



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
AMBIENTAL – SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS**

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VINCULACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE RIESGO E  
IMPACTO AMBIENTAL EN PROYECTOS PETROLEROS.**

**TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:  
YENNY SUMANO GARCÍA**

**TUTOR  
DR. VÍCTOR MANUEL LUNA PABELLO, FACULTAD DE QUÍMICA  
COMITÉ TUTOR  
DR. ENRIQUE CÉSAR VALDEZ, FACULTAD DE INGENIERÍA  
M. EN C. PEDRO ALEJANDRO DE JESÚS MAGAÑA MELGOZA, INSTITUTO DE INGENIERÍA**

**MÉXICO, D. F. MARZO 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO :**

Presidente: Dr. Enrique César Valdez

Secretaría: M. C. Ma. Antonieta Gómez Balandra

Vocal: Dr. Víctor Luna Pabello

1<sup>er</sup>. Suplente: M. En C. Pedro Alejandro de Jesús Magaña Melgoza

2<sup>do</sup>. Suplente: Dra. Rosa María Flores Serrano

Esta tesis se realizó en el Laboratorio de Microbiología Experimental, del Departamento de Biología de la Facultad de Química, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**TUTOR DE TESIS:**

---

Dr. Víctor Manuel Luna Pabello

## RECONOCIMIENTOS

- Al Dr. Víctor Manuel Luna Pabello, por la paciencia y apoyo para terminar esta tesis.
  
- Se agradece el apoyo otorgado por el proyecto FQ-734.
  
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para llevar a cabo el desarrollo de este trabajo de tesis.

## DEDICATORIAS

- ★ A Diego, mi pequeño que me acompaña siempre con un ¡Te Amo!
- ★ A mis papás, por el amor y apoyo incondicional en cada una de las metas que me he propuesto.
- ★ A Sergio, por decidir compartir su vida a mi lado, ¡TE AMO!
- ★ A cada uno de mis hermanos Alejandro, Sergio, Patsy, Xochitl y Manuel, porque sé que puedo contar con ustedes.
- ★ A Benjamín por ser mi mejor amigo.
- ★ A tí, que estás leyendo porque significa que eres una persona importante en mi vida.

# ÍNDICE

1	RESUMEN.....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
3	HIPÓTESIS.....	5
4	OBJETIVO GENERAL.....	5
4.1	OBJETIVOS PARTICULARES.....	5
4.2	JUSTIFICACIÓN.....	5
4.3	ESTRATEGIA DE TRABAJO.....	11
5	MARCO TEÓRICO.....	15
5.1	GENERALIDADES.....	15
5.2	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN MÉXICO.....	17
5.3	Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA).....	20
5.4	EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL.....	21
5.5	MARCO LEGAL.....	23
5.6	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	24
5.7	EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL.....	28
5.8	LA EVALUACIÓN DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL EN ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y CANADÁ	
	30	
5.8.1	Estados Unidos de América.....	30
5.8.2	Canadá.....	33
6	DESARROLLO Y APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO.....	36
7	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	83
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
9	BIBLIOGRAFÍA.....	87
10	ACRÓNIMOS.....	93
11	GLOSARIO.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizacional de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT. ....	10
Figura 2. Desarrollo actual de la MIA y el ERA que se presenta a SEMARNAT. ....	11
Figura 3. Propuesta de vinculación entre la MIA y el ERA. ....	12
Figura 4. Procedimiento de vinculación entre la MIA y el ERA.....	14
Figura 5. Etapas para el desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental.....	18
Figura 6. PEIA para la opción de manifestación de impacto ambiental modalidad particular y regional (SEMARNAT, 2013). ....	20
Figura 7. Etapas del desarrollo del ERA.....	22
Figura 8. Herramientas Jurídico-Administrativas de la Política Ambiental en materia de Impacto Ambiental, (Luna Martínez, 2006).....	23
Figura 9. Tipos de evaluación ambiental Federal.....	34
Figura 10. Terminales del almacenamiento y distribución de productos refinados en México.....	37
Figura 11. Diagrama de flujo de proceso de la TAR .....	40
Figura 12. UGA 112, correspondiente al área donde se localiza el predio del proyecto.....	42
Figura 13. Localización del predio de la TAR.....	45
Figura 14. Definición del área de estudio para el desarrollo de la MIA. ....	46
Figura 15. Sobreposición de los radios de afectación del escenario máximo probable en el área de estudio del proyecto, resaltando las zonas con vegetación. ....	59
Figura 16. Sobreposición de los radios de afectación del escenario máximo catastrófico en el área de estudio del proyecto, resaltando las zonas con vegetación. ....	60

---

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Árbol de subsistemas, factores y variables ambientales.....	47
Tabla 2. Listado de actividades que involucra el proyecto durante la etapa de preparación del sitio.....	48
Tabla 3. Listado de actividades que involucra el proyecto durante la etapa de construcción. ....	48
Tabla 4. Listado de actividades que involucra el proyecto durante la etapa de operación y mantenimiento. ....	49
Tabla 5. Resumen de Escenarios Identificados. ....	52
Tabla 6. Matriz de riesgo para la jerarquización de eventos de la Alternativa 1. ....	53
Tabla 7. Matriz de riesgo para la jerarquización de eventos de la Alternativa 2. ....	53
Tabla 8. Distribución de los escenarios de riesgo de acuerdo con su tipo ....	55
Tabla 9. Condiciones climáticas utilizadas en la simulación de eventos.....	57
Tabla 10. Radios de afectación para el evento máximo probable.....	57
Tabla 11. Radios de afectación para el evento máximo probable ....	57
Tabla 12. Árbol de categorías, componentes y factores ambientales que pueden ser afectados en caso de presentarse un escenario de riesgo. ....	61
Tabla 13. Actividades dentro de la etapa de accidentes. ....	62
Tabla 14. Impactos ambientales generados en la etapa de accidentes para ambas alternativas. ....	64
Tabla 15. Externalidades o pasivos ambientales que se pueden presentar en caso de que se presente un accidente.....	66
Tabla 18. Simbología utilizada para la elaboración de la matriz de Leopold. ....	69
Tabla 19. Matriz de Leopold para la etapa de accidentes.....	70
Tabla 18. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo probable. ....	72
Tabla 19. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo catastrófico. ....	76
Tabla 20. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas en caso de una fuga de hidrocarburos en el área del muelle. ....	80



## **1 RESUMEN**

En México, para el desarrollo de proyectos de infraestructura petrolera se requiere contar con las autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental, por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En este sentido, el documento oficial mediante el cual se presentan los impactos ambientales significativos y potenciales que puedan generar las obras o actividades derivados de estos proyectos y sus actividades riesgosas, es la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) asociada a su Estudio de Riesgo Ambiental, los cuales evalúan los escenarios derivados de posibles accidentes susceptibles de liberar de manera no controlada sustancias químicas peligrosas y que puedan tener efectos negativos tanto para el ambiente, como hacia las poblaciones cercanas.

Estos estudios que son considerados esencialmente de carácter preventivo, actualmente se desarrollan prácticamente de manera independiente, por lo que difícilmente se pueden establecer medidas preventivas orientadas a la reducir, o bien, mitigar los impactos ambientales en caso de que se presente un accidente. Por tal motivo, el propósito del presente trabajo es establecer un procedimiento que vincule de manera más estrecha ambos estudios, de tal forma que la información que proporcione sobre aquellos impactos que se puedan generar en caso de un accidente, permitan analizar opciones de tipo tecnológico, o bien, administrativas desde las etapas de diseño, permitiendo así reducir los costos ocasionados por medidas de mitigación y pasivos ambientales.

En el presente documento, el procedimiento que se desarrollo como parte de la tesis de grado, se aplico para la vinculación de la MIA y el ERA, del proyecto: “Construcción de una nueva Terminal de Almacenamiento de Gasolina y Diesel, en el Parque Industrial Puerto Chiapas en el Estado de Chiapas”, lo cual permitió: Evaluar los impactos significativos generados en torno a los escenarios de riesgo ambiental derivados del análisis de riesgos; determinar con mayor precisión los factores ambientales que pueden ser afectados, en caso de que se presente alguno de los escenarios de riesgo ambiental evaluados en el ERA; determinar las externalidades o pasivos ambientales, de mayor importancia, que pueden derivarse de un evento que se presente por uno de los escenarios de riesgo y de esta manera, evaluar su inclusión dentro de la propuesta económica del proyecto; evaluar si los programas de respuesta a emergencias consideran los factores ambientales que fueron evaluados y que pueden verse afectados en caso de un accidente; determinar las fatalidades, daños a las instalaciones y medio ambiente que generarán costos adicionales por la cobertura de seguros, compensaciones, atención médica y costos por morbilidad, multas, sanciones e incluso cierre de las instalaciones, asociados a un evento de riesgo. Finalmente, permitir justificar mejoras a la ingeniería, medidas de prevención y de seguridad adicionales para la reducción de riesgos y contar con un parámetro base para seguimiento durante la operación.

## **2 INTRODUCCIÓN**

En la eterna lucha por la sobrevivencia, el hombre ha tenido que lograr niveles sorprendentes en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, a tal grado que en la actual sociedad de producción industrial, como nunca antes, se ha comenzado a expresar la contradicción entre el hombre y la naturaleza, la cual se manifiesta a través de trastornos naturales del medio ambiente que amenazan la seguridad del planeta.

Estos trastornos son resultado de la producción basada en procesos químicos industriales y la quema de enormes cantidades de combustibles orgánicos que causan severos daños, destruyen bosques, lagos, selvas, ríos y mares; también han propiciado el calentamiento global como consecuencia de la gran cantidad de emisiones de gases de carbono, nitrógeno y azufre que al ser emitidos producen perforaciones en la capa atmosférica, permitiendo la libre caída de rayos catódicos solares sobre los polos glaciales, provocando con ello, su calentamiento y gradual derretimiento (Alcocer, 2008).

Desde comienzos de los sesenta es evidente que el crecimiento económico contemporáneo ha originado un progresivo deterioro del medio ambiente, entendido como el entorno vital de los seres humanos. No obstante fue hasta 1987 cuando la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo aprobó por unanimidad el Informe Brundtland, mejor conocido como *Nuestro Futuro Común*, en donde el desarrollo sustentable se definió como “aquél que satisface las necesidades esenciales de la generación presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades esenciales de las generaciones futuras”.

Para aspirar al desarrollo sustentable se han propuesto diferentes políticas ambientales entre las cuales se encuentra la Evaluación de Impacto Ambiental. A nivel mundial, los primeros intentos por evaluar el impacto ambiental surgen en 1970, particularmente en Estados Unidos de América. En México, este instrumento se aplica desde hace más de 20 años y durante este tiempo el procedimiento ha permanecido vigente como el principal instrumento preventivo para la gestión de proyectos o actividades productivas.

La Evaluación de Impacto Ambiental es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al promotor de un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente (SEMARNAT, 2002).

De acuerdo con el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la realización de proyectos que incluyan actividades altamente riesgosas tienen la obligación de presentar un estudio de riesgo ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). A este respecto, el artículo 17 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, establece que el promovente de cualquier proyecto deberá solicitar antes de la ejecución de los trabajos, la autorización en materia de impacto ambiental, misma que deberá incluir la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y cuando se trate de actividades altamente riesgosas, en los términos de la Ley, deberá incluirse un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA). A su vez el artículo 18 del mismo reglamento, establece la información del estudio de riesgo que debe ser incorporada en la MIA la cual corresponde a:

1. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto.
2. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso y
3. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Considerando que la MIA es el documento oficial mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo, atenuarlo o compensarlo en caso de que sea negativo, y que el ERA es el documento oficial para la evaluación del riesgo ambiental; el cual es un instrumento de carácter preventivo mediante la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de manejo a las tareas de análisis, evaluación y control de riesgos con el fin de proteger a la sociedad y al ambiente, anticipando la posibilidad de liberación accidental, en las instalaciones, de sustancias consideradas como peligrosas, por sus características CRET, es importante que la MIA y el ERA no se integren de manera independiente, sino que en ambos casos puedan evaluarse los impactos potenciales que podrían generarse, considerando la probabilidad de que se presentara alguno de los escenarios de riesgo evaluados, de tal manera que pueda prevenirse o mitigarse y a su vez permitan establecer propuestas de acciones de protección al ambiente y de prevención de accidentes que pudieran producirse (SEMARNAT, 2013).

Con base en lo anterior se determino que en el periodo de enero de 2006 a agosto de 2009 se presentaron a la SEMARNAT, 57 Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) regionales Modalidad B que incluyen actividades altamente riesgosas; de las cuales 43 corresponden a proyectos relacionados con actividades petroleras y gas, por lo que de acuerdo con lo establecido en la LGEEPA deben ir acompañadas de un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA). Sin embargo, se puede observar que en la práctica no se cumple con la premisa establecida por la SEMARNAT de llevar a cabo un adecuado manejo de complementación entre estos dos documentos.

Por tal motivo, en la etapa de planeación de un proyecto de construcción que incluya una actividad riesgosa, el proceso de evaluación de impacto ambiental integrado a la evaluación de riesgos ambientales, busca garantizar de la mejor manera posible, el equilibrio del medio ambiente y la preservación de la salud y bienestar del hombre antes, durante y después de la construcción y puesta en marcha del proyecto en cuestión.

En este sentido, el propósito de la presente tesis es analizar esta situación y proponer una estrategia de solución que ayude a superar esta deficiencia, como se verá en los siguientes apartados.

### 3 HIPÓTESIS

Actualmente no existe una vinculación entre los informes de MIA y ERA de los proyectos que son presentados a SEMARNAT, por lo que de establecerse dicha vinculación entre la MIA y la ERA, los tomadores de decisiones contarán con mejores elementos para generar un escenario completo del proyecto con una visión integral de los aspectos ambientales y de riesgo.

### 4 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un procedimiento para vincular adecuadamente los escenarios de riesgo relevantes obtenidos del ERA, con los impactos ambientales asociados a proyectos petroleros.

#### 4.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Plantear las áreas de oportunidad de integración entre la MIA-ERA.
- Establecer un procedimiento que interrelacione adecuadamente los escenarios relevantes de un ERA, con los impactos ambientales negativos asociados a proyectos petroleros y que establezca las respectivas medidas preventivas, de mitigación y compensatorias.
- Evaluar el procedimiento a través de la aplicación un proyecto de tipo petrolero.
- Determinar las externalidades y/o pasivos ambientales derivados de los escenarios de riesgo ambiental.

#### 4.2 JUSTIFICACIÓN

Como se menciono anteriormente, la legislación ambiental en materia de impacto y riesgo ambiental establece la información del ERA que debe ser incluida dentro de la MIA, cuando ésta incluye actividades altamente riesgosas, es la siguiente:

1. Los escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto.
2. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, y en su caso
3. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Actualmente, las organizaciones que ofrecen servicios ambientales, en particular aquellas que desarrollan MIA, así como ERA, en general realizan este tipo de estudios de forma individual, por lo que en la mayoría de los proyectos, el evaluador de impactos ambientales tiene poco conocimiento de los escenarios de riesgo y el analista de riesgo no evalúa los impactos que se podrían generar en caso de que exista algún accidente.

Debido a esta falta de asociación e interacción, generalmente la autoridad recibe estudios prácticamente independientes, ya que la información generada en la evaluación de riesgo ambiental, no es aprovechada adecuadamente por el evaluador de impactos ambientales y viceversa.

Para sustentar esta información se revisaron las MIA presentadas a la SEMARNAT durante el periodo de enero de 2006 a agosto de 2009, encontrando que para el caso de MIA regional modalidad B que incluye análisis de riesgo, se presentaron 57 estudios de los cuales 43 corresponden a actividades de petróleo y gas natural, respectivamente.

Después de hacer la revisión se encontraron las siguientes deficiencias de vinculación entre las MIA y sus respectivos ERA:

1. Se incluyen en la MIA los apartados correspondientes a la evaluación de riesgos del ERA, incluyendo los radios de afectación y vagamente se menciona que se generarán impactos, pero no se evalúan.
2. Se menciona en el resumen ejecutivo la entrega del ERA para dar cumplimiento a los establecido en el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental. Sin embargo, no se vincula con la MIA.
3. No se hace mención del ERA en el resumen ejecutivo ni en la MIA.
4. Se presenta dentro del resumen ejecutivo la síntesis de los puntos más importantes del ERA, sin embargo, no se hace la vinculación con la MIA.
5. Solamente un (1) estudio toma en cuenta los radios de afectación obtenidos del ERA para delimitar el área de estudio.
6. Solamente 1 estudio de los 43, presenta una evaluación cualitativa de los impactos que podrían generarse en caso de que se presentara algún evento.

De igual manera se llevó a cabo la revisión de los resolutivos de las MIA mencionadas anteriormente, los cuales se pueden dividir en dos tipos:

- Resolutivo en el que se autoriza en materia ambiental el proyecto.
- Resolutivo en el que el proyecto NO es autorizado en materia ambiental.

