Terminal Marítima Dos Bocas hacia el Complejo Petroquímico en Cactus, Chis.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
2.1	No hay flujo.	No hay alimentación de gas corriente arriba. Compresoras para gas no están en operación. Válvula cerrada.	No hay consecuencia de interés.		04 10
2.2	Bajo flujo.	Menor gasto en el suministro de gas corriente arriba. Reducción de área por obstrucción corriente arriba. Válvula parcialmente abierta.	Menor transporte de gas. Producción diferida.	Medidor de flujo.	04 05 10
2.3	Alto flujo.	Mayor gasto en el suministro de gas corriente arriba	No hay consecuencia de interés.	Medidor de flujo.	
2.4	Baja temperatura.		No hay consecuencia de interés.	Indicador de temperara.	
2.5	Alta temperatura.		No hay consecuencia de interés.	Indicador de temperara.	
2.6	Baja presión.	Bajo flujo.	No hay consecuencia de interés.	Indicador de presión. Sensor por baja presión. Sistema de control distribuido. Aislamiento con válvula automatizada.	03 10
2.7	Alta presión.	Flujo bloqueado corriente arriba. Cualquier válvula cerrada. No demanda gas CPQ.	Represionamiento con posible fuga en botadura de empaque o sello. Descarga de gas al quemador.	Indicador de presión. Sensor por alta presión. Sistema de control distribuido. Aislamiento con válvula automatizada.	01 02 03 04 10

Continuación de tabla no. 15.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
2.8	Fuga.	Corrosión. Erosión. Fisuras en conexiones de instrumentos. Agrietamiento por hidrogeno atómico. Fisura en empaques. Alta presión.	Liberación de gas.	Materiales para manejo de fluidos amargos. Testigo de corrosión. Inspección y pruebas no destructivas. Verificación en el derecho de vía. Protección catódica. Verificación por celadores.	05 06 07 08
2.9	Ruptura.	Impacto externo. Botadura de empaque.	Liberación de gas con posible incendio.	Sensor por baja presión. Sistema de control distribuido. Aislamiento con válvula automatizada. Inspección y prueba no destructiva. Verificación en el derecho de vía. Señalización preventiva en el derecho de vía.	05 07 08
2.10	Agentes del entorno.	Sismos. Deslaves por corrientes tormenta pluvial.	Deslizamiento de tubería con aportación de posible liberación de gas.	Anclaje de tubería. Protección mecánica de la línea. Verificación en el derecho de vía.	06 07 08

Tabla no. 16 Nodo: 3.0 Línea 36" Ø entrega de gas corriente abajo cuya intención es el suministro de gas amargo de la Terminal Marítima Dos Bocas hacia el Complejo Petroquímico en Cactus, Chis.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
3.1	No hay flujo.	No hay alimentación de gas corriente arriba. Cualquier válvula cerrada. Compresoras para gas no están en operación.	No hay consecuencia de interés.	Medidor de flujo.	04
3.2	Bajo flujo.	Disminuye la aportación de gasto corriente arriba. Línea parcialmente obstruida. Válvula parcialmente cerrada. Abatimiento de compresoras para gas en operación.	No hay consecuencia de interés.	Medidor de flujo.	04 10
3.3	Alto flujo.	Mayor suministro de gas corriente arriba. Mayor cantidad de compresoras para gas en operación.	No hay consecuencia de interés.	Medidor de flujo.	
3.4	Baja temperatura.		No hay consecuencia de interés.	Indicador de temperatura.	
3.5	Alta temperatura		No hay consecuencia de interés.	Indicador de temperatura.	
3.6	Baja presión	Bajo flujo.	No hay consecuencia de interés.	Indicador de presión. Sensor por baja presión. Sistema de control distribuido. Aislamiento con válvulas automatizadas.	03
3.7	Alta presión.	Flujo bloqueado corriente abajo. No demanda gas CPQ.	Posible fuga en botadura de empaque o junta mecánica.	Indicador de presión. Sensor por alta presión. Sistema de control distribuido. Aislamiento con válvula automatizada.	04 05

Continuación de tabla no. 16.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
3.8	Fuga.	Corrosión. Erosión. Fisura en conexiones de instrumentos. Fisura en empaque Alta presión.	Liberación de hidrocarburos.	Inspección y prueba no destructiva Testigo de corrosión. Verificación por celadores Sensor por baja presión. Sistema de control distribuido. Aislamiento con válvula automatizada.	05 06 07
3.9	Ruptura.	Impacto externo. Botadura de empaque.	Liberación de hidrocarburos con posible incendio.	Sensor por baja presión. Sistema de control distribuido. Inspección y prueba no destructiva. Verificación por celadores.	07

Tabla no. 17 Nodo: 4.0 Cubeta Lanzadora de diablo cuya intención es la corrida de diablo en el gasoducto que maneja gas amargo de la Terminal Marítima Dos Bocas hacia el Complejo Petroquímico en Cactus, Chis.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
4.1	No hay flujo.	Válvula cerrada.	No hay operación de limpieza.		04 09
4.2	Bajo flujo.	Válvula parcialmente abierta y para pateo diablo.	No hay operación de limpieza.	Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos.	04 09
4.3	Alto flujo.	Apertura rápida de VB-01 y rápido cierre de SDV-01.	Ver alta presión.		09
4.4	Baja temperatura.		No hay consecuencia de interés.		
4.5	Alta temperatura.		No hay consecuencia de interés.		
4.6	Baja presión.	Menor flujo.	Diablo de limpieza no avanza.		
4.7	Alta presión.	Diablo con mayor oposición de resistencia durante el viaje. Inadvertido cierre parcial de válvula.	Represionamiento en cubeta. Fuga. Descarga de gas por válvula de seguridad.	Válvula de seguridad. Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo. Indicador de paso de diablo.	04 09

Continuación de tabla no. 17.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
4.8	Baja velocidad.	Ver baja presión.	Mayor tiempo del calculado para la corrida de diablo.	Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo.	09
4.9	Alta velocidad.	Ver alto flujo.	Menor tiempo del calculado para la corrida de diablo. Deficiencia en la corrida del diablo de limpieza o diablo instrumentado.	Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo.	09
4.10	Fuga.	Corrosión. Fisura en conexiones de instrumentos. Falla de sello en tapa de cubeta. Alta presión.	Ruptura.		05 06 07 10
4.11	Ruptura.	Impacto externo. Botadura de empaque.	Liberación de gas con posible incendio.	Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo.	05 07 10

Tabla no. 18 Nodo: 5.0 Cubeta receptora de diablo cuya intención es la corrida de diablo en el gasoducto que maneja gas amargo de la Terminal Marítima Dos Bocas hacia el Complejo Petroquímico en Cactus, Chis.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
5.1	No hay flujo.	Válvulas cerradas.	No hay recepción del diablo	Indicador de paso del diablo. Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo.	04 09
5.2	Bajo flujo.	Válvulas parcialmente abiertas.	Demora para la operación de recepción del diablo.		04 09
5.3	Alto flujo.	Apertura rápida de válvula VT-02 con válvula abierta VB-02.	Ver alta presión.		09
5.4	Baja temperatura.		No hay consecuencia de interés.		

Continuación de tabla no. 18.

Item	Desviación	Causas	Consecuencias	Salvaguarda	Acciones
5.5	Alta temperatura.		No hay consecuencia de interés.		
5.6	Baja presión.	Ver bajo flujo.	No hay consecuencia de interés.	Indicador de presión.	04 09
5.7	Alta presión.	Válvula parcialmente cerrada.	Represionamiento en cubeta. Fuga. Descarga de gas por la válvula de seguridad.	Indicador de presión. Válvula de seguridad. Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo.	04 09
5.8	Baja velocidad.	Ver baja velocidad.			
5.9	Alta velocidad.	Ver alta velocidad.			
5.10	Fuga.	Corrosión. Fisura en conexión de instrumentos. Falla de sello en tapa de cubeta. Alta presión.	Ver ruptura.	Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo.	04 05 06 07 10
5.11	Ruptura.	Impacto externo. Botadura de empaque.	Liberación de gas con posible incendio.	Procedimiento escrito de operación en corrida de diablos. Entrenamiento del personal operativo.	05 07 10

En la tabla no. 19 se muestran las acciones de mitigación por hazop que se recomiendan poner en práctica para el proyecto del gasoducto.

Tabla no. 19 Acciones de mitigación por hazop.

Núm.	Acciones	Area
01	Cumplimiento al programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los dispositivos de protección en paro de compresoras por alta presión actúen por demanda segura.	Mantenimiento
02	Realizar inspecciones periódicas para asegurar que los sistemas de depresionamiento y desfogue están en servicio.	Operación
03	Incluir al programa de mantenimiento preventivo, correctivo y calibración los instrumentos de registro, medición, control y dispositivos de seguridad contenidos en el proyecto.	Mantenimiento
04	Instalar candados a las válvulas de seccionamiento con etiqueta que describa su posición y el personal autorizado para ser operadas.	Operación/Mantenimiento

Continuación de tabla no. 19.