A continuación se describen de los puntos más relevantes encontrados en cada tipo de resolutivo.

**Resolutivo en el que se autoriza en materia ambiental el proyecto.**

En general la mayor parte de las MIA presentadas son autorizadas de manera condicionada, en este tipo de resolutivo se pudo encontrar lo siguiente:

1. Se hace una revisión legal del cumplimiento de la información para el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA).
2. Se presenta un análisis de la información encontrada en la MIA. El análisis se lleva a cabo por factor ambiental con la finalidad de determinar las posibles afectaciones al Sistema Ambiental Regional (SAR).
3. Se enuncian las medidas preventivas, de control y mitigación establecidas en la MIA.
4. En lo que respecta al ERA se especifica la metodología utilizada para la identificación de peligros así como los parámetros utilizados para la evaluación de los escenarios de riesgo.
5. Se hace una revisión de los fenómenos perturbadores por ejemplo: huracanes, sismos, volcanes, etc.
6. Se enuncian las medidas preventivas aplicables al proyecto.
7. Se especifican las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, y se especifican las medidas de seguridad y operación para reducir el riesgo.
8. En caso de que existan asentamientos humanos dentro de las zonas de alto riesgo, establece la modificación del proyecto con la finalidad de minimizar los riesgos a las poblaciones aledañas.
9. En general se realiza una evaluación de los componentes ambientales afectadas con la información obtenida tanto en la MIA como en el ERA.
10. En general se pone más atención en las especies de flora y fauna que se verán afectadas.
11. Se enlistan las medidas de prevención, control y mitigación entre las que se incluyen:
  - a. Programas de restauración de áreas afectadas.
  - b. Programas de conservación de suelo y control de erosión.
  - c. Programas de conservación, protección y monitoreo de flora y fauna incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
12. Se dan las conclusiones generales en materia de impacto y riesgo ambiental y se determina si el proyecto es ambientalmente factible.
13. Se establece la autorización de manera condicionada.
14. Finalmente se presentan los términos y condiciones a que está sujeta la autorización ambiental.

**Resolutivo en el que el proyecto NO es autorizado en materia ambiental.**

Este tipo de resolutivo es emitido en menor escala, encontrando que:

1. Se establece el cumplimiento del Art. 30 de la LGEEPA y el 18 del REIA al anexar a la MIA el ERA correspondiente, ya que el proyecto considera una actividad altamente riesgosa.
2. Se mencionan a las incongruencias detectadas y la información faltante tanto en la MIA como en la ERA de manera independiente.
3. Señala que debido a la falta de información e incongruencia de los estudios no se pueden determinar:
  - a. Componentes ambientales relevantes susceptibles a ser afectados en caso de presentarse escenarios de riesgo.
  - b. La relevancia de la interacción de eventos esperados sobre la integridad funcional del ecosistema y los asentamientos humanos.
  - c. Las medidas que deben ser implantadas para minimizar los efectos negativos al ecosistema involucrado.
  - d. La compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente en el entorno.
4. Establece que aunque tiene la facultad de solicitar información adicional, en los casos en que se requiera rehacer los capítulos principales de los estudios tiene la facultad para negar la solicitud de autorización del proyecto, teniendo la posibilidad de reingresarlo tomando en cuenta los comentarios del resolutivo.

Adicionalmente, se realizó un análisis de la percepción del PEIA a cargo de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), de acuerdo con el promovente encontrando que:

1. La MIA y el ERA aún se consideran por los promoventes del proyecto como un trámite o requisito burocrático más.
2. Consideran que la DGIRA cuenta con recursos técnicos limitados y generalmente son desaprovechados.
3. En algunos casos existen respuestas tardías por parte de la autoridad.
4. Consideran que no se hace revisión de las medidas de prevención, control y mitigación después de la construcción del proyecto.
5. Consideran la MIA y el ERA como el llenado de un cuestionario solamente.

A partir del análisis realizado, se determinó que a la fecha, aunque existen guías para el desarrollo tanto de la MIA como del ERA, no se encuentran relacionadas de acuerdo con los términos de la ley. Además de que la información que refleja cada uno de los estudios no se utiliza de manera integral para el desarrollo de los proyectos, lo que fomenta el incremento en el desequilibrio ecológico por el desarrollo de las obras y pasivos ambientales, debido a que no se consideraron las afectaciones al medio ambiente, en los casos en



que se presentaron alguno de los eventos de riesgo que fueron contemplados en el estudio. Por lo tanto, la importancia de contar con un procedimiento que permita vincular ambos estudios, es que el promovente de un proyecto cuente con la información para la toma de decisiones, así como para la implementación de medidas adicionales de seguridad en sus procesos que le permita reducir costos a lo largo de la vida útil del proyecto.

Por otra parte, el esquema organizacional de la DGIRA se muestra en la Figura 1 y se puede observar que existen áreas específicas para cada uno de los diferentes sectores productivos. Sin embargo, es importante señalar que la mayor cantidad de proyectos, en el caso de MIA regional, corresponde a los proyectos petroleros. También es importante señalar que, una vez que ya fue construido un proyecto, se entrega un ERA adicional a la Dirección General de Actividades Altamente Riesgosas. Sin embargo, para éste tampoco se incorporan los impactos ambientales que se pueden presentar en caso de que se ocurriera alguno de los eventos evaluados en el estudio, por lo que no se puede dar un seguimiento periódico de los efectos en caso de accidente.

En consecuencia, el procedimiento propuesto, permitirá presentar los escenarios antes de que se lleve a cabo algún tipo de construcción, dando un parámetro de afectación al medio ambiente que sirva de base para la evaluación de medidas de seguridad, preventivas, de mitigación y compensación necesarias, pudiendo así reducir los costos por pasivos ambientales una vez que entre en operación el proyecto.

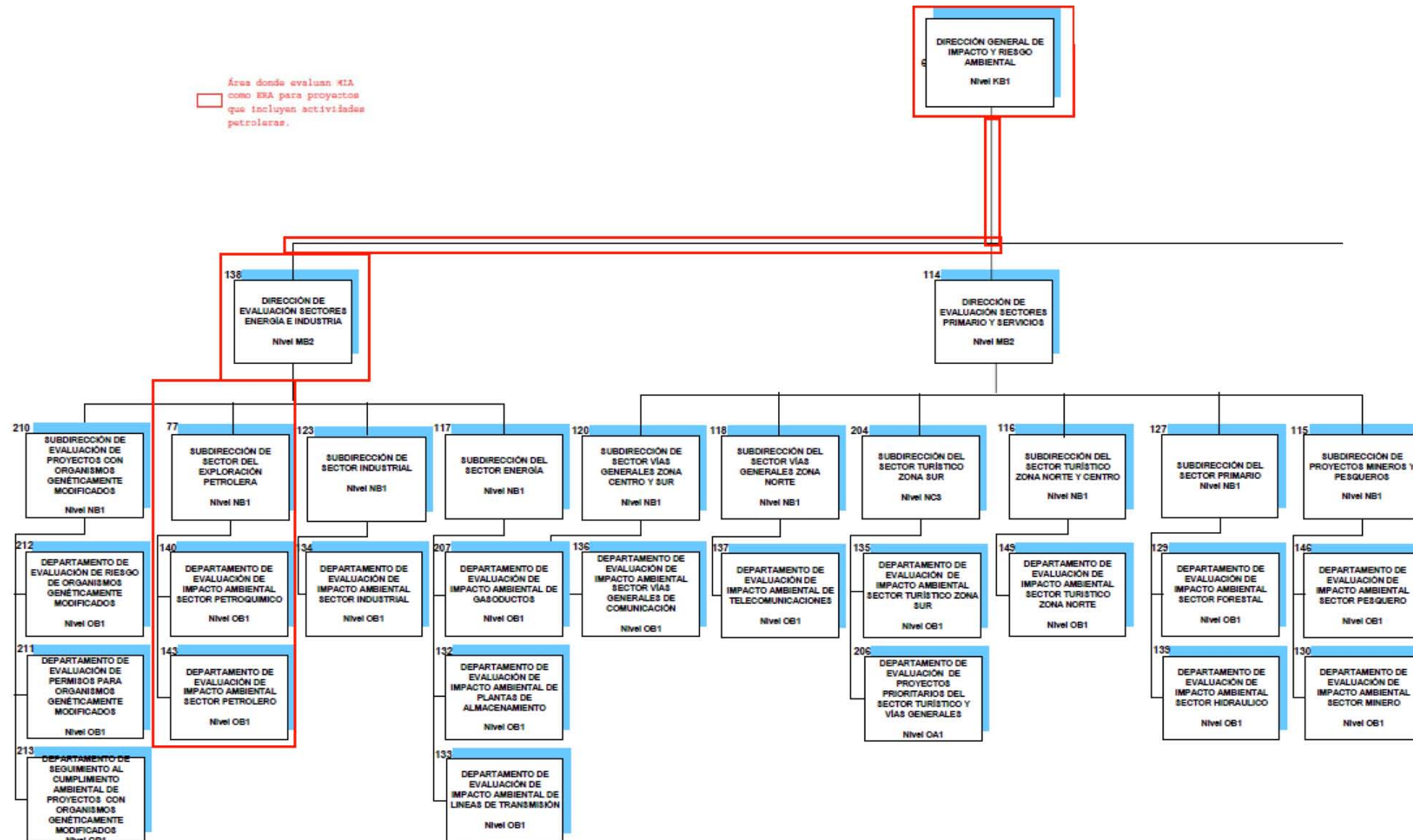


Figura 1. Estructura Organizacional de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

Fuente. SEMARNAT, 2009

### 4.3 ESTRATEGIA DE TRABAJO

Con base en la información de los apartados anteriores, se puede determinar que la MIA actualmente evalúa únicamente los impactos ambientales derivados de las diferentes etapas del proyecto, sin considerar aquellos eventos que pudieran presentarse en caso de una operación anormal de la planta. Únicamente plantea medidas enfocadas a la prevención y mitigación de impactos ambientales. en cuanto al ERA, éste basa el estudio en la determinación de escenarios de riesgo a partir de la información del proceso, considerando que las variables estén fuera de los intervalos de operación aceptables, lo que permite establecer radios de afectación y áreas de oportunidad donde se pueden establecer medidas de seguridad adicionales a las consideradas en el diseño original. No obstante, ninguna de las evaluaciones realizadas en ERA, para el establecimiento de medidas, considera las afectaciones al medio ambiente (Ver Figura 2).



**Figura 2. Desarrollo actual de la MIA y el ERA que se presenta a SEMARNAT.**

Como se indicó anteriormente, el objetivo del presente trabajo es desarrollar un procedimiento que permita vincular adecuadamente la MIA con el ERA, de manera que el promovente de cada proyecto cuente con información adicional que le permita tomar decisiones al respecto de las medidas que tiene que considerar implementar; considerando los impactos ambientales que se pueden generar derivados de los escenarios de riesgo que se evaluaron (Figura 3).

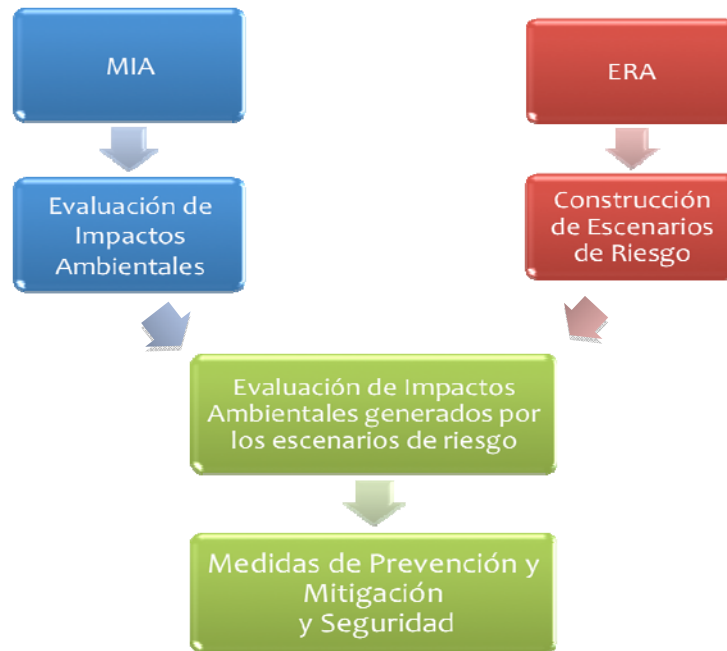


Figura 3. Propuesta de vinculación entre la MIA y el ERA.

El procedimiento propuesto, considera la información generada en cada uno de los estudios, tomando en cuenta el Sistema Ambiental Regional y el Inventario Ambiental; así como los radios de afectación determinados como punto de partida.

1. Como primer punto se evaluará si los radios de afectación (RA) quedan dentro del área establecida como Sistema Ambiental Regional:
  - En caso negativo, se debe justificar técnica-económicamente si es viable ampliar el área de estudio.
  - En caso afirmativo, se procederá a verificar si las variables ambientales consideradas en el Inventario se verían afectadas en caso de que se presente un evento de riesgo.
2. Debido a que estos eventos se presentarían solamente en el caso de operación anormal del proceso; se establece como una etapa adicional a la de operación con la finalidad de evaluarlos de manera independiente.
3. Si las variables ambientales, no se encuentran dentro de las contenidas en el inventario, se debe incorporar dentro del árbol de factores ambientales.
4. Si están incluidas, se procede a la valoración de elementos y factores ambientales.
5. A continuación se identifican y valoran los impactos ambientales asociados a estos eventos.
6. Se establecen medidas de seguridad, preventivas, de mitigación y compensación, adicionales en caso de requerirse.
7. Finalmente, se evalúan los escenarios con y sin medidas arriba señaladas.

Una vez determinados los impactos ambientales y sus medidas de seguridad y mitigación, se puede desarrollar la evaluación económica somera que está asociada a los impactos ambientales significativos que pueden ser generados en caso de que exista un accidente (consecuencias), así como los costos de mitigación, de igual manera se pueden evaluar las medidas de seguridad. Dentro de la evaluación de las consecuencias se pueden incluir los costos asociados a:

- a) Mortalidad.
- b) Morbilidad.
- c) Pérdida de paisaje.
- d) Pérdida de biodiversidad.
- e) Disminución de la calidad del aire.
- f) Pérdida de suelo.
- g) Disminución en la calidad del agua.
- h) Sanciones ambientales.

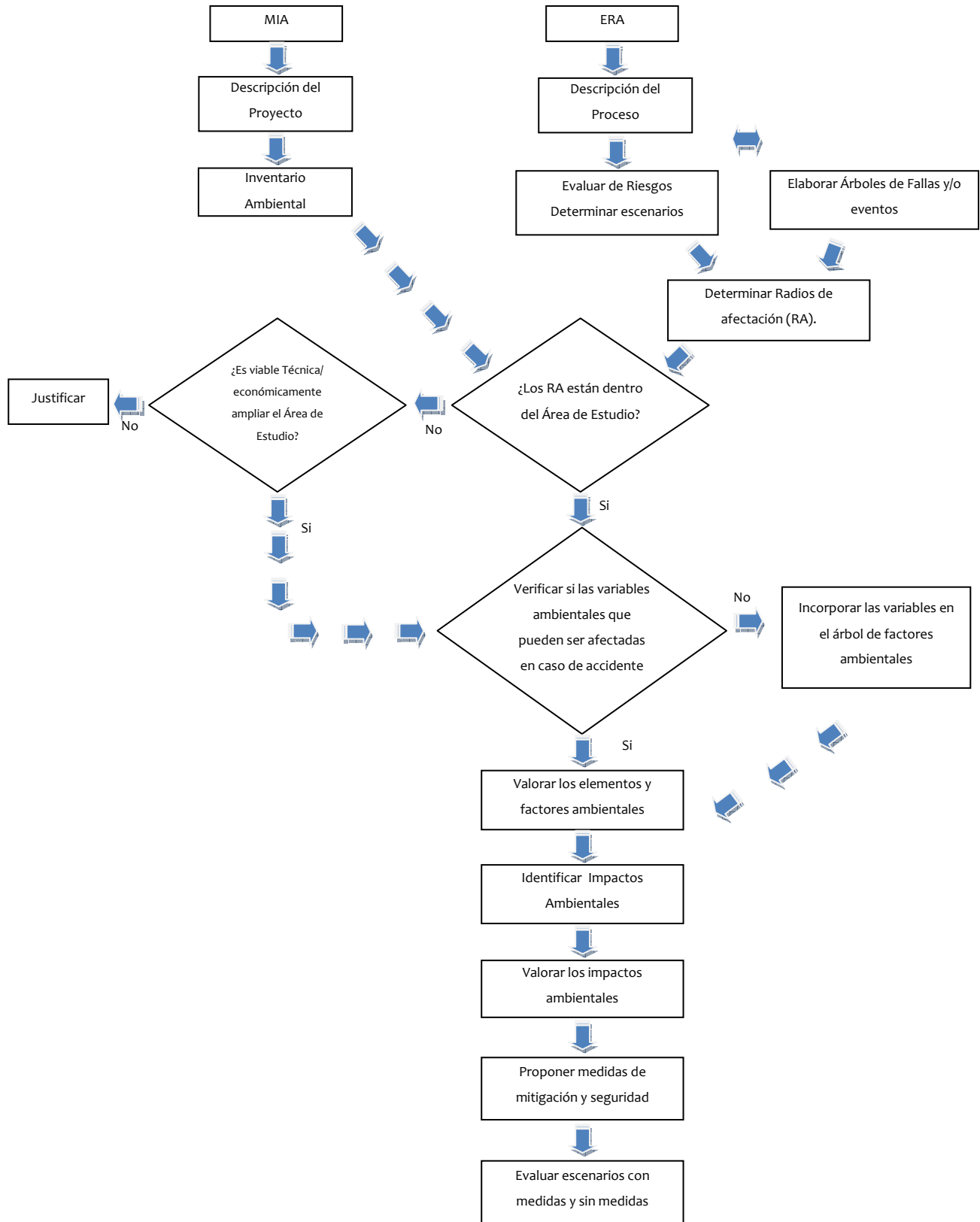


Figura 4. Procedimiento de vinculación entre la MIA y el ERA.