Núm.	Acciones	Area
05	Ingresar el nuevo proyecto al programa de inspección y mantenimiento preventivo correctivo para mantener la vida útil por diseño (testigos de corrosión, calibración preventiva, protección mecánica, ánodos de sacrificio).	Mantenimiento
06	Utilizar equipo portátil en la pronta detección de fugas.	Operación
07	Integrar el proyecto al plan de respuesta a emergencias en la prevención y mitigación de eventos no deseados.	Operación
08	Vigilancia en la prohibición de asentamiento humano y la conservación de los letreros y anuncios preventivos sobre el derecho de vía.	Operación
09	Aplicar el procedimiento en corridas de diablos.	Operación/Mantenimiento
10	Construir bardas en válvulas de seccionamiento, trampa lanzadora y receptora de diablos para evitar el acceso a trausentes.	Mantenimiento

Riesgos potenciales identificados.

Los riesgos potenciales de accidentes en una línea de inyección de gas natural, pueden ser de forma aislada o secuencial, dependiendo de la magnitud del riesgo y de las condiciones atmosféricas imperantes en el momento de ocurrir; los eventos típicos se mencionan a continuación:

Fugas de gas.

De acuerdo al análisis anterior, la fuga de gas es uno de los eventos de riesgo más frecuente en este tipo de instalaciones y se pueden presentar en:

Trampa de diablos de envío: válvulas, juntas, bridas y empaques.

Trampa de diablos de recibo: válvulas, juntas, bridas y empaques.

Cuerpo de tubería del gasoducto (línea regular).

Válvulas de seccionamiento.

Para que exista una fuga de gas es necesario que se presente una o varias de las siguientes condiciones:

Mala calidad de los materiales de construcción y equipos a instalar.

Mala o nula protección catódica interior y/o exterior.

Mala o nula protección mecánica interior y/o exterior.

Instalación deficiente.

Corrosión interna o externa.
Desgaste de los materiales.
Daño a las instalaciones (fenómenos naturales o sabotajes).
Sobrepresión en las instalaciones.
Termina la vida útil del equipo.

En el caso de que una fuga no sea detectada y controlada a tiempo se tiene el riesgo potencial de formación de una antorcha en caso de que la nube entre en contacto con una fuente de ignición como chispa, superficie caliente o flama abierta.

Incendios.

Los incendios se pueden manifestar después de que se ha presentado una fuga (en la tubería, válvulas, juntas, bridadas, soldaduras, etc). El incendio ocurre cuando no se puede controlar rápidamente la fuga y los gases liberados alcanzan el rango de concentración entre los límites superior e inferior de inflamabilidad así como una fuente de ignición.

Explosiones.

El evento de explosión requiere la presencia de una fuga de gas mayor a por lo menos 1,000 libras, y que se presente una condición de estabilidad atmosférica muy alta, así como la presencia de una fuente de ignición.

Para el presente estudio, este evento se considera de baja probabilidad, y poca duración, aunque si llegará a presentarse sería de severidad alta.

Daños a equipos e instalaciones.

Cuando se presenta un conjunto de eventos como los arriba descritos y éstos no son controlados con prontitud, pueden producirse daños a las instalaciones, a los equipos, al ambiente y al personal cercano al evento, tanto por la radiación térmica (durante un incendio), como por las ondas de sobrepresión en caso de una explosión y los fragmentos formados por la ruptura del material de construcción que actúan como proyectiles.

Modelación de los eventos probables máximos de riesgo.

En las guías para planeación de emergencias con materiales peligrosos, se recomienda que una simulación de análisis de riesgos debe ser la primera etapa en el proceso. Tales esfuerzos, darán a las autoridades locales una perspectiva sobre la naturaleza y magnitud de las amenazas conocidas y les ayudará a concentrar las actividades de planeación sobre los peligros específicos.

Aunque un plan proporcione una estructura y organización de respuesta flexible para eventos inesperados, se requiere asegurar que los eventos esperados reciban especial atención.

El análisis o simulación de eventos de riesgo identificados es de gran utilidad para determinar la capacidad del Plan de Atención a Emergencias y, adicionalmente, los aspectos de diseño conceptual, constructivo y operativo más satisfactorio para nulificar estos eventos no deseados.

Para evaluar el grado de afectación por la ocurrencia de un incendio, se utilizó el programa de computo de simulación de riesgos conocido como ARCHIE (Automated Resource For Chemical Hazard Incident Evaluation).

Entre los modelos o procedimientos de cálculo incorporados al programa ARCHIE, se tienen los siguientes:

El presente caso consideró la fuga del material y su posterior incendio al encontrar una fuente de ignición. El objetivo de éste cálculo es para conocer las probables afectaciones que se pueden producir por el uso de gas natural ácido y delimitar zonas de seguridad alrededor de la superficie de ocupación del gasoducto.

El efecto de tales incendios sobre los alrededores se manifiesta fundamentalmente por la radiación térmica generada por el incendio.

El propósito fundamental de la aplicación del modelo ARCHIE es suministrar al personal de planeación, métodos integrados para evaluar el impacto de la dispersión e incendio de gas relacionados con una descarga de material peligroso en el ambiente.

Este programa es una poderosa herramienta para analizar posibles situaciones de emergencia; sin embargo, la utilidad de sus resultados depende de la confiabilidad de los datos de entrada proporcionados.

Suposiciones para alimentar datos al modelo.

Para la alimentación de los datos al modelo se tomaron las siguientes consideraciones:

Las estadísticas de accidentes nacionales e internacionales.

La experiencia del personal que da mantenimiento en instalaciones similares.

La experiencia del grupo de técnicos que elaboran este estudio.

Los resultados previos del análisis HAZOP.

El orificio formado por golpe, corrosión o desgaste de las líneas de proceso analizado es de forma regular de un diámetro determinado y con los bordes hacia fuera. El diámetro del orificio varía desde 1/8" hasta 0.5", sin embargo, por considerar que son instalaciones prácticamente sin vigilancia consideraremos que los orificios que se forman son de 0.5" mínimo de diámetro para tener así, un mayor margen de seguridad.

El volumen del material que se fuga se determina tomando como base el contenido total de la línea.

Del mismo modo para la determinación de la tasa máxima de descarga, se toma en cuenta el volumen del fluido contenido en la línea, en toda su longitud, en otros casos, se considera una longitud de 0.3048 m (1 pie), como en el caso de fugas en válvulas o bridas.

Con los datos obtenidos de la tasa de descarga se calcula el tiempo que tardaría en fugar el contenido de todo el ducto.

A continuación se determina el tiempo necesario para que, bajo estabilidad atmosférica neutra, se forme una nube de gas mayor a 1,000 libras y se presente la explosión a cielo abierto (un valor más bajo no provoca una explosión).

Si se sigue acumulando gas en la nube antes de explotar, en cantidades mayores a 1,000 libras, las afectaciones por la formación de ondas de sobrepresión serán mayores. No obstante, nosotros simulamos la explosión con la cantidad de gas mínima acumulado necesaria para que se produzca la explosión (1,000 lbs) a fin de conocer el tiempo de que se dispone para dar atención a la emergencia antes de que se produzca la explosión.

El tiempo calculado para que se presente la explosión de 1,000 libras de material se considera que es el tiempo máximo real para la detección y control de la fuga; este valor deberá ser tomado en cuenta para definir la distancia de la ubicación de las brigadas de auxilio respecto al lugar del siniestro y las características y la ubicación de los accesos al sitio del evento. La velocidad promedio del viento se considera de 2 m/s para poder evaluar el proyecto en el escenario más crítico.

Los riesgos identificados se describen a continuación en orden de probabilidad de ocurrencia:

Fuga continua de gas.

Las fugas de gas son los eventos más comunes que se presentan en instalaciones de este tipo y son causadas principalmente por la falta de mantenimiento preventivo en las líneas, juntas bridadas, corrosión por falta de mantenimiento preventivo y/o fallas del material de construcción de la instalaciones o errores en la operación del sistema o por un golpe en la línea.

Formación de una antorcha.

Una vez que se presente el evento de fuga de gas, descrito en el párrafo anterior, y no es controlado a tiempo, el evento subsecuente es la formación de una antorcha con posibilidad de causar afectaciones a la población aledaña, a las instalaciones y al ambiente, sobre todo a los asentamientos o también a las carreteras y caminos que cruzan la línea.

Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.

Con objeto de evitar fugas de gas, se implementarán y se aplicarán las siguientes medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo en las instalaciones del origen y en el destino de la línea:

Manual de operación de las estaciones de compresión, válvulas de seccionamiento y trampas de envío y recibo de diablos.