## 5 MARCO TEÓRICO

### 5.1 GENERALIDADES

El intenso crecimiento demográfico e industrial, la falta de estrategias de planeación y manejo, así como el desconocimiento del valor ecológico y socioeconómico de los ecosistemas, han inducido graves problemas de contaminación e impacto ambiental y la pérdida de valiosos recursos naturales y económicos en todo el mundo. Esta situación ha motivado la necesidad de incorporar la variable ambiental y los criterios ecológicos dentro de las políticas orientadas hacia la planificación y el desarrollo sustentable de las actividades humanas, con el fin de hacer compatibles la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales con el desarrollo social y económico.

En la década de los sesenta se empezaron a difundir en Europa diversos llamados de atención acerca de los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente. En Suecia y Dinamarca se intentó predecir qué repercusiones sobre los ecosistemas podría tener el desarrollo de algunos proyectos productivos. También en Estados Unidos de América hubo inquietud por los daños que causaban los proyectos productivos en el ambiente, a tal grado que gobierno y empresas privadas se vieron obligadas a invertir tiempo, atención y recursos económicos para buscar las formas de prevenir y contrarrestar esos efectos.

En respuesta a estas inquietudes, a principios de los años setenta se desarrolló en Estados Unidos de América el procedimiento de evaluación del impacto ambiental (environmental impact assessment, EIA), que fue introducido en el marco legal por medio de la Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act, NEPA), promulgada en 1970. Desde entonces, la evaluación del impacto ambiental, cuyo objetivo primordial fue desde un inicio disminuir los costos derivados de la contaminación que genere un proyecto, fue adoptada en la práctica y/o incorporada a la legislación ambiental de numerosos países.

A nivel internacional surge también la preocupación sobre el medio ambiente y su vulnerabilidad ante las actividades de desarrollo humano de modo tal que en 1972 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, se establecen los criterios base para la incorporar la EIA como un instrumento de prevención. A continuación se enlistan algunos de los acuerdos internacionales que dan sustento a la EIA:

- Declaración sobre política y procedimientos ambientales relativos al desarrollo Económico (ONU, Nueva York, 1980).
- Metas y principios de la Evaluación de Impacto Ambiental (PNUMA, 1987).

- Nuestra propia agenda sobre desarrollo y medio ambiente, (Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, 1991).

Finalmente en 1992, con el objetivo de alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, la Declaración de Río sobre Medio Ambiente establece lo siguiente en el Principio 17:

- “Deberá emprenderse una EIA en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente.”

Actualmente la evaluación de impacto ambiental es un instrumento de política ambiental adoptado en numerosas jurisdicciones (países, regiones o gobiernos locales, así como por organizaciones internacionales entre los que se encuentran bancos de desarrollo y entidades privadas). Se reconoce en tratados internacionales como un mecanismo potencialmente muy eficaz de prevención de los daños ambientales y de promoción del desarrollo sustentable. El principio de actuar de forma preventiva en el campo ambiental, al ser incorporado a las legislaciones nacionales, modificó radicalmente los procesos, tanto públicos como privados, de toma de decisiones entonces existentes. Si bien la idea no es nada reciente, su formulación ocurrió por la primera vez en los Estados Unidos de América, a través de una ley aprobada en 1969. A partir de entonces, la EIA se diseminó, alcanzando hoy una difusión mundial.

En México, los estudios de impacto ambiental se realizan desde hace poco más de 30 años. En la administración pública federal, se aplicaron a partir de 1977 para la evaluación preliminar de proyectos de infraestructura hidráulica, aunque se tiene noticia de estudios realizados previamente, la mayoría como investigaciones académicas.

En lo que respecta a la evaluación de riesgo, las primeras prácticas datan de 1970 en Estados Unidos de América, aunque no era un procedimiento formalmente reconocido en la Agencia de Protección al Ambiente de ese país (USEPA, por sus siglas en inglés) hasta 1995 con la Política de Caracterización del Riesgo (Risk Characterization Policy). Desde entonces se han elaborado diferentes guías para realizar evaluaciones de riesgo, que consideran tanto riesgos a la salud como ecológicos que se pueden generar por una actividad altamente riesgosa. (USEPA, 2011)

A nivel nacional los primeros intentos por realizar evaluaciones de riesgo ambiental surgen en 1983, como parte de la Ley Federal de Protección al Ambiente, antecesora de la LGEEPA, que introduce por primera vez



los Estudios de Riesgo Ambiental, en el procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental de los proyectos industriales. En 1988 entra en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y sus reformas publicadas en 1996, 2001, 2003 y 2007, amplían el concepto para incorporar la obligación de realizar estudios de riesgo en los casos que se proyecten actividades altamente riesgosas, así como elaborar e instrumentar programas para la prevención de accidentes que incluyan planes externos para la respuesta a emergencias. (INE, 2000)

## **5.2 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN MÉXICO.**

La evaluación del impacto ambiental (EIA) es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al promovente de un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente. (INE, 2000)

El estudio se ciñe a la recopilación de información y a la consulta a fuentes autorizadas para obtener evidencias de la capacidad de generación de alteraciones por parte del proyecto y, de igual manera, conocer cuál es la capacidad de carga del ambiente del área donde se ubicará. Con lo anterior, el estudio debe permitir establecer propuestas de acciones de protección al ambiente y de corrección o mitigación de las alteraciones que pudieran producirse. Se busca que se garantice, de la mejor manera posible, el equilibrio y las características del ambiente después de la puesta en operación del proyecto o actividad objeto del estudio y colateralmente preservar la salud y el bienestar del hombre, todo ello llevado a escenarios de largo plazo.

El objetivo de la evaluación del impacto ambiental es la sustentabilidad, pero para que un proyecto sea sustentable debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales (SEMARNAT, 2011) por lo que se considera un instrumento que ayuda en la toma de decisiones y sus resultados habrán de presentarse con un orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible, de tal forma que los encargados de sustentar la decisión de la autoridad, analicen el documento y determinen la conveniencia o su inconveniencia, si fuera el caso, de que el proyecto estudiado, se ponga en operación.

Además de identificar, prevenir e interpretar los efectos que un proyecto puede tener en el ambiente un objetivo fundamental de la EIA es definir y proponer la adopción de un conjunto de medidas de mitigación que permita atenuar dichos efectos (INE, 2000). La elaboración de un estudio de impacto ambiental, en términos generales, se constituye por un conjunto de etapas y tareas a cumplir, que genéricamente, se concretan en los rubros que se indican en la Figura 5 y que a continuación se describen.



**Figura 5. Etapas para el desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental.**

**1. Descripción del proyecto:** En esta etapa se analiza y se describe el proyecto o la actividad, destacando, desde el enfoque ambiental, sus principales atributos y sus debilidades más evidentes.

**2. Descripción de las actividades del proyecto:** Esta tarea debe realizarse de manera uniforme y sistemática para cada una de las cuatro fases convencionalmente aceptadas: preparación del sitio, construcción, operación y abandono del proyecto. Deberá hacerse una prospección de las actividades relacionadas con el proyecto y de aquellas otras que serán inducidas por él, siempre con el objetivo de identificar los impactos al ambiente.

**3. Descripción de las características del área donde se desarrollará el proyecto:** descripción del medio natural en sus elementos bióticos y abióticos, en un ámbito extenso y sustentado tanto en evidencias

reportadas en la literatura especializada como en observaciones directas en campo. En esta etapa se incluye el estudio del medio social y económico de la zona donde se establecerá el proyecto o donde se desarrollará la actividad.

**4. Descripción de los elementos ambientales más relevantes:** Este apartado resume la información que permite determinar el significado que tienen los elementos más relevantes del ambiente, previamente analizados, para su conservación. Habrán de definirse y aplicarse los criterios acordes a la magnitud de la importancia del ambiente, tales como diversidad, rareza, perturbación o singularidad, la valoración que se haga de cada rubro deberá tener un enfoque integral.

**5. Alcance del Estudio de Impacto Ambiental:** El ámbito de aplicación del estudio definirá el alcance que tendrá éste, para cada uno de los elementos anteriormente descritos. Su incidencia o no con áreas naturales protegidas o con planes parciales de desarrollo urbano o del territorio, así como el cumplimiento de normas oficiales mexicanas vigentes.

**6. Identificación y evaluación de impactos:** Con esta etapa, el estudio alcanza una de sus fases más importantes, se trata de definir las repercusiones que tendrá el proyecto o la actividad a realizar sobre el ambiente descrito y sobre sus elementos más significativos.

Cada impacto deberá ser valorado sobre una base lógica, medible y fácilmente identificable. Posteriormente, el análisis debe llegar a una sinergia que permita identificar, valorar y medir el efecto acumulativo del total de los impactos identificados.

**7. Evaluación de alternativas:** Si fuese el caso de que hubiese dos o más alternativas para el proyecto o para la actividad, éstas serán analizadas y valoradas sobre la base de su significado ambiental y se seleccionará la que mejor se ajuste tanto a las necesidades del mantenimiento del equilibrio ambiental, como a los objetivos, características y necesidades del proyecto.

**8. Identificación de medidas de prevención, control y mitigación:** La importancia de esta etapa debe ser evidenciada en el reporte final con la propuesta de medidas lógicas y viables en su aplicación.

**9. Valoración de impactos residuales:** Se aplica este concepto a la identificación de aquellas situaciones negativas para el ambiente que pueden derivar de una falta de previsión o de intervención del hombre y que pudieran derivar de la puesta en operación del proyecto.

**10. Plan de vigilancia y control:** En esta etapa el estudio deberá definir los impactos que serán considerados en el plan de seguimiento y control; determinar los parámetros a evaluar, los indicadores que habrán de demostrar la eficiencia del plan, la frecuencia de las actividades, los sitios y las características del muestreo (SEMARNAT, 2002).

### 5.3 Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA)

En nuestro país, como ya se mencionó, la autoridad encargada de la evaluación de impacto ambiental es la SEMARNAT; ésta se lleva a cabo mediante un procedimiento de tipo técnico administrativo, que incluye tres opciones las cuales puede presentarse dependiendo del control que se tenga sobre los impactos y la magnitud del área donde se pretende desarrollar un proyecto:

- Informe preventivo.
- Manifestación de impacto ambiental modalidad particular.
- Manifestación de impacto ambiental modalidad regional.

En caso de que el promovente presente un informe preventivo, la SEMARNAT determinará, en un plazo no mayor de veinte días, si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades. Mientras que si se ingresa una MIA, en cualquiera de sus modalidades, el procedimiento de evaluación por parte de la Secretaría se presenta en la Figura 6.

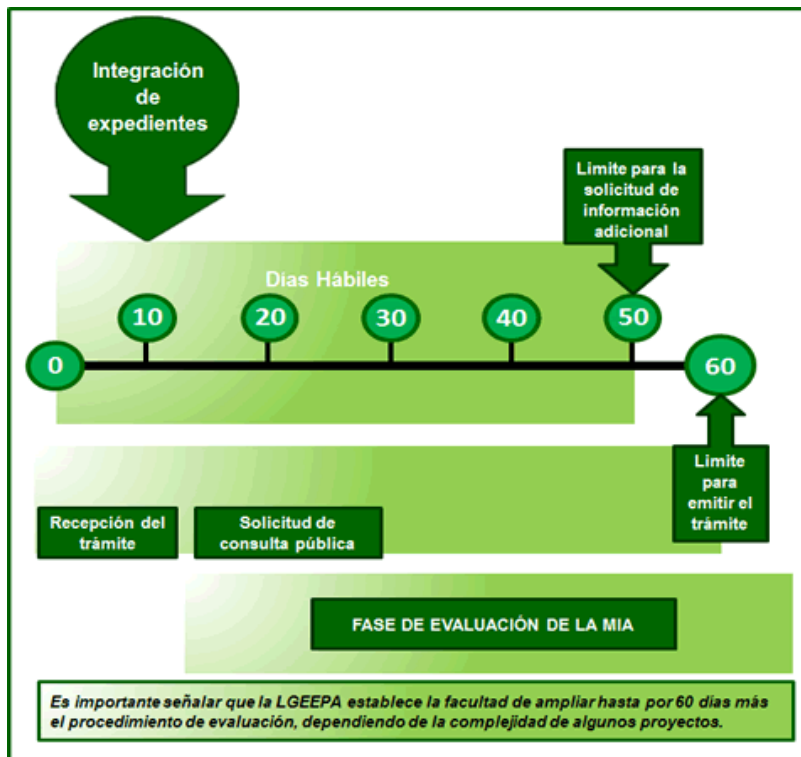


Figura 6. PEIA para la opción de manifestación de impacto ambiental modalidad particular y regional (SEMARNAT, 2013).

#### 5.4 EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL

La Evaluación del Riesgo Ambiental es un instrumento de carácter preventivo mediante la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de manejo a las tareas de análisis, evaluación y control de riesgos con el fin de proteger a la sociedad y al ambiente anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias consideradas como peligrosas por sus características corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica y/o inflamable (CRETI) en las instalaciones y evalúa su impacto potencial, de manera tal que éste pueda prevenirse o mitigarse requiriendo como mínimo (SEMARNAT, 2013):

- Reconocimiento de posibles riesgos.
- Evaluación de posibles eventos peligrosos y la mitigación de sus consecuencias.
- Determinación de medidas apropiadas para la reducción de estos riesgos.

Al ser concebido como un instrumento de política ambiental de carácter preventivo, permite regular las actividades que involucran el uso, manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y actividades consideradas como altamente riesgosas. Como resultado de esta evaluación se tiene la protección del ambiente y la sociedad, lo cual se puede verificar a través del tiempo, ya que se minimiza la probabilidad de que ocurra un accidente, al contar con los planes de acción específicos determinados con base en la información proporcionada en la identificación de peligros y determinación de riesgos.

Esta información se verá plasmada en el ERA; el cual permitirá establecer propuestas de acciones de protección al ambiente y de prevención de accidentes que pudieran producirse. Los ERA no sólo deben considerar la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

El objetivo inmediato del ERA es servir de ayuda en la toma de decisiones. Para ello sus resultados habrán de presentarse con un orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible, de manera tal que los evaluadores que analicen el documento, encargados de sustentar la decisión de la autoridad, determinen la conveniencia o no de que el proyecto estudiado sea autorizado. Además de identificar, prevenir e interpretar los efectos que un proyecto puede tener en la sociedad y el ambiente, el ERA también es empleado para definir y proponer la adopción de un conjunto de medidas que permitan prevenir o incluso evitar los riesgos a la sociedad y el ambiente. El ERA está compuesto por dos partes, aquella en donde se emplean una serie de metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo para identificar y jerarquizar riesgos; y la otra parte conocida como análisis de consecuencias en donde se utilizan modelos matemáticos de simulación para cuantificar y estimar dichas consecuencias. (SEMARNAT, 2013). Las Etapas de desarrollo para un ERA comprenden las actividades mostradas en la Figura 7.