Programas anuales de mantenimiento preventivo a todo el sistema que incluyen: revisión continua del derecho de vía para evitar asentamientos irregulares, inspección de los instrumentos de medición de flujo, presión y temperatura, inspección de la protección mecánica y catódica por lo menos dos veces por año, inspección de soldaduras de los tramos que componen la línea por lo menos dos veces por año, revisión de los señalamientos que indican la trayectoria a lo largo del derecho de vía, el tipo de producto manejado y los teléfonos para comunicarse en caso de emergencia, medición de espesores en instalaciones superficiales por lo menos cada cuatro años.

Información periódica a la población aledaña sobre los riesgos que representa la línea y sobre la forma de actuar en caso de presentarse una emergencia.

Programas de capacitación y adiestramiento al personal de operación y mantenimiento del sistema.

Implementación del Plan Nacional de Emergencias para los sistemas de transporte por tubería.

En caso de instalaciones en operación, respuesta a la lista de comprobaciones detalladas de seguridad.

Prueba de hermeticidad.

La prueba de hermeticidad a que será sometida la línea de 36"?, se concreta básicamente a la prueba hidrostática.

Corridas de diablo instrumentado.

Para el gasoducto objeto del presente estudio de riesgo se instalará una trampa de envío de diablo en el punto de origen del proyecto, en el interior de la Terminal Marítima Dos Bocas y una trampa provisional de recibo de diablos en el área de trampas de La Trinidad. Esta trampa como se comentó en el capítulo 2, será reubicada hacia Cactus durante la construcción del tramo del tramo II del proyecto.

Perfil de corrosión.

El perfil de corrosión se medirá una vez que se inicie la operación de la línea, partiendo de la toma inicial de espesores y diámetros de la tubería a instalar y se comparará con las lecturas periódicas que se realicen de acuerdo al programa anual de mantenimiento.

Recomendaciones para corregir, mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

Las recomendaciones para llevar a cabo este proyecto se han agrupado para dar a la autoridad calificadora una rápida visión y ubicación de las mismas.

Etapas de construcción.

Para esta etapa, es muy importante elaborar un proceso documental de la construcción de la línea para minimizar o eliminar riesgos potenciales posteriores, a continuación se mencionan los aspectos con los que se cuenta para minimizar los riesgos.

Se cuenta con un procedimiento de análisis de calidad de la tubería, en él que se incluye el número de lote, composición química, propiedades mecánicas y espesor.

Se cuenta con el diseño y aplicación de un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación de los soldadores, de acuerdo a las características de la tubería y los accesorios y a los estándares nacionales e internacionales vigentes.

Se realizará un riguroso análisis radiográfico de las soldaduras que se efectúen.

Se aplicará el procedimiento de protección anticorrosiva exterior para líneas enterradas y establecer criterios rigurosos de supervisión e inspección en taller (cuando aplique) y en campo.

Se aplicará la normatividad vigente para protección de líneas exteriores con recubrimiento para evitar el inicio de procesos corrosivos por intemperismo.

Registrar y enviar a la SEMARNAT las características finales de los recubrimientos internos y externos seleccionados por el contratista, para formar parte de éste estudio.

Supervisar la correcta instalación del sistema de protección catódica y verificar y registrar los potenciales iniciales.

Supervisar que el proceso de apertura de zanja, alojamiento de tubería y tapado de la misma, se haga de acuerdo a las normas PEMEX aplicables, reportando cualquier anomalía o desviación que se presente.

Verificar la correcta instalación de todos los señalamientos en el derecho de vía y de identificación de la línea de descarga. También se deberá dejar correctamente delimitado el derecho de vía para evitar la invasión al mismo.

Todos los accesorios que el contratista suministre (válvulas, bridas, accesorios para tubería, espárragos, tuercas, arandelas, empaques y ánodos, entre otros), deberán contar con un certificado de calidad de propiedades, el cual deberá entregarse a la supervisión de PEP, previo a la instalación.

Supervisar y documentar la prueba hidrostática de las líneas en todas sus fases y corregir las fallas que se presenten hasta obtener el resultado adecuado.

Etapas de operación.

No exceder la presión de operación establecidas para evitar fracturas en las líneas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.

Capacitar al personal para que operen en forma correcta los dispositivos manuales de control, conozca los caminos de acceso y los fundamentos básicos de operación de las instalaciones que se encuentran en el área del proyecto y así evitar al máximo errores humanos de operación.

No operar instalaciones en malas condiciones (dañadas por corrosión).

Realizar una auditoría de seguridad para todo el trazo del ducto por lo menos cada año.

Realizar corridas de diablo instrumentado cada 5 años y diablo de limpieza con la periodicidad que PEP tiene considerada para este tipo de instalaciones.

Actualizar el análisis de riesgo cada vez que se modifiquen las condiciones de operación, cuando haya cambio en el trazo y siempre que se ocurra una modificación mayor.

Etapas de mantenimiento preventivo.

Evaluar la factibilidad de instalar un sistema centralizado de instrumentación para la rápida detección y control de fugas, minimizando así los riesgos al ambiente y a las instalaciones.

Es indispensable llevar a cabo supervisión periódica del derecho de vía para evitar invasión al mismo y evitar también que se realicen trabajos con maquinaria pesada sobre el trayecto de las líneas de inyección.

Observar estrictamente el cumplimiento del programa anual de mantenimiento preventivo en el que aparte de supervisar el derecho de vía, incluye el sondeo para la verificación de la profundidad de la línea en el terreno, la inspección de potenciales catódicos y la medición de espesores, para tomar acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones a las condiciones normales de operación.

Para prevenir la corrosión exterior por intemperismo, se recomienda llevar a cabo el mantenimiento periódico a las líneas de inyección y a las instalaciones de origen y destino.

Es necesario continuar capacitando al personal que opera las instalaciones de origen y destino y al personal que realiza los celajes terrestres del derecho de vía, para que identifiquen de manera expedita los puntos de fuga en las líneas de inyección.

Es indispensable tener una mayor supervisión sobre las instalaciones que se encuentran cercanas a asentamientos humanos.

Informar a los habitantes de los poblados Paraíso, Comalcalco y Cunduacán, poblados cercanos al derecho de vía del gasoducto, de los riesgos que presenta la línea de transporte de gas, y concientizarlos para que cooperen en dar aviso de fugas al personal de PEMEX, con el fin de que estas éstas sean controladas más rápidamente.

Medidas de seguridad.

Continuar con la bitácora de accidentes y/o fugas que se presenten en esta instalación, para aplicar posteriormente un programa específico que ataque y evite eventos no deseados.

Incluir en las estadísticas todos los eventos que ocurran, para que junto con el programa anual de auditorías, se analice el riesgo de las instalaciones año con año.

Los riesgos de fugas por rotura o golpe a la línea por algún agente externo, se podrían reducir y hasta eliminar si se concientiza a la gente que transita en las inmediaciones, sobre los peligros que implica la invasión al derecho de vía y la realización de trabajos en forma irresponsable. Para ello, es necesario informar a este personal mediante pláticas, señalamientos y boletines, sobre qué hacer en caso de que se presente un accidente y cómo actuar con prontitud de acuerdo al plan de emergencia.

Es necesario que PEP mantenga informado al personal involucrado en la operación y mantenimiento de la línea sobre el plan de emergencia, para tener mayor seguridad en las instalaciones, evitando así riesgos innecesarios al personal, a la población y al ambiente.

Con los estudios elaborados del proyecto “**Construcción del Gasoducto de 36” X 68.7 km, Dos Bocas Cactus**”, se considera **factible** desde el punto de vista de **riesgo ambiental**, siempre y cuando se sigan y cumplan los lineamientos, procedimientos y recomendaciones descritos en el presente estudio.

Una vez que se cuenta con los estudios de análisis de riesgo, impacto ambiental y la ingeniería de detalle del proyecto se procede a efectuar los trámites de resolución para construcción, operación y mantenimiento de la línea terrestre, en donde los requisitos mínimos por cubrir son los siguientes:

- a) Proyecto de la obra.
- b) Memoria técnico-descriptiva y justificativa.
- c) Manifiesto de impacto ambiental en modalidad general.
- d) Análisis de riesgo en modalidad para ducto terrestre, entre otros si la DGIRA lo requiere.
- e) Pago de derecho ante institución bancaria.

Una vez que se cuenta con la información anterior, estos son remitidos a GSIPA acompañado de la solicitud de permiso, para que esta entidad lo gestione ante la DGIRA, obteniendo así la resolución favorable para poder construir la obra pública del gasoducto.

Cuando los documentos son recepcionados por la autoridad ambiental (DGIRA, PROFEPA, SEMARNAT), estos son revisados minuciosamente para poder emitir la resolución.

GSIPA y el Departamento responsable de la emisión de la ingeniería de detalle (cuando sea necesario), deben interactuar con dichas autoridades con el propósito de aclarar posibles dudas y cuestionamientos que surjan como resultado de la revisión de la documental entregada.