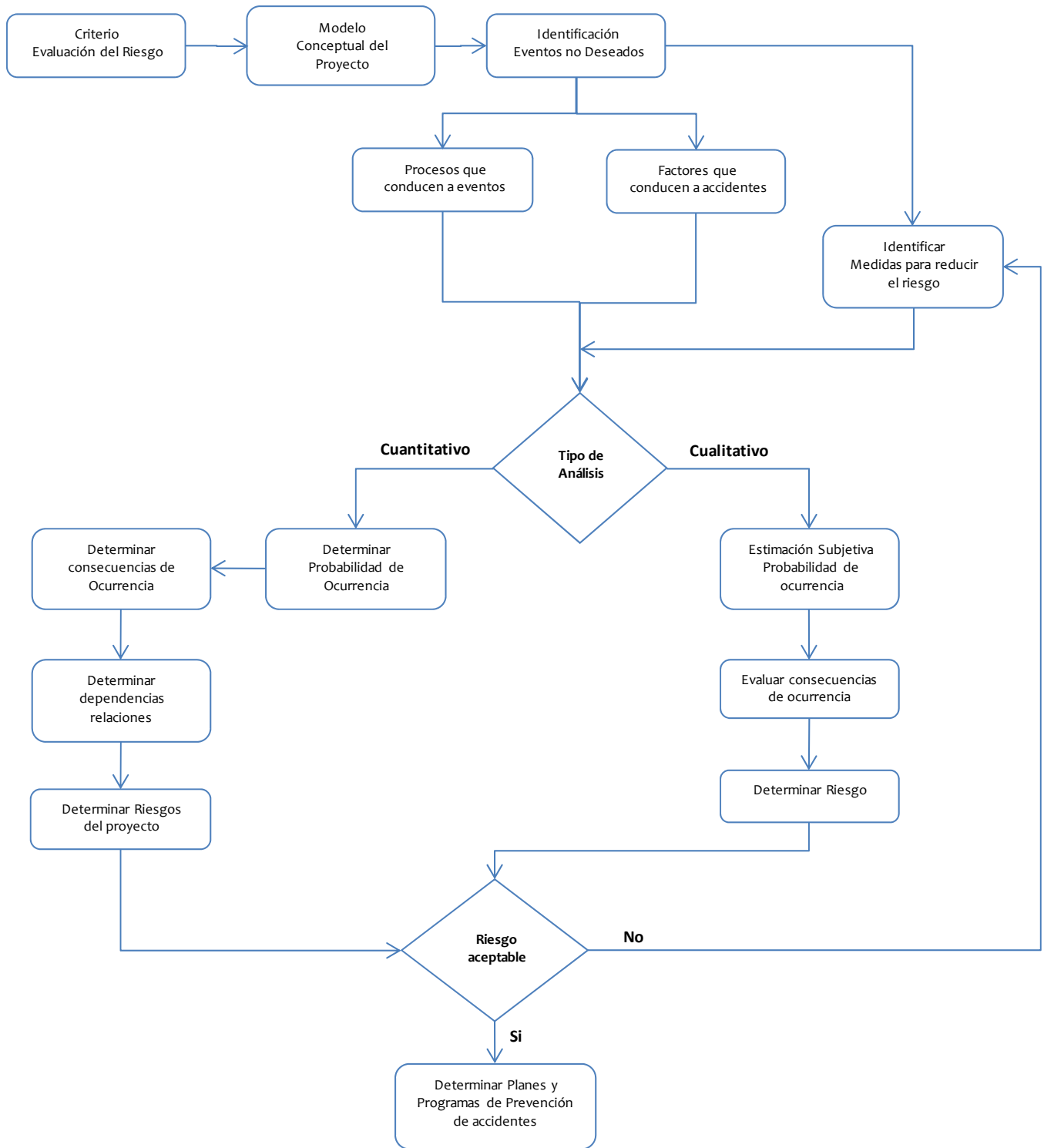
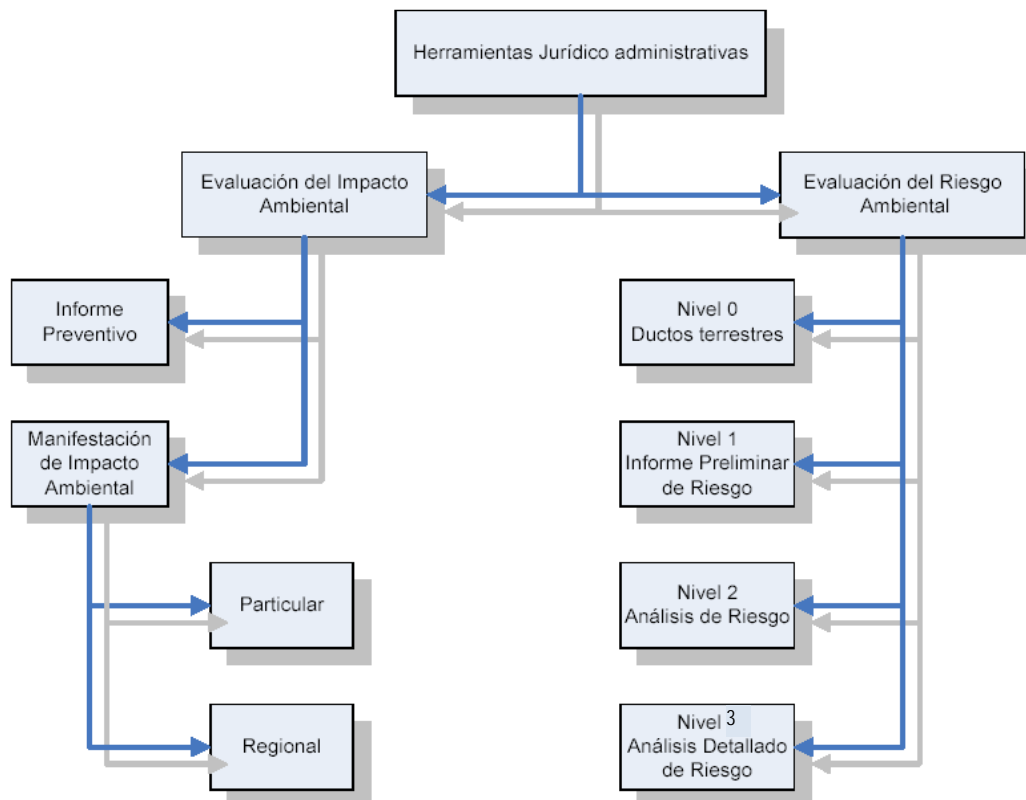


Figura 7. Etapas del desarrollo del ERA

### 5.5 MARCO LEGAL

En nuestro país se ha desarrollado una política ambiental que pretende conseguir el desarrollo sostenible de cualquier actividad que involucre interacción con el ambiente, resultando en dos herramientas Jurídico-Administrativas que permiten aceptar, modificar o rechazar un proyecto en materia ambiental como se muestra en la Figura 8, (Luna Martínez, 2006).



**Figura 8. Herramientas Jurídico-Administrativas de la Política Ambiental en materia de Impacto Ambiental, (Luna Martínez, 2006).**

## 5.6 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación del impacto ambiental tiene sus bases jurídicas en las disposiciones que al respecto establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual considera como instrumentos de la política ambiental a los siguientes:

- Planeación ambiental.
- Ordenamiento ecológico del territorio.
- Instrumentos económicos.
- Regulación ambiental de los asentamientos humanos.
- Evaluación del impacto ambiental.
- Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.
- Autorregulación y auditorías ambientales.
- Investigación y educación ecológicas.

Con base en lo anterior, la evaluación del impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental destinado a regular la ejecución de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. La LGEEPA en su artículo 3° define al impacto ambiental como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza”. Además, señala que el desequilibrio ecológico es “la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos”. Indica, asimismo, que la manifestación de impacto ambiental es “el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”.

A su vez la LGEEPA en su reforma artículo 28, en el año 2005 donde especifica que “La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente”. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

- I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;



- II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;
- III. Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;
- IV. Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
- V. Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;
- VI. Se deroga. (Fracción derogada DOF 25-02-2003);
- VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
- VIII. Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
- IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
- X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
- XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
- XII. Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y
- XIII. Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Es importante señalar que aunque la LGEEPA de 1988 integraba ya varios instrumentos ambientales de gran importancia, las reformas de 1996 y 2000 precisaron y dieron vigencia a estos instrumentos de política ambiental. Destacadamente, las reformas respecto a la evaluación del impacto ambiental, ordenamiento ecológico y la participación de la sociedad dieron un giro clave a las bases jurídicas de la sustentabilidad.

Debido a la importancia y trascendencia de la evaluación de impacto ambiental, las reformas buscaron resolver deficiencias de las que adolecía, entre las que se encontraban: la centralización del gobierno federal en la toma de decisiones, la ambigüedad en el establecimiento del tipo de obra o actividad que requiere de su aplicación, la falta de procedimientos administrativos claros y de mecanismos de participación social que otorguen transparencia y certidumbre a los procesos de decisión.

Como resultado de estas reformas el procedimiento de evaluación de impacto ambiental (PEIA) adopta las siguientes características:

- A. Establecer con claridad la obligatoriedad de la autorización previa en materia de impacto ambiental para la realización de obras y actividades que generen o puedan generar efectos significativos sobre el ambiente o los recursos naturales, y que no puedan ser reguladas en forma adecuada a través de otros instrumentos.
- B. Prever la posibilidad de que la SEMARNAT, solicite la evaluación del impacto ambiental de obras y actividades que aun cuando no están expresamente señaladas en la Ley, puedan causar desequilibrio ecológico. No obstante y con el objeto de no invalidar el beneficio derivado de una lista precisa, la Ley incluye en esta disposición el procedimiento que debe seguir la autoridad para determinar si procede o no la presentación de una MIA.
- C. Simplificar el PEIA de las obras y actividades que no son competencia de la Federación evitando la proliferación de procedimientos administrativos en los que intervienen distintas autoridades.
- D. Vincular la EIA con el ordenamiento ecológico del territorio y con la regulación de los usos del suelo prevista en la legislación sobre asentamientos humanos.
- E. Ampliar la participación pública en el PEIA.
- F. Establece la figura de la MIA, ERA y del informe preventivo (IP), como los medios de que disponen los particulares para obtener la autorización previa de la autoridad.
- G. Define la responsabilidad de los profesionistas que participan en la formulación de las MIA's.

En el año 2000 se reformó el reglamento de evaluación de impacto ambiental (REIA), en primer lugar para hacerlo compatible jurídica y administrativamente con el texto de la Ley vigente. Como resultado de lo anterior el reglamento actual se caracteriza por:

- Incluir una relación detallada de las actividades y obras que requieren la autorización previa en materia de impacto ambiental, así como de aquellas que están exentas de esta obligación.
- Reducir las modalidades de la MIA, de tres tipos que se fijaban en la versión anterior (general, intermedia y específica) a dos: la modalidad particular y la regional. Continúa además la consideración del IP como la modalidad más simple de notificación a la autoridad.
- Promueve una participación más activa de la sociedad mediante los procedimientos de consulta pública y de reuniones públicas de información.
- Fija las medidas de seguridad que deben acatar los promoventes.
- Especifica que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de sus disposiciones.
- Incluye las sanciones que procederán en caso de violación de las disposiciones jurídicas ambientales.
- Establece procedimientos particulares para dictaminar las consultas o manifestaciones que hacen los particulares.

- Introduce conceptos avanzados en las metodologías de evaluación como son: la evaluación de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, así como la evaluación regional de varios proyectos o, de uno solo, cuando éste pueda tener un impacto de gran alcance territorial.
- Se adecuan los tiempos de respuesta de la autoridad ambiental a los que establece la LGEEPA.
- Se establece la figura de seguros y garantías a los promoventes para que exista un aval que responda por ellos en caso de que no cumplan con las condiciones que disponga la autoridad para el desarrollo de su obra o actividad, y para que estén en condiciones de resarcir los daños al ambiente cuando se presente un siniestro por el desarrollo del proyecto.

Paralelamente, ante la complejidad del PEIA el REIA establece la obligación de la autoridad para formular y poner a disposición de los particulares guías para facilitarles la integración de sus manifestaciones e informes preventivos.

## 5.7 EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL

El fundamento legal de la evaluación de riesgo ambiental está contenido en el Título Cuarto Protección al Ambiente, del Capítulo V Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas de la LGEEPA, principalmente en los siguientes artículos:

**Artículo 145.-** La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos de suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente, tomándose en consideración:

- I. Las condiciones topográficas, meteorológicas, climatológicas, geológicas y sísmicas de las zonas;
- II. Su proximidad a centros de población, previniendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos;
- III. Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate;
- IV. La compatibilidad con otras actividades de las zonas;
- V. La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas, y
- VI. La infraestructura para la dotación de servicios básicos.

**Artículo 146.-** La Secretaría, previa opinión de las secretarías de Energía, de Economía, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características, corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

Derivado de ello, el 28 de marzo de 1990 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, enfocado a sustancias tóxicas. De igual manera el 4 de mayo de 1992 se publicó en el DOF el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas enfocado a sustancias inflamables y explosivas.

**Artículo 147.-** La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior. Quienes realicen actividades altamente

riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las secretarías de Gobernación, de Energía, de Economía, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

Adicionalmente se fortalece en el reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al **Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, con los siguientes artículos:**

“Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I. La manifestación de impacto ambiental;
- II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
- III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Artículo 18. El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información:

- I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
- II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y
- III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

La Secretaría publicará, en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica, las guías que faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo.

Con estas reformas realizadas, se le da sustento a la información que debe ser vinculada entre ambos estudios, sin embargo las guías establecidas por la SEMARNAT no contemplan los procedimientos necesarios para la correcta vinculación.

## 5.8 LA EVALUACIÓN DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL EN ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y CANADÁ

Como se ha mencionado anteriormente, la evaluación de impacto ambiental de acciones que puedan generar un cambio al ambiente se lleva a cabo a nivel mundial, por lo que se hizo una revisión de como se realiza en Estados Unidos de América y Canadá, a continuación se presenta un resumen de lo más relevante.

### 5.8.1 Estados Unidos de América

En lo que respecta a Estados Unidos de América, la evaluación de impacto ambiental tiene sus bases en la National Environmental Policy Act de 1969 (NEPA) y a través de la United States Environmental Protection Agency (EPA), exige que los ministerios del gobierno federal con responsabilidad sobre acciones que requieren otorgamiento de permisos, financiamiento, o alguna otra acción clasificada como mayor o importante, prepararen una evaluación ambiental previo a iniciar la construcción del proyecto.

Debido al desarrollo industrial de Estados Unidos de América se cuenta con una abundante legislación ambiental, de tal forma que se protegen aspectos como: calidad del aire, calidad del agua, especies poco comunes y amenazadas, fuentes de ruido, eliminación de residuos peligrosos, suministros de agua potable, producción de sustancias tóxicas, preservación de sitios históricos y arqueológicos, preservación de ríos turísticos, protección de costas por desarrollo adverso, y protección de terrenos agrícolas y recursos oceánicos. A este respecto, la NEPA tiene un enfoque de sentido común, a través de la evaluación de las consecuencias ambientales antes de tomar acciones, por lo tanto la NEPA viene a responder las siguientes preguntas ¿cuál es el impacto en el ambiente de la acción planeada y sus alternativas? y ¿cómo puede ser minimizado antes de empezar una acción más importante? Como resultado de la NEPA y de las regulaciones del Consejo sobre la calidad Ambiental (Council on Environmental Quality, CEQ), se estableció que el documento a través del cual se evalúan las consecuencias ambientales de una acción es llamado Environmental Impact Statement (EIS) o declaración de impacto ambiental.

La declaración de impacto ambiental estudia las alternativas del proyecto, así como las acciones planeadas y los impactos que pueden presentarse. Estas alternativas son dos o tres y pueden incluir cambios en el proceso, alternativas de ubicación geográfica, reducción del tamaño, etc. Adicionalmente, se precisa la alternativa “no acción” o “do nothing.” NEPA no exige que los organismos encargados seleccionen la alternativa con menos impacto ambiental, pero sí requiere que se analicen todas las alternativas.

Existen algunas ocasiones donde es razonable dudar acerca de la necesidad del desarrollo de una declaración de impacto ambiental, por lo que en estas situaciones se puede realizar primero una evaluación ambiental.

El proceso de evaluación ambiental se desarrolla de la siguiente manera:

1. Una propuesta, también llamada acción propuesta o proyecto propuesto.
2. La agencia principal determinará si se requiere una declaración de impacto ambiental para el proyecto; en caso de ser así, son necesarios los siguientes pasos:
3. Reunión de “scoping” público (del inglés *scope*, ámbito, alcance).
4. La decisión por parte de la autoridad del alcance sobre la el análisis de impacto ambiental.
5. Preparación del borrador.
6. Revisión pública y comentarios al borrador.
7. Preparación del estudio final.
8. Decisión de la autoridad sobre permitir o aprobar el proyecto.

Independientemente de que se realice una evaluación ambiental o una declaración de impacto ambiental, requeridas para la evaluación de un proyecto; ambas se inician con un informe ambiental base para el organismo líder. En proyectos reconocidos como importantes se puede pasar directamente a una declaración de impacto ambiental. Los pasos correspondientes para la evaluación de un proyecto, independientemente de la modalidad que se establezca se enuncian a continuación:

- a) Describir el propósito y la necesidad de la acción propuesta.
- b) Describir la acción propuesta y sus alternativas, incluyendo la no acción.
- c) Describir el medio ambiente físico, biológico y humano, que es específico en cada caso.
- d) Describir los impactos del proyecto propuesto y de las alternativas que se hayan analizado en detalle
- e) Identificar la alternativa preferida y las medidas de mitigación para los impactos ambientales significativos.
- f) Incluir el seguimiento que asegure el cumplimiento del proyecto mitigado.