De manera conjunta entre la PROFEPA y PEP, se efectúan recorridos sobre el trazo del derecho de vía del gasoducto por construir, en dicho recorrido la Procuraduría da especial atención a aquellos aspectos que resultan de mayor interés de acuerdo a los estudios presentados.

Es práctica común que la DGIRA solicite información adicional con el objeto de complementar y aclarar las observaciones obtenidas durante el recorrido, dicha información debe ser entregada en el plazo señalado por la autoridad, ya que al no cumplir con la entrega de dicha información en el plazo acordado, la DGIRA da por cancelada la solicitud inicial.

Derivado de las observaciones que detectó el INE, esta Institución emitió la resolución bajo ciertas condicionantes de acuerdo al oficio D.O.O. DGOEIA-00292, cuyo contenido se puede consultar en el apéndice C.

Por lo anterior PEP debe cumplir con dicho resolutivo para lograr obtener finalmente el permiso deseado.

4.3 Atención de condicionantes.

El resolutivo del INE como podemos ver en dicho documento anexo, condiciona la construcción del proyecto que nos ocupa para las etapas de ingeniería, construcción, operación y mantenimiento.

Para la etapa de ingeniería del tramo 1B sugirió el cambio del trazo topográfico de la ruta de la tubería para los kilómetros 1 + 760 al 3 + 000, el 3 + 220, el 5 + 660, el 8 + 360 y el 20 +100, que corresponden a las comunidades de Paraíso y Moctezuma 1ª. Sección, de los municipios de Paraíso y Comalcalco, tab. respectivamente. Para estos casos la Dirección General de Desarrollo Urbano consideró improcedente el uso del suelo para los kilometrajes antes citados, esto debido a la cercanía de los poblados con el derecho de vía.

En el municipio de Paraíso, tab. el trazo del proyecto en el kilómetro 1 + 760 al 3 + 000, se localiza a menos de 273.10 m. de una de las zonas habitacionales, la cual tiene asignado un uso habitacional unifamiliar con densidad alta de 80 viv/ha. y en caso de un posible siniestro se pondría en riesgo a una población de aproximadamente 12, 380 habitantes.

En el kilómetro 3 + 220 el gasoducto se ubica a menos de 57.04 m. De una zona habitacional, exponiendo a un riesgo catastrófico a 4, 488 habitantes. En cuanto a los kilómetros 5 + 660 y el 8 + 360, el gasoducto cruza a menos de 273.10 m. de la zona poniente de la ciudad de Paraíso, y la comunidad de Moctezuma 1ª. Sección, ubicada en el kilómetro 20 +100, en caso de generarse una nube explosiva, se pondría en riesgo a 4, 471 habitantes.

Debido a que los kilometrajes del gasoducto en donde existe cercanía de poblados con la tubería del proyecto se presentan en un derecho de vía existente cuyas líneas terrestres de conducción han estado operando en forma continua (algunas por mas de 15 años sin problema alguno), se gestionó ante las autoridades ambientales estatales y federales competentes en la materia para evitar cambiar el trazo topográfico, con la propuesta de cambiar de clase II a clase III, con el consiguiente cambio de espesor de la tubería con la finalidad de proporcionar una mayor seguridad a los habitantes aledaños y a las propias instalaciones.

En el plano Q100 del apéndice A se puede observar finalmente los tramos de tubería con clasificación II y III respectivamente, el cual significó cambiar de espesor de diseño original de 0.875" a 1.062" conservando la misma especificación API 5L X60.

Esta condicionante fue una de las de mayor importancia dentro de la etapa de desarrollo de la ingeniería por lo que fue necesario modificar los planos de detalle correspondientes señalando el cambio de clase y espesor. Por otra parte también lo es desde el punto de vista económico en virtud de que al aumentar el espesor de la tubería se incrementó el costo de la misma, máxime si trata de fabricación extranjera.

Algunas de las condicionantes fueron incluidas en las bases de concurso con el objeto de ser exigidas al contratista que construya la obra.

La primera etapa del gasoducto actualmente en construcción cuyo trazo queda situado en el interior de la TMDB está exento de algunas condicionantes como se detalla a continuación:

Instalar señalamientos adecuados indicando la existencia del gasoducto (condicionante no. 2d). El tramo 1A del gasoducto no es enterrado, ya que esta línea de 36" recorre 3.2 km en forma aérea apoyándose sobre estructuras de concreto y acero, por lo que no se requiere señalización para la comunidad. Sin embargo, la tubería será rotulada para su identificación indicando el diámetro, servicio, origen y destino.