A continuación se enlistan los criterios considerados para determinar si se requiere una declaración de impacto ambiental detallada del proyecto:

- Cuando presentan efectos sobre salud y seguridad pública.
- Cuando están próximos a terrenos públicos sensibles tales como áreas verdes, tierras agrícolas de primera, pantanos, ríos turísticos y naturales, áreas ecológicas críticas, recursos de interés histórico y cultural.
- Grado en que el proyecto puede ser controvertido.

- Cuando los efectos son inciertos.
- Cuando existe presencia de impactos acumulativos.
- Cuando existe amenaza de violación de normas o regulaciones ambientales locales, estatales o federales.

Los participantes en el proceso son generalmente los siguientes.

**Agencia principal:** La autoridad responsable para la preparación del estudio y para la toma de decisión de la acción propuesta.

**El grupo de evaluación de impacto ambiental:** Un equipo interdisciplinario de especialistas que pueden ser contratados por el organismo principal o por el consultor privado que reporta al organismo principal.

**Promoviente del proyecto:** Un desarrollador privado o dueño de la tierra o un organismo que esté proponiendo una acción.

**Revisores públicos:** Ciudadanos y organizaciones interesadas o afectadas por el proyecto propuesto, y otros organismos con jurisdicción por ley o experiencia.

Adicionalmente, los documentos que pueden ser utilizados en el proceso de evaluación ambiental son:

**Environmental Assessment (EA):** Documento público que analiza los impactos ambientales de una acción federal propuesta y provee suficiente evidencia para determinar el nivel de significancia de los impactos.

**Finding of No Significant Impact (FONSI):** Documento público en que el brevemente se presentan las razones del por qué una acción no va a tener impactos significativos sobre la calidad del ambiente humano y por lo cual no requiere la preparación de un EIS.

**Notice of Intent (NOI):** Comunicado de que será preparado un EIS, por lo que describe la acción propuesta y sus posibles alternativas, así como los alcances propuestos por los organismos; incluyen además, cuándo y dónde se llevará a cabo la reunión de alcance; el nombre y dirección de la persona en el organismo que responderá las preguntas acerca de la acción propuesta y la declaración de impacto ambiental.

**Environmental Impact Statement (EIS):** La “declaración detallada” requerida por la sección 102 (2)(C) de la NEPA que un organismo prepara cuando es propuesta una acción con afectaciones significativas a la calidad del ambiente humano.

**Record of decision (ROD):** Documento público firmado por el organismo correspondiente para la toma de decisión. El ROD plantea la decisión, alternativas consideradas, la alternativa o alternativas preferibles para el ambiente, factores considerados por la agencia, medidas de mitigación que deben ser implantadas y una descripción de cualquier programa de ejecución y de monitoreo.



**Categorical Exclusion (CE):** Categorías de las acciones que normalmente no tienen efectos sobre el ambiente humano de manera individual o acumulativa, y que por lo tanto no requiere de una EA ó un EIS.

Con base en la información anterior se puede observar que México tiene algunas similitudes en cuanto a las herramientas que pueden presentarse ante la Semarnat para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, al igual que en Estados Unidos de América se puede presentar una solicitud de excención de manifestación de impacto ambiental, un informe preventivo que correspondería a una evaluación general de impactos ambientales y la MIA que corresponde a una evaluación detallada de impactos ambientales.

### 5.8.2 Canadá

Canadá se considera como un estado federal que cuenta con un gobierno nacional, 10 gobiernos provinciales y 3 gobiernos territoriales, así como grupos indígenas con funciones emergentes de gobierno, por tal motivo en cuestiones de medio ambiente tiene un área de jurisdicción compartida y por lo tanto muchos regímenes de evaluación ambiental.

El manejo de las cuestiones relacionadas con acciones o proyectos que puedan generar impacto ambiental es competencia de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental, la cual depende del Ministro del Medio Ambiente y cuyas responsabilidades principales son:

- Administrar el proceso de evaluación ambiental.
- Administrar el registro público de todas las evaluaciones ambientales.
- Proveer de orientación y capacitación.
- Coordinar las EA en que participan varias jurisdicciones.
- Administrar procesos de exámenes públicos.

Asimismo, se basa en la Ley de Evaluación Ambiental de Canadá que establece los siguientes principios claves:

1. Participación pública de manera oportuna y significativa.
  - a. Registro público.
  - b. Programa de financiamiento de participantes.
2. Autoevaluación.
3. Hacer una evaluación ambiental antes de decidir.
4. Coordinar evaluación ambiental entre jurisdicciones.
5. Cooperar con los pueblos indígenas.

Esta ley es aplicable a proyectos sobre los cuales el gobierno federal tiene decisión, debido a las siguientes cuestiones:

- Es el promovente.
- Provee asistencia financiera.
- Provee tierras federales.
- Entrega permiso o licencia en la lista reglamentaria.

La información que debe considerar como mínimo cualquier evaluación ambiental es:

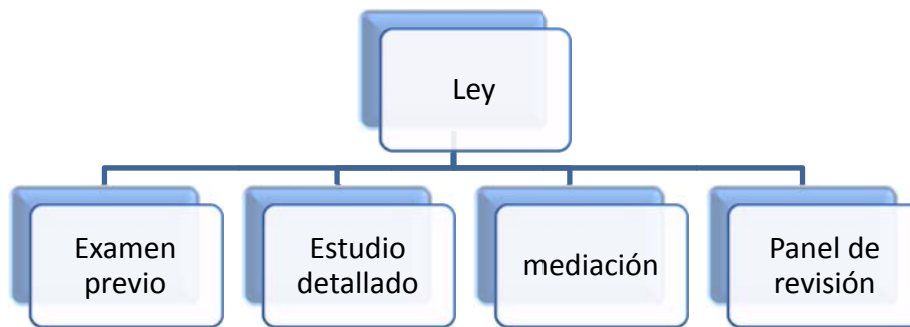
- Efectos ambientales, incluidos los efectos acumulativos.
- Significación de los efectos.
- Comentarios recibidos del público.
- Medidas de mitigación.

Las evaluaciones ambientales más complejas deben incluir además de la información anterior:

- Medios alternativos.
- Programa de seguimiento.
- Efectos sobre los recursos renovables.

De acuerdo con la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental se cuenta con cuatro tipos de evaluaciones ambientales federales, que se presentan en la

Figura 9, así mismo se hace una descripción breve de cada uno de ellos.



**Figura 9. Tipos de evaluación ambiental Federal**

**Examen previo:** Se utiliza en los proyectos con menos posibilidades de ocasionar efectos ambientales significativos y corresponde al 99% de las evaluaciones. Sirve para una amplia gama de proyectos como por ejemplo la ampliación de edificios, reparación de muelles, obras viales menores, etc. En este proceso de EA la participación del público es discrecional y la decisión de la organización federal se considera individual.

**Estudio detallado:** Utilizado en proyectos de mayor escala y ambientalmente delicados, generalmente se evalúan entre 5 y 10 al año. Los proyectos que deben presentar este tipo de EA se encuentran listados en el Comprehensive Study List Regulations, dentro de las que se encuentran plantas nucleares, terminales marítimas, refinerías de petróleo, minas grandes, sistemas de electricidad, etc. La participación del público se lleva en varias etapas del proceso a través de mediadores o paneles de revisión. Se tiene una participación activa del Ministro del Medio Ambiente, quien es el que toma la decisión de autorizar o no el proyecto.

**Mediación:** Es un proceso voluntario de negociación en el que un mediador independiente e imparcial ayuda a las partes interesadas a resolver. El mediador es entrevistado por el Ministro de Medio Ambiente después de la consulta con la autoridad responsable y las partes interesadas. Es importante señalar que puede soportarse en un panel de revisión con la finalidad de resolver cuestiones específicas y proponer las medidas de mitigación más efectivas.

**Panel de revisión:** Cuando un proyecto requiere de una decisión por parte del gobierno federal y de otro nivel de gobierno, se puede realizar la evaluación a través de un panel de revisión con la finalidad de salvar tiempo y dinero. De esta forma el gobierno tiene acuerdos con diversas provincias para facilitar este tipo de revisiones.

Una vez que se encuentra completo el panel de revisión formado por analistas y participantes públicos en general, se prepara un reporte de evaluación de impacto ambiental, en el que se resumen las actividades del proyecto y sus impactos, así como una serie de conclusiones y recomendaciones aplicables y un resumen de los comentarios recibidos del público. Este reporte es enviado a la autoridad responsable y al Ministro de Medio Ambiente quienes darán a conocer públicamente el fallo.

Finalmente, se puede concluir que en los tres países existe un procedimiento específico para la evaluación de impactos ambientales de proyectos que consideren actividades altamente riesgosas. Es importante señalar que en los tres países existen diferentes herramientas para la evaluación de impactos ambientales de proyectos; sin embargo tanto en Estados Unidos como en Canadá resalta el uso de un diagnóstico previo que se presenta a la autoridad a fin de determinar el grado de detalle que requerirán los estudios; facilitando tanto al promovente del proyecto como a la autoridad considerar alternativas desde el inicio del proceso, mientras que en México se solicitan los estudios en base a la legislación correspondiente y a la actividad que se pretenda desarrollar. Otra diferencia relevante es la importancia de la participación pública durante el proceso de evaluación ambiental, lo que permite una revisión más detallada de los impactos ambientales generados.

## 6 DESARROLLO Y APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO.

Para proponer el caso de estudio, una vez establecido el procedimiento, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Que el proyecto incluyera una actividad altamente riesgosa.
- Relevancia por la naturaleza del proyecto.

Tomando en consideración estos dos criterios se optó por el proyecto denominado “Construcción de una nueva Terminal de Almacenamiento de Gasolina y Diesel, en el Parque Industrial Puerto Chiapas en el Estado de Chiapas”, es un proyecto de tipo petrolero y tiene la finalidad de reemplazar la Terminal de Almacenamiento de Gasolina y Diesel que actualmente se encuentra en el centro de la ciudad de Tapachula, Chiapas. Por la naturaleza del proyecto la LGEEPA establece que se debe presentar ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental y de acuerdo con el Capítulo II, Artículo 50 del REIA le corresponde presentar una MIA de tipo regional. Así mismo, el artículo 147 de la LGEEPA establece que los proyectos que incluyan actividades altamente riesgosas deben incluir en la MIA el estudio de riesgo ambiental correspondiente. Con base en esta información y considerando que las sustancias que se almacenarán y manejarán en el proyecto sobrepasan los límites establecidos en los listados de actividades altamente riesgosas, además de que no se presentará ningún tipo de transformación química en las instalaciones, se determinó que el ERA es de nivel 1, correspondiente a un Informe Preliminar de Riesgo.

Es importante señalar que se evaluaron dos alternativas del proyecto. La alternativa 1 considera en el área de muelle el uso de brazos de descarga marinos para el transporte de combustibles, mientras que la alternativa 2 considera el uso de mangueras flexibles con el mismo propósito. Es importante señalar que el proceso en sí de la terminal no se verá modificado, sin embargo, las alternativas son de tipo tecnológico.

A continuación se presenta la información relevante y necesaria sobre el proyecto para el desarrollo de la metodología de ambos estudios.

### **Antecedentes del proyecto**

Durante el año 2007, Pemex produjo aproximadamente 3 millones de barriles diarios (MMBD) de crudo. De los cuales, 1.3 MMBD fueron procesados en el Sistema Nacional de Refinación y 1.7 MMBD fueron vendidos al exterior. Esto significa que el 44% se procesó en México y el 56% se exportó.

De este 44% de crudo que se procesó en el país; se distribuyó a 77 terminales de almacenamiento y distribución (TAD) (Figura 10), las cuales se encargan de suministrar a 8,156 estaciones de servicio que actualmente distribuyen los combustibles al público. Diariamente se venden en México, 187 millones de litros de combustibles, distribuidos de la siguiente manera: 112 millones de litros de gasolina Magna, 60 millones de litros de Diesel y 15 millones de litros de gasolina Premium.



Figura 10. Terminales del almacenamiento y distribución de productos refinados en México.

Fuente: PEMEX, 2013.

En el caso de Tapachula, la demanda de destilados en el estado de Chiapas se ha comportado en forma ascendente en los últimos años. Como consecuencia del crecimiento comercial, industrial y turístico de la región, el suministro de combustibles por vía terrestre ha reflejado incrementos importantes que dificultan garantizar el abastecimiento oportuno de productos desde las TAR de Salina Cruz y Pajaritos hacia la actual TAR de Tapachula, adscrita a la Gerencia de Almacenamiento y Reparto del Golfo. Esta situación se traduce en un aumento de circulación de autotankers por las calles y avenidas de esta ciudad, con las consecuentes molestias que provoca a las vialidades, aunado al riesgo que representa la presencia de equipos con producto esperando turno de acceso a la actual TAR, al no contar con patios de estacionamiento dentro de la misma.

Con el fin de solucionar la problemática que genera la entrada y salida de autotankers a la TAR actual, ubicada sobre la avenida principal que es muy transitada, hacia la salida a la carretera a Puerto Chiapas, se propone que PEMEX Refinación construya fuera de la zona urbana una nueva TAR para la misma ciudad de Tapachula, cercana a la vía del ferrocarril y a la carretera federal. Dicha TAR tendrá como objetivo cubrir la demanda de 10 días de consumo de combustible en forma total a la zona de influencia conformada por los municipios de Mapastepec, Motozintla, Escuintla, Huixtla, Cacahuatán, Huehuetán, Tapachula y F. Hidalgo, evitando, al mismo tiempo, que se formen grupos de particulares que monopolicen el transporte y la distribución de combustibles en la zona.

### **Objetivo del proyecto**

Construir una nueva TAR con una capacidad total de almacenamiento de 110 mil barriles (MB), permitiendo el abastecimiento de combustibles a su área de influencia, con una vida útil de aproximadamente 20 años.

### **Descripción del proyecto**

Se prevé que la nueva TAR inicie operaciones a finales de 2013, el espacio destinado para la misma corresponde a una superficie de 14.5 ha, disponiendo de un almacenamiento nominal de productos de 110 MB, a fin de cubrir aproximadamente una demanda de 10 días de consumo de combustibles en forma total de la zona. El proyecto consiste en la construcción de:

1. Una TAR, cuya función es el recibo, almacenamiento y distribución de productos finales de la refinación del petróleo como son: gasolina PEMEX-Premium, gasolina PEMEX-Magna y PEMEX-Diesel. Se considero la instalación de 5 tanques de almacenamiento, cobertizo contra incendio, cobertizo para llevaderas, torre de control, edificio para mantenimiento, subestación eléctrica, baños vestidores, diques, vialidades y pavimentos, caseta de vigilancia, franja ecológica, estación de

recibo y almacenamiento, edificio administrativo, recepción, caseta de telecomunicación , caseta de atención a conductores.

2. Dos ductos de 10” de diámetro y 1.9 km de longitud, para transportar los destilados desde Puerto Chiapas a la TAR.
3. Adecuación de las instalaciones portuarias para recibo de productos por Buques Tanque para su envío a la TAR. En este punto es importante señalar que es donde se tendrán las alternativas de tipo tecnológico:

Alternativa 1. Uso de brazos de carga marinos (BCM) para la interconexión.

Alternativa 2. Uso de manguera flexible para la interconexión.

### **Descripción del proceso**

El proceso da inicio en el área norte del muelle de Administración Portuaria Integral (API), donde se integra una trampa de diablos, a dos líneas de 10” de diámetro por 1.9 kilómetros de longitud, la finalidad de este es interconectar el área de recibo del muelle donde se realiza la descarga de gasolina y diesel de los buquetanques de la API con la TAR; uno de los ductos sirve para el transporte de gasolinas Premium y Magna y la otra línea para diesel. Las condiciones de operación del buque tanque será de un flujo de 2,500 barriles por hora (BPH) correspondiente a 60,000 barriles por día (BPD) a una presión de trabajo de 7 kg/cm<sup>2</sup>. Durante las operaciones de descarga, el área del muelle donde atraque el buque, serán circundadas por barreras flotantes para contener cualquier derrame de hidrocarburos.

La Terminal de Almacenamiento y Reparto contará con un área para cinco tanques de almacenamiento atmosféricos verticales distribuidos de la siguiente manera:

- Dos tanques de 30 MB para almacenar gasolina Pemex Magna
- Dos tanques de 20 MB para almacenar Diesel.
- Un tanque de 10 MB para almacenar gasolina Pemex Premium.

La TAR contará con un área para el llenado de autotanques para distribución de productos, donde se dispone de 8 bombas centrífugas horizontales de 500 galones por minuto (GPM ) que operarán de la siguiente manera: 4 bombas para gasolina magna, 2 bombas para diesel, 1 bomba para gasolina Premium y 1 bomba de relevo. Adicionalmente se prevé un área para descarga de autotanques y/o carrotanques, para abastecer la TAR en caso de que no pueda llevarse a cabo a través de buques, estas instalaciones contarán con dos bombas de 500 GPM para el llenado de los tanques.