Revisión continua del derecho de vía para evitar asentamientos irregulares (condicionante no. II.1 c-v) y Revisión y mantenimiento de los señalamientos a lo largo de la trayectoria del gasoducto (condicionante no. II.1 CVI). Para este tramo no se tienen asentamientos irregulares toda vez que las instalaciones de la TMDB están delimitadas por una barda perimetral, además el acceso es restringido como para presentarse esta eventualidad. Sin embargo, cabe mencionar que la tubería cuenta con un programa de mantenimiento para cumplir con lo requerido en la condicionante anterior.

Revisar por lo menos cada tres años aquellos tramos de los ductos que se encuentran próximos a zonas pobladas con tendencias a crecimiento de acuerdo a la normatividad de PEMEX (07.3.13 "Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte") y a códigos de diseño internacionales (ANSI B31.8), la clasificación de la tubería en función al número de construcciones en el área unitaria definida a fin de que sea llevada a cabo, en su caso, la modificación del espesor mínimo en apego al rediseño de la tubería en dichos tramos, o bien la realización de las pruebas hidrostáticas a la tubería existente, requeridas en base a códigos y normas aplicables, orientadas a cumplir con la clasificación de tuberías que corresponda (condicionante no. II.1 ev). Al tratarse de un tramo cuya construcción queda comprendida en el interior de la TMDB como ya se comentó anteriormente, no se tienen zonas pobladas en dicho tramo del ducto, sin embargo; la tubería tendrá su inspección anual para detectar cualquier desviación y por ende su corrección.

Aplicar el procedimiento de protección anticorrosiva exterior para líneas enterradas y establecer criterios rigurosos de supervisión e inspección en taller y en campo. (condicionante no. II.1 i-iii). Esta condicionante no aplica en virtud de que la tubería es aérea, sin embargo la tubería recibirá limpieza con chorro de arena a metal blanco y aplicación por aspersión de recubrimiento primario y acabado epóxico con rotulo de identificación del gasoducto.

Supervisar la correcta instalación del sistema de protección catódica y verificar y registrar los potenciales iniciales. (condicionante no. II.1 i-iv). Este sistema de protección aplica para las etapas siguientes del proyecto en donde la corrosión es severa para elementos enterrados, el tramo 1A es aéreo y llevara protección anticorrosiva a base de pintura epóxica.

Observar de modo estricto el cumplimiento del programa anual de mantenimiento preventivo, en que además de supervisar el derecho de vía, se incluya el sondeo para la verificación de la profundidad de la línea en el terreno, la inspección de potenciales catódicos y la medición de espesores, para tomar acciones inmediatas en caso de presentarse desviaciones. (condicionante no. II.1 i-vii). La tubería no es enterrada por lo que, el sondeo para verificar su profundidad y la inspección de potenciales catódicos no aplican para esta etapa del proyecto. Referente a la medición de espesores, se llevara a cabo periódicamente llevando un registro que permita corregir oportunamente las desviaciones que se presenten al respecto.

Informar y procurar concientización de la gente que transita en las inmediaciones, sobre los peligros que implica la invasión del derecho de vía y la realización de trabajos de modo irresponsable, a través de pláticas, señalamientos y boletines, indicando que hacer en caso de presentarse un accidente y como actuar de acuerdo al plan de emergencia (condicionante no. II.1 i-x). En este tramo no se tienen los riesgos que implica la invasión al derecho de vía. Se cuenta con un plan de emergencia de la TMDB.

Avisar a las autoridades locales sobre la presencia de zonas habitacionales, actividades o inicio de obras incompatibles con la actividad del proyecto, que se pretendan llevar a cabo en torno al área de alto riesgo determinada en el estudio de riesgo con la finalidad de que dichas autoridades regulen en su caso, el uso del suelo del área de referencia. (condicionante no. II.2 f). La construcción del tramo 1A es en el interior de la TMDB, por lo tanto la incompatibilidad es inexistente debido a que dicho tramo se encuentra claramente delimitado y por ende esta regulado el uso de suelo.

Durante el proceso de construcción de la primera etapa ha sido necesario documentar mediante reportes a la DGIRA el cumplimiento de las condicionantes.

Básicamente las condicionantes citadas en la resolución son aplicables en su totalidad a las dos últimas etapas del proyecto, debido a que estos recorren por comunidades cercanas y requieren del desarrollo de trabajos específicos como apertura de brechas, excavaciones, manejo de residuos contaminantes, movimiento de maquinaria y equipos, protección anticorrosiva, entre otras actividades que deben ser con apego a las especificaciones y a la normatividad ambiental para evitar sanciones a la empresa.