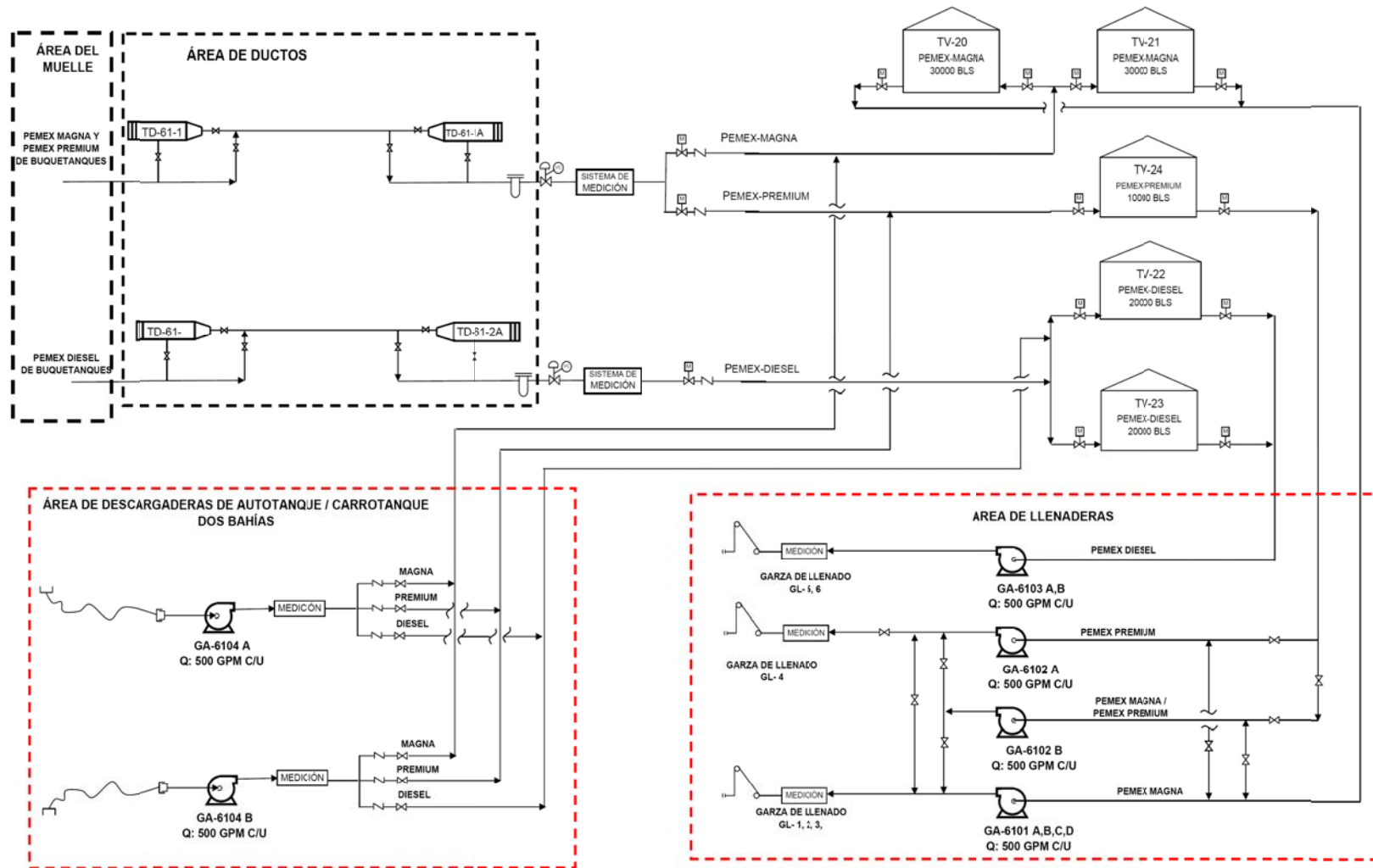


Figura 11. Diagrama de flujo de proceso de la TAR



### **Ubicación del proyecto y Predio de la TAR**

De manera particular, el predio donde se pretende desarrollar el proyecto de la nueva TAR, se localiza al norte del polígono del parque industrial Puerto Chiapas (PIPCH) como se puede observar en la Figura 13 y sus colindancias son las siguientes:

- Al norte: derecho de vía (DDV) de la carretera de dos carriles “Entronque Tapachula-Aeropuerto a Playa Linda”. En estos límites el predio se encuentra cercado con malla ciclónica.
- Al oeste: vía del ferrocarril (FC) Salina Cruz-Tapachula-Puerto Chiapas, (actualmente fuera de operación y en condición de deterioro), así como terrenos del gobierno del estado de Chiapas, un asentamiento humano irregular y ladrillera.
- Al Sur: terrenos de la API y está delimitado por malla ciclónica.
- Al este: derecho de vía (DDV) de la carretera de dos carriles “Entronque Tapachula-Aeropuerto a Playa Linda”. En estos límites el predio se encuentra cercado con malla ciclónica.

Debido a la geometría del área donde se propone realizar el proyecto, se consideran dos colindantes sur, el primero correspondiente a la nueva TAR y el que resulta del polígono que se forma de la franja en la que se instalarán los dos ductos que parten desde el muelle de descarga hasta las instalaciones de la nueva TAR. Es importante señalar que las alternativas del proyecto no modificarán la ubicación del mismo.

### **Delimitación del área de estudio**

Para determinar los límites del área de estudio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- a) Rasgos geomorfoedafológicos presentes en el área del proyecto, los cuales son homogéneos en el polígono definido.
- b) Límites político administrativos, toda vez que el área donde se inscribe el predio corresponde al PIPCH, del recinto portuario, el cual tiene un propósito operativo y administrativo específico.

En este sentido, el área de estudio se definió mediante el polígono conformado por los siguientes límites y colindancias (Figura 14):

- Límites norte: DDV y carretera “Entronque Tapachula - Aeropuerto a Playa Linda”.
- Límite sur: Vialidad de acceso a la API-Puerto Chiapas-Tapachula desde su entronque con la carretera a Playa Linda.
- Límites este: DDV y carretera “Entronque Tapachula - Aeropuerto a Playa Linda”.
- Límite oeste: Vía del FC Tapachula a Puerto Chiapas, actualmente sin uso y en condición de deterioro, así como terrenos del gobierno del estado de Chiapas.

Los criterios empleados para la definición del área de estudio están sustentados en criterios ambientales, normativos y de planeación, los cuales se citan a continuación.

- Criterios ambientales: Dentro de los de carácter ambiental se tiene la uniformidad y continuidad respecto de la geomorfología, suelos y tipos de vegetación que presenta el polígono anteriormente descrito. Por otra parte, y para apoyar la definición del área de estudio se consideró el programa de ordenamiento ecológico territorial (POET) del estado de Chiapas, concluyendo que de acuerdo con la definición de unidad de gestión ambiental (UGA), la UGA 112 que corresponde a un área de aprovechamiento y restauración; es la única que incide en el área de estudio definida y en la que se encuentra el predio del proyecto.

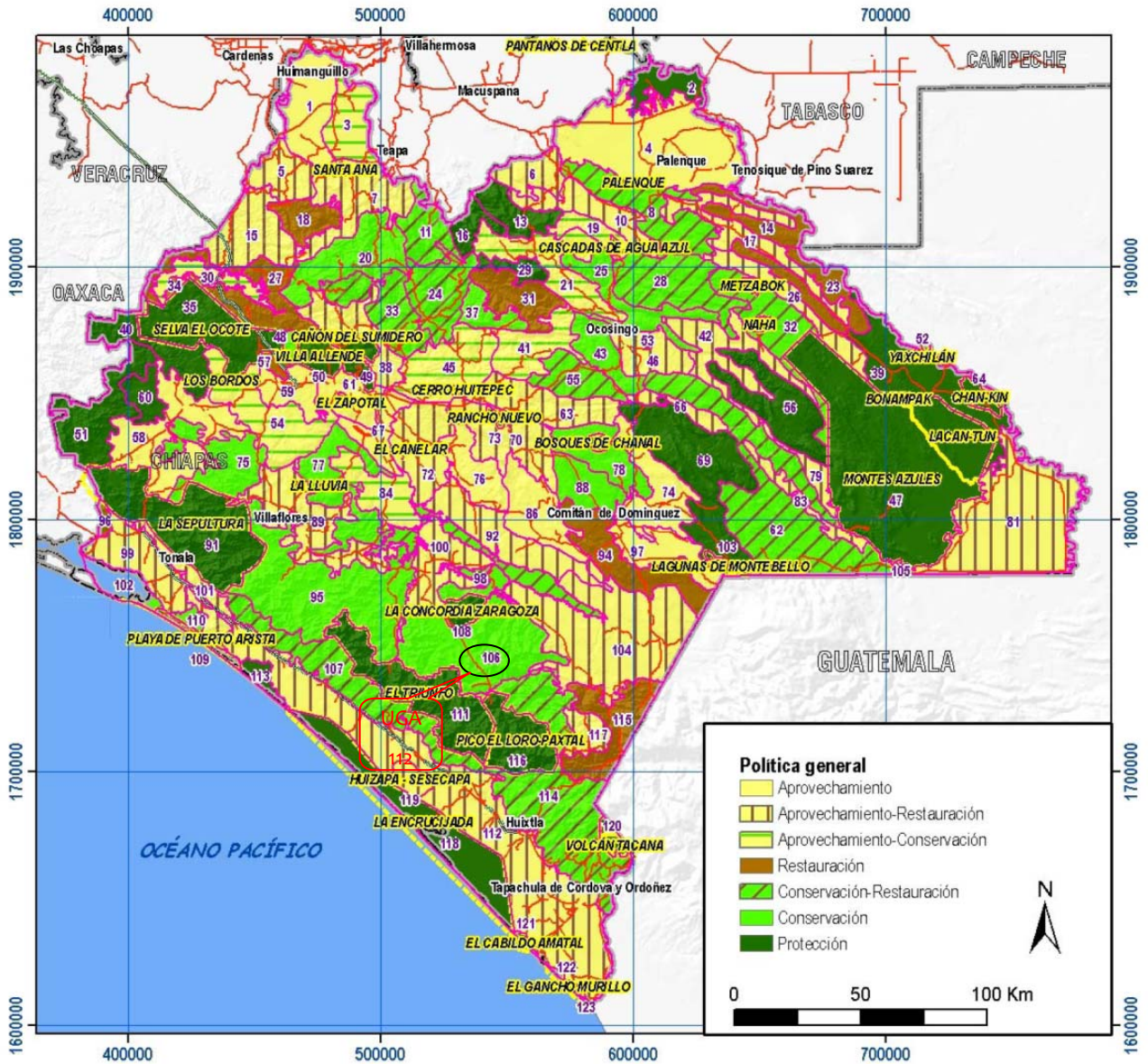


Figura 12. UGA 112, correspondiente al área donde se localiza el predio del proyecto.

- **Carácter normativo y de planeación:** Está determinado por los lineamientos que establece el Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2006-2011 Puerto Chiapas, en este sentido se determina que el área donde se localiza el predio forma parte de la zona del PIPCH, el cual presenta un uso de suelo industrial. Por otra parte, dentro del citado programa se describe lo referente a fluidos y se establece como uno de los aspectos importantes, el proyecto de llevar a cabo el cambio de localización de la abastecedora de combustibles de PEMEX que se encuentra en el centro de la ciudad de Tapachula con el propósito de reducir riesgos para los habitantes y lograr un importante flujo de gasolinas y diesel a través del puerto en el corto plazo, misma que se proyecta establecer en el área de desarrollo del puerto.

Con el propósito de reforzar la integración de información se tomaron en consideración los resultados del POET del Estado de Chiapas, respecto de los criterios y lineamientos que aplican para el predio donde se pretende desarrollar la nueva TAR. A este respecto, y de acuerdo a la determinación de las UGA 123 que resultaron del POET, se designa con el número 112, al área en el que se inscribe el predio del proyecto, la cual tiene una política general de aprovechamiento-restauración, como se muestra en la Figura 12.

Tomado en cuenta los criterios anteriores y considerando que las alternativas del proyecto serán de tipo tecnológico se consideró que no afectara el área de estudio, por lo que en la Figura 14 se muestra el área de estudio definida para la elaboración de la MIA, la cual corresponde a las dos alternativas.

### **Aspectos relevantes del área prevista para la ejecución del proyecto**

Los tipos de vegetación que se localizan en el entorno del proyecto son: al sureste del puerto la vegetación presente es selva mediana subperennifolia original, al norte una zona de plantaciones de mango y al surponiente una pequeña franja de mangle y una comunidad de selva baja caducifolia. La vegetación de mangle presente en la zona, se encuentra a una distancia en línea recta de más allá de 100 m con respecto al límite del proyecto, con lo cual no será afectado ni alterado el ecosistema de manglar por motivo del desarrollo constructivo de la TAR. En el área prevista para la construcción del proyecto se presentan dos asociaciones vegetales de los tipos: selva baja subcaducifolia y acahual-pastizal.

### **Área terminal de almacenamiento y reparto (TAR)**

De las 20 hectareas previstas para esta instalación, 5.5 Ha permanecerán con la vegetación nativa de la región, que incluirá selva baja subcaducifolia principalmente, para la formación de una franja ecológica de amortiguamiento la cual será de 50 m perimetrales al predio. En las 14.5 ha restantes, se llevará a cabo el

desplante. De esta superficie, el 92.8% está ocupada por vegetación secundaria de tipo acahual pastizal y solamente el 7.2% corresponde a vegetación de selva baja subcaducifolia perturbada. En el desplante del proyecto se removerá principalmente vegetación herbácea y arbustiva, así como algunos elementos arbóreos localizados de manera dispersa. Asimismo, el desplante afectará una superficie de 2,000 m<sup>2</sup>, ocupados por vegetación de selva baja subcaducifolia perturbada. Se estima que en el área de la TAR se afectarán un total de 120 árboles y arbustos de alturas no mayores de 5 m y con diámetros de tronco menores a 20 cm.

#### **Área de ductos**

La superficie del polígono de área de ductos es de 34.53 ha, está ocupada por vegetación de selva baja subcaducifolia (68%) y acahual-pastizal (32%). La afectación de la vegetación, de ambas asociaciones, será solamente sobre el área de instalación subterránea de los dos ductos (1.5 km de longitud por 20 m de ancho del derecho de vía). Durante estos trabajos, se estima que se afectará un total de 129 árboles y arbustos. El resto de la vegetación por afectar corresponde principalmente a pastos y herbáceas, mismas que se recuperarán una vez que concluya la etapa de colocación de los ductos y se restablezca el nivel y condiciones del suelo.

#### **Área cercana al muelle**

En el área cercana al muelle, donde se encontrarán la trampa de diablos y la caseta de operación se afectará un manchón de vegetación de selva baja subcaducifolia, la cual ha sido previamente perturbada, ya que se observan especies indicadoras de disturbio. Se eliminarán aproximadamente a 17 ejemplares arbóreos y arbustivos de altura de hasta 6 m y diámetros de 19 cm. La principal afectación será sobre especies indicadoras de disturbio.



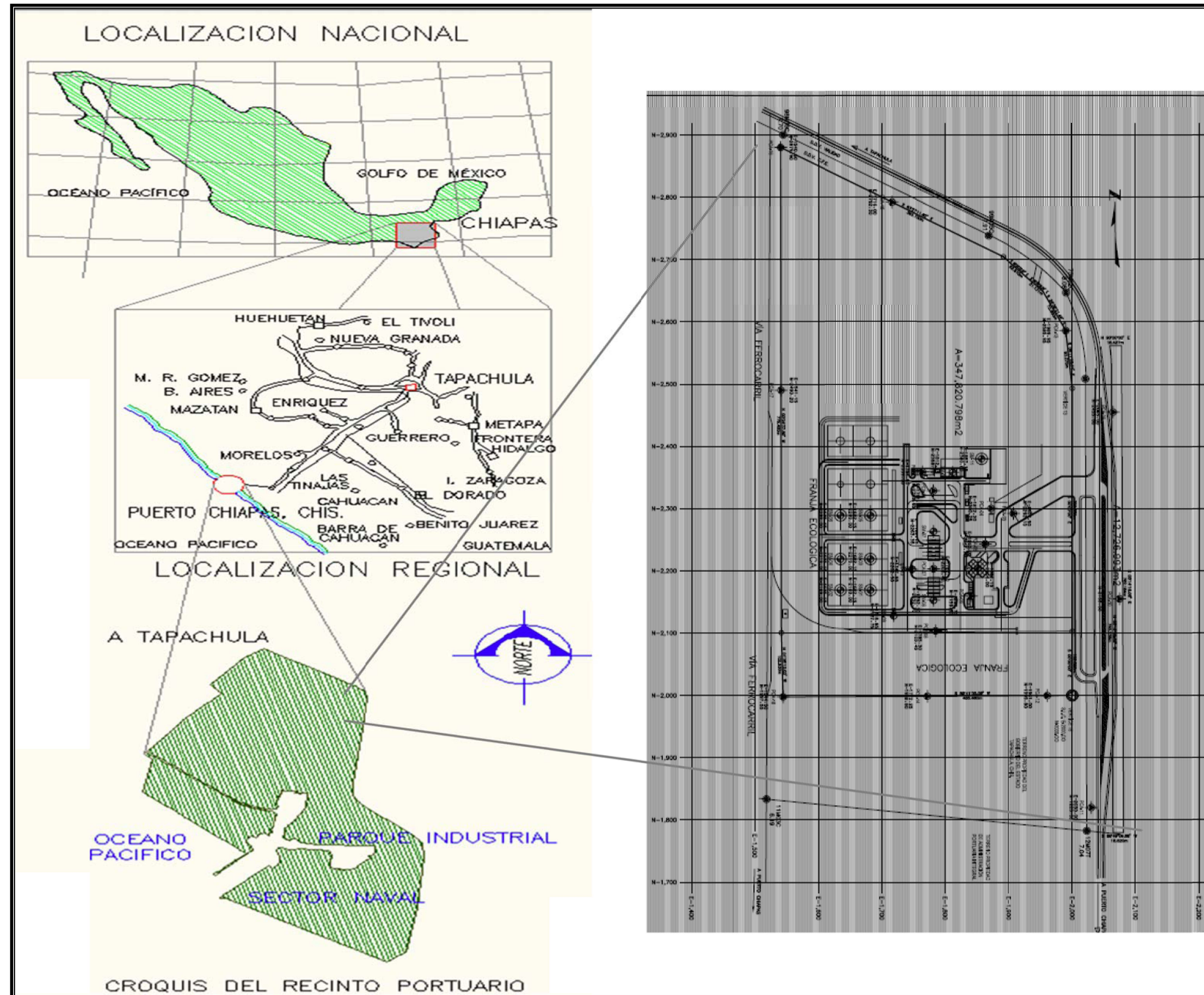


Figura 13. Localización del predio de la TAR.



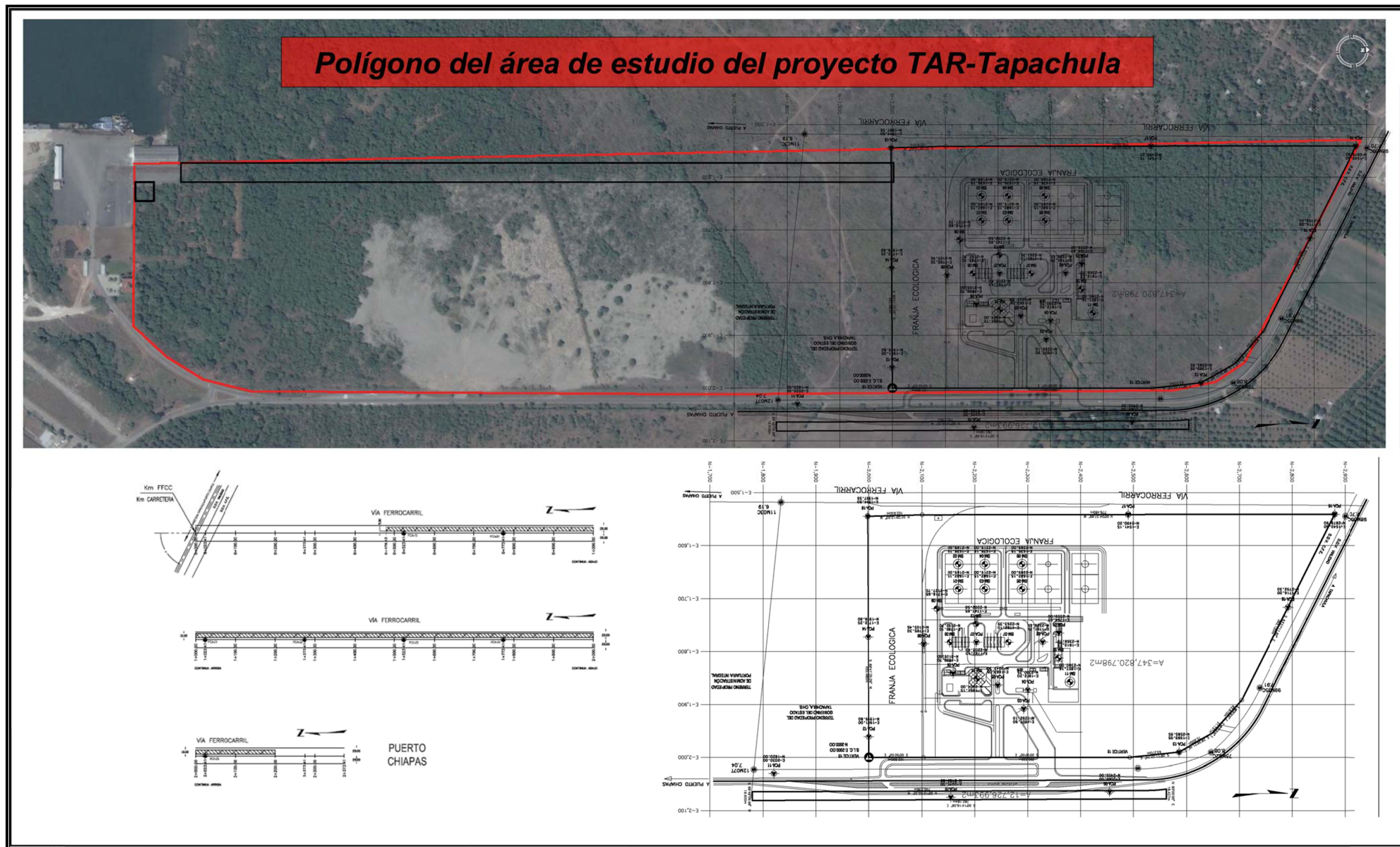


Figura 14. Definición del área de estudio para el desarrollo de la MIA.

**Determinación del árbol de factores ambientales y actividades del proyecto considerados para la evaluación de impacto ambiental.**

Para desarrollar el árbol de factores ambientales que se utilizó en el estudio se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) El ambiente se consideró como un sistema compuesto de tres subsistemas: el medio abiótico, el biótico y el socioeconómico.
- b) Los tres subsistemas constituyen el primer nivel del árbol (primera columna).
- c) El segundo nivel (segunda columna) lo constituyen los factores ambientales.
- d) El tercer nivel (tercera columna) sus variables.

Es importante señalar que el concepto de variable se utilizará para definir al elemento del medio ambiente que se verá afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio. Para el desarrollo de este proyecto, se identificaron 14 variables ambientales pertenecientes a 7 factores susceptibles de verse afectados por las acciones o actividades que involucra la obra. En la Tabla 1 se presenta el listado de factores ambientales que se consideró que pueden verse afectados por cualquiera de las dos alternativas del proyecto y que más adelante servirán para la evaluación de impactos.

**Tabla 1. Árbol de subsistemas, factores y variables ambientales.**

Subsistema	Factor	Variable
<b>Abiótico</b>	Aire	Calidad
		Visibilidad
		Ruido (Intensidad)
	Suelo	Calidad
		Drenaje
	Agua	Calidad
Uso y disponibilidad		
<b>Biótico</b>	Flora	Cobertura
		Diversidad
	Fauna	Distribución
		Diversidad
	Paisaje	Calidad estética
	<b>Socioeconómico</b>	Sociales y económicos
Economía regional		

De igual manera se procedió a definir el árbol de acciones o actividades del proyecto. Se organizó en una estructura de dos columnas, donde la primer columna se incluye la etapa del proyecto, en la segunda columna, las actividades del proyecto de la alternativa 1 y 2. Es importante mencionar que debido a que las alternativas analizadas son de tipo tecnológico, no requieren de actividades adicionales a las que se establecen en la siguientes tablas.

Cabe mencionar que en la preparación del sitio se incluyen las obras correspondientes al tramo de ductos y de la TAR debido a que son las áreas donde se realizarán directamente las obras listadas del proyecto. En cuanto al muelle se localizan en sitios donde ya existe una infraestructura portuaria o en sitios vinculados a las actividades portuarias, por lo que se estima que las modificaciones no serán relevantes.

**Tabla 2. Listado de actividades que involucra el proyecto durante la etapa de preparación del sitio.**

ETAPA	ACTIVIDADES
PREPARACIÓN DEL SITIO (TAR-DUCTOS-MUELLE)	Trazo y nivelación, terracerías, excavaciones y apertura y acondicionamiento de accesos
	Desmante y despalde
	Movimiento de equipos y materiales; funcionamiento de motores, maquinas y equipos de combustión interna
	Generación de residuos sólidos
	Requerimientos de agua
	Desmantelamiento de obras y servicios auxiliares
	Campamentos

**Tabla 3. Listado de actividades que involucra el proyecto durante la etapa de construcción.**

ETAPA	ACTIVIDADES
CONSTRUCCIÓN (TAR-DUCTOS-MUELLE)	Barda perimetral
	Tendido de planchas de concreto
	Construcción de tanques de almacenamiento
	Tendido de drenajes para aguas (pluviales, industriales sanitarias y jabonosas)
	Limpieza de superficies y aplicación de pinturas
	Impermeabilización de tanques en general
	Levantamiento de edificios
	Llenaderas y descargaderas para autotanques
	Servicios y sistemas auxiliares
	Requerimientos de agua



ETAPA	ACTIVIDADES
	Estacionamientos
	Muro de contención de diques
	Limpieza final del área
	Generación de residuos peligrosos y no peligrosos
	Generación de aguas residuales
	Pruebas hidrostáticas
	Tendido de tuberías, bajado y tapado
	Soldadura
	Protección mecánica
	Lanzamiento de tubería lastrada
	Protección catódica
	Trampa de diablos y caseta de control
	Obras especiales
	Limpieza final del area
	Red contra incendio
	Campamentos

**Tabla 4. Listado de actividades que involucra el proyecto durante la etapa de operación y mantenimiento.**

ETAPA	ACTIVIDADES
	ALTERNATIVA 1 (BCM)
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (TAR-DUCTOS- MUELLE)	Corrida de diablos
	Puesta en servicio
	Limpieza y mantenimiento de líneas y tuberías en general
	Limpieza de tanques de almacenamiento
	Mantenimiento de válvulas, trampas de diablos y BCM
	Bombeo y llenado de autotanques
	Mantenimiento de edificios
	Mantenimiento de instalaciones y de servicios auxiliares
	Sistema de tratamiento de aguas residuales tipo paquete
	Mantenimiento de equipos y motores
	Almacén temporal de residuos peligrosos
	Mantenimiento de áreas verdes

En la Tabla 2, **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Tabla 4, se identificaron 47 actividades o acciones que podrían ocasionar impactos en el ambiente para ambas alternativas. También es importante resaltar que para este proyecto no se consideró la etapa de abandono del sitio por las siguientes razones:

- 1) El proyecto involucra un tiempo de vida útil de 20 años con posibilidad de ampliación en función del mantenimiento que se le proporcione a las instalaciones y del cambio de equipos y accesorios.
- 2) PEMEX, conserva en propiedad los predios aun cuando termine el tiempo de vida útil de las instalaciones.

### **Determinación de escenarios de riesgo**

Para identificar los peligros potenciales del proyecto se utilizó la metodología “What-if” (¿Qué pasa si?) de tipo cualitativo. El análisis What If identifica, peligros, situaciones peligrosas y eventos de accidentes con consecuencias no deseadas (CCPS, 1992). La técnica ¿Qué pasa si? Considera las desviaciones desde el diseño, la construcción, modificación y operación de un proceso o de las instalaciones y es aplicable en cualquier etapa o ciclo dentro de un proceso y/o servicio.

La metodología ¿Qué pasa si?, es un proceso creativo, el cual implica una lluvia de ideas, en lo referente a la revisión del proceso y/u operación, mediante la formulación de preguntas respuestas por parte de personal experimentado y con un amplio conocimiento del proceso y/o servicio. A través de las preguntas, el grupo de trabajo genera una tabla de posibles eventos (accidentes) y sus posibles: consecuencias, sistemas de seguridad, y mitigación, pero los accidentes no son evaluados ni jerarquizados. En este sentido se dividieron las instalaciones en cuatro áreas para un mejor análisis y se evaluaron las dos alternativas del proyecto. En la

Tabla 5 se presenta un resumen de los escenarios identificados en el análisis “What-If”, que debido a sus consecuencias y su probabilidad de ocurrencia presentan mayor riesgo para las alternativas del proyecto, en la tabla se puede observar el escenario hipotético considerando las desviaciones a la operación normal y presentado con la pregunta ¿Qué pasa si ...?, en las siguientes columnas se establece la frecuencia (F) y las consecuencias (C) para cada alternativa, tomando como referencia los valores establecidos en las tablas 6 y 7:

**Tabla 5. Resumen de Escenarios Identificados.**

No. de escenario	Escenario ¿ Que pasa si...?	F	C	F	C
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>1. BUQUETANQUES</b>					
1.1	¿Qué pasa si el buquetanque realiza una maniobra errónea durante la descarga de gasolina?	F2	C3	F3	C3
1.2	¿Qué pasa si la conexión de descarga del buquetanque se encuentra mal sujeta al momento de la descarga de gasolina?	F2	C3	F3	C3
1.3	¿Qué pasa si el buquetanque no se encuentra adecuadamente anclado y fijado durante la descarga de gasolina?	F2	C3	F3	C3
<b>2. DUCTO</b>					
2.1	¿Qué pasa si existe corrosión en los ductos?	F3	C3	F3	C3
<b>3. TANQUES</b>					
3.1	¿Qué pasa si ocurre una fuga en bridas, sellos y/o válvulas en un tanque de almacenamiento?	F3	C2	F3	C2
3.2	¿Qué pasa si el tanque de almacenamiento presentase corrosión?	F1	C3	F1	C3
3.3	¿Qué pasa si el sistema de drenaje del tanque estuviera cerrado de forma inadecuada?	F3	C2	F3	C2
3.4	¿Qué pasa si ocurre una tormenta eléctrica y un tanque es alcanzado por un rayo?	F4	C3	F4	C3
3.5	¿Qué pasa si fallan los instrumentos de nivel del tanque?	F1	C1	F1	C1
3.6	¿Qué pasa si ocurre un mal alineamiento de válvulas enviando el producto a un tanque que previamente se encuentre lleno?	F2	C1	F2	C1
<b>4. LLENADO DE CARROS TANQUE (LLENADERAS)</b>					
4.1	¿Qué pasa si ocurre un bombeo sin que estuviese en espera ningún carro tanque?	F2	C1	F2	C1
4.2	¿Qué pasa si durante la descarga de producto hacia los carros no se aterriza adecuadamente un auto-tanque contra una fuente de ignición estática?	F2	C3	F2	C3
4.3	¿Qué pasa si ocurre una fuga de producto en una bomba, válvulas y/o bridas en el sistema de bombeo y descarga?	F2	C1	F2	C1

F: Frecuencia, C: Consecuencia

Durante el desarrollo de la metodología se encontró que los escenarios planteados aplican a las dos alternativas. En las tablas 6 y 7 se presentan las matrices de riesgo correspondientes a cada una de las alternativas planteadas para el proyecto, en estas tablas se presenta el conteo de los escenarios determinados de acuerdo a su jerarquización; es importante resaltar que la jerarquización cambia por el simple hecho de un cambio tecnológico.

**Tabla 6. Matriz de riesgo para la jerarquización de eventos de la Alternativa 1.**

FRECUENCIA O PROBABILIDAD (F)	Alta F4			1	
	Media F3		2	1	
	Baja F2	3		4	
	Remota F1	1		1	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4

**SEVERIDAD Ó CONSECUENCIAS (C)**

**Tabla 7. Matriz de riesgo para la jerarquización de eventos de la Alternativa 2.**

FRECUENCIA O PROBABILIDAD (F)	Alta F4			1	
	Media F3		2	4	
	Baja F2	3		1	
	Remota F1	1		1	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4

**SEVERIDAD Ó CONSECUENCIAS (C)**

De acuerdo con la NRF-018-PEMEX-2007, la matriz anterior se clasifica y jerarquiza de la siguiente forma:

	Tipo A: Riesgo intolerable
	Tipo B: Riesgo indeseable
	Tipo C: Riesgo aceptable con controles
	Tipo D: Riesgo razonablemente aceptable

Como resultado se identificaron 13 escenarios de riesgo distribuidos de la siguiente manera (

Tabla 8):

Tabla 8. Distribución de los escenarios de riesgo de acuerdo con su tipo

Tipo de riesgo	Número de escenarios de riesgo	
	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>A: Riesgo intolerable</b>	1	1
<b>B: Riesgo indeseable</b>	7	7
<b>C: Riesgo aceptable con controles</b>	1	1
<b>D: Riesgo razonablemente aceptable</b>	4	4

Se puede observar que para ambas alternativas se presenta solo un escenario de Tipo A: Riesgo intolerable, que en ambos casos corresponde al escenario 3.4 de la tabla 5, ¿Qué pasa si ocurre una tormenta eléctrica y un tanque es alcanzado por un rayo?, por lo que se consideró como el escenario máximo catastrófico. Para el escenario con mayor probabilidad de ocurrencia se consideró el escenario 3.1 de la tabla 5 ¿Qué pasa si ocurre una fuga en bridas, sellos y/o válvulas en un tanque de almacenamiento?, debido a las condiciones de operación y del entorno en que se llevarán a cabo las actividades de la nueva terminal. En este caso es importante señalar que en la alternativa 1, los escenarios que se pueden presentar en el muelle tienen una frecuencia baja, por lo que no se consideraron para el análisis de consecuencias, sin embargo, en la alternativa 2 esta frecuencia se considera moderada y aunque no se consideró para el análisis de consecuencias, se tomará en cuenta en la evaluación de impactos ambientales.

### **Evaluación de consecuencias**

Para simular los eventos adversos y determinar los radios de afectación (análisis de consecuencias) en la TAR se utilizó el software PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool) versión 6.1. Este software ha sido aceptado en México por la SEMARNAT y Petróleos Mexicanos (PEMEX), en los Estados Unidos de América por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), para la determinación de consecuencias en una evaluación de riesgo.

#### **1. Evento máximo probable**

El escenario máximo probable se seleccionó con base en el análisis What-if y corresponde a derrame e incendio en el dique del tanque de gasolina de 30,000 barriles. Las causas probables de este evento son corrosión/erosión o fallas humanas al dejar abierta una válvula de purga accidentalmente. Esta fuga se simula considerando **una fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) de acuerdo a una falla humana**. El inventario considerado equivale al 50 % de la capacidad del tanque de almacenamiento pero esto dependerá básicamente de los inventarios que se tenga en su momento. Las condiciones de presión y temperatura fueron tomadas de la ingeniería básica. La gasolina se ha simulado como una mezcla de hidrocarburos entre C6 y C7.

## 2. Evento catastrófico

Como evento catastrófico se consideró pertinente analizar un escenario de incendio en un tanque de almacenamiento, con base en el análisis What if, para determinar los efectos potenciales y áreas de afectación.

Concretamente, el escenario elegido **fue incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles**. Para la selección de este tanque en particular, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

1. Dimensiones del tanque: Para considerar el máximo efecto potencial se han escogido primeramente los tanques de mayor capacidad, es decir, los de 30 mil barriles.
2. Modo de operación: Los tanques serán llenados al menos una vez por semana lo cual implica que se tengan grandes inventarios de gasolinas.
3. Distancias entre tanques e instalaciones vecinas: Con la finalidad de analizar el peor caso posible y posibles interacciones de riesgo se eligió entre los tanques de 30 mil barriles, aquel con mayor cantidad de tanques o instalaciones cercanas.

Los incendios que han ocurrido en tanques de gasolina se pueden modelar como incendios en charcos en el techo de los tanques. El tanque es de tipo cilíndrico vertical, de cúpula flotante, de 30,000 barriles de capacidad. Sus dimensiones principales son 22.35 m de diámetro y 12.192 m de altura. Como sistemas de protección contará con dique de contención, sistema de inyección de espuma superficial, sistema de inyección de espuma sub-superficial, alarma por bajo nivel, alarma por alto nivel y anillos de enfriamiento.

El escenario se ha modelado como un incendio en charco de gasolina (simulada como una mezcla de partes iguales en masa de C6 y C7) a 12.192 m de altura, con un diámetro de 22.35 m (diámetro y altura del tanque).

### **Condiciones climáticas utilizadas en la simulación**

En la simulación se ha optado por utilizar las condiciones en las cuales se dificulta la dispersión de contaminantes (velocidad del viento de 1.5 m/s y estabilidad atmosférica F), este clima puede considerarse como representativo de una noche tranquila en la zona. Por otra parte se ha considerado un clima que toma en cuenta la velocidad promedio de los vientos dominantes (redondeado a 3 m/s) y estabilidad D, estas condiciones son las que se tienen en un día típico con vientos moderados. La temperatura ambiental y la humedad relativa consideradas fueron las promedio del lugar (considerando la baja de temperatura que ocurre en la noche).



**Tabla 9. Condiciones climáticas utilizadas en la simulación de eventos**

Descripción	Condiciones de peor dispersión (noche sin viento)
Velocidad del viento (m/s)	1.5
Estabilidad atmosférica	F
Temperatura ambiente (°C)	32
Humedad relativa (%)	90

**Resultados del análisis de consecuencias**

**I. Escenario máximo probable**

Los resultados de las simulaciones se resumen en la Tabla 10.

**Tabla 10. Radios de afectación para el evento máximo probable**

Por radiación: Alberca de fuego tardía (late pool fire)	
Radio de amortiguamiento (1.4 kW/m <sup>2</sup> )	Radio de alto riesgo (5 kW/m <sup>2</sup> )
23.27 m	14.47 m

Los radios de afectación máximos fueron de 14.47 m para la zona de alto riesgo y 23.27 m para la zona de amortiguamiento para una alberca de fuego tardía (late pool fire), cabe mencionar que en caso de que la fuga se prolongue y el derrame de gasolina llegue a estar contenido en todo el dique, las ondas de radiación fueron consideradas a partir del perímetro del dique.

**II. Evento catastrófico**

Los resultados para este evento se resumen en la Tabla 11.

**Tabla 11. Radios de afectación para el evento máximo probable**

Por radiación: Alberca de fuego tardía (late pool fire)	
Radio de amortiguamiento (1.4 kW/m <sup>2</sup> )	Radio de alto riesgo (5 kW/m <sup>2</sup> )
67.71 m	33.15 m

Los radios de afectación máximos fueron de 33.15 m para la zona de alto riesgo y 67.71 m para la zona de amortiguamiento para una alberca de fuego tardía (late pool fire).

### **Sobreposición de los radios de afectación en el área de estudio**

De acuerdo con el procedimiento planteado, una vez que se tienen identificados tanto los radios de afectación como el área de estudio del proyecto se llevó a cabo la sobreposición de los mismos con la finalidad de verificar si el área contenida por los radios de afectación se encuentran dentro del área del proyecto, en este caso se resaltaron las zonas de vegetación en el área de estudio.

Como se puede observar en las figuras 15 y 16 los radios de afectación para los eventos máximos probable y catastrófico se encuentran dentro del área determinada para el estudio del proyecto, a su vez se puede observar que la TAR se ubicará en una zona que está ocupada al 92.8% por vegetación secundaria de tipo acahual pastizal y solamente el 7.2% corresponde a vegetación de selva baja subcaducifolia perturbada y que los radios de afectación quedarán contenidos dentro de los límites de batería de la TAR, por lo que no es necesario ampliar el área de estudio.

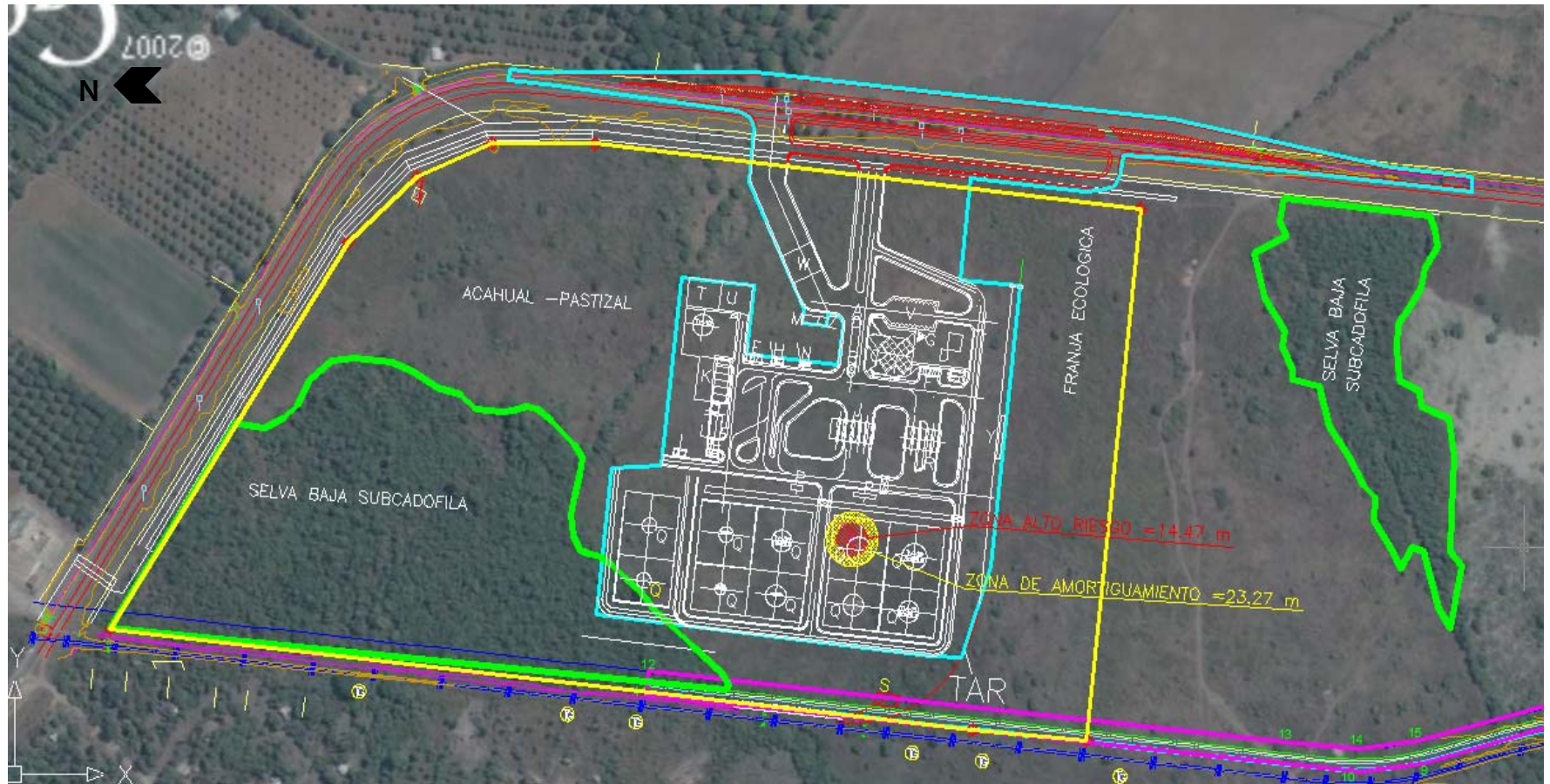


Figura 15. Sobreposición de los radios de afectación del escenario máximo probable en el área de estudio del proyecto, resaltando las zonas con vegetación.



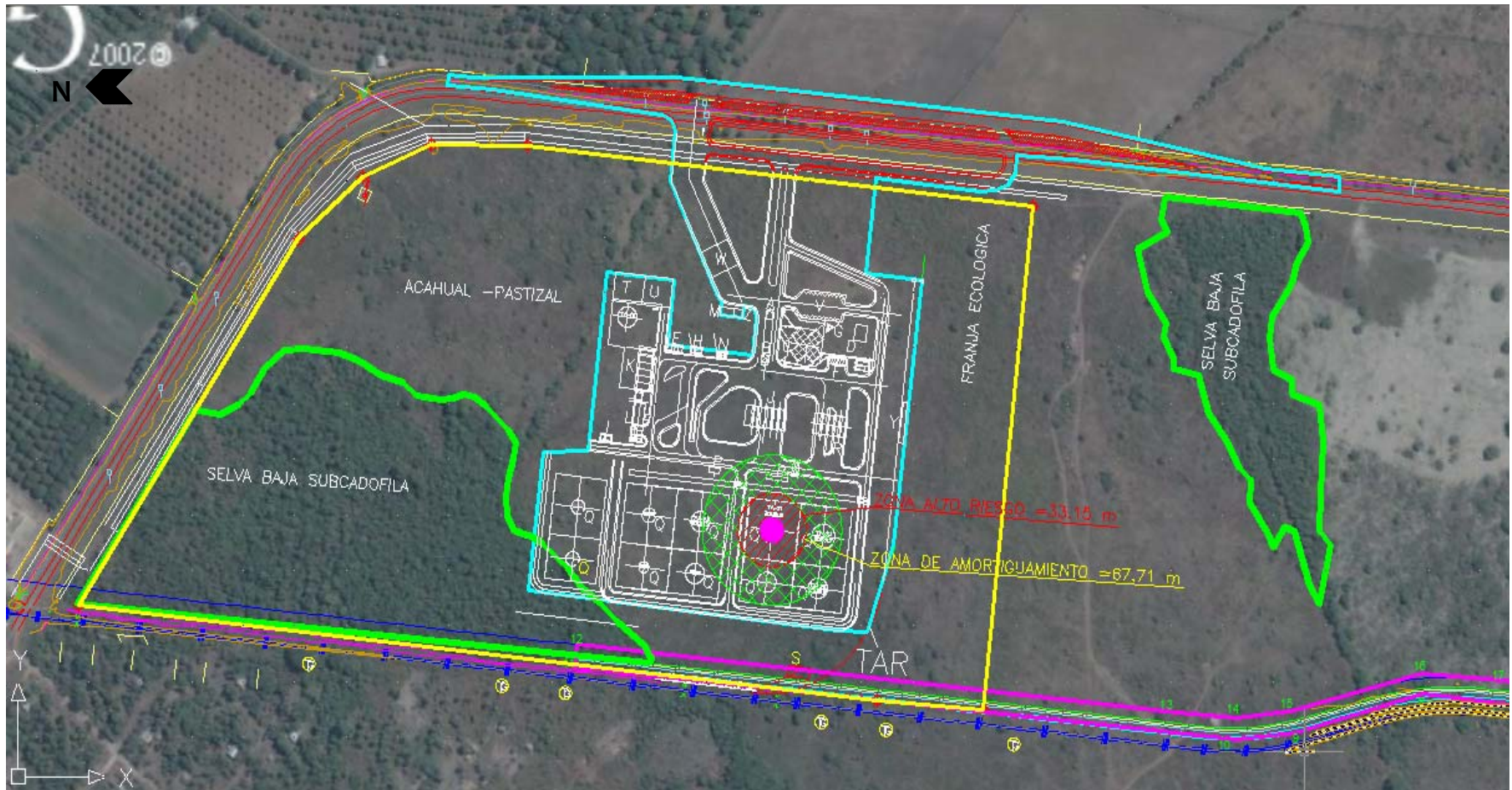


Figura 16. Sobreposición de los radios de afectación del escenario máximo catastrófico en el área de estudio del proyecto, resaltando las zonas con vegetación.

Una vez sobrepuestos los escenarios se definieron los factores ambientales que pueden ser afectadas en caso de que se presente alguno de los escenarios de riesgo, considerando los componentes ambientales que pueden verse afectados en caso de que se presente un accidente (Tabla 12).

**Tabla 12. Árbol de categorías, componentes y factores ambientales que pueden ser afectados en caso de presentarse un escenario de riesgo.**

Categoría	Componente	Factor
<b>Abiótico</b>	Aire	Calidad
		Visibilidad
		Ruido (Intensidad)
	Suelo	Calidad
	Agua	Calidad
Uso y disponibilidad		
<b>Biótico</b>	Flora	Cobertura
		Diversidad
	Fauna	Distribución
		Diversidad
	Paisaje	Calidad estética
<b>Socioeconómico</b>	Sociales y económicos	Economía local
		Economía regional

Una vez definidas los factores que pueden verse modificadas en caso de que exista algún evento (Tabla 12), se verificó que estuvieran consideradas en el árbol de factores ambientales de la Tabla 1, por lo que no fue necesaria la adición de los mismos.

De igual forma para poder ser evaluadas las variables ambientales se requiere definir las actividades que van a modificarlas por lo que se determinó como una etapa el rubro de accidentes, y dentro de las actividades se consideró el evento máximo probable y el evento máximo catastrófico.

En el caso de la alternativa 2 se consideró adicionar a las actividades anteriores el caso de una fuga de hidrocarburos de tipo TIER 1, correspondiente a derrames pequeños localizados en instalaciones fijas (IPIECA 1991), por lo que el escenario considera un derrame pequeño (10 a 20 toneladas) durante la descarga del buquetanque.

**Tabla 13. Actividades dentro de la etapa de accidentes.**

ETAPA	ACTIVIDAD
<b>Accidentes</b>	Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) de acuerdo a una falla humana.
	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles.
	Fuga de hidrocarburos en el área del muelle (alternativa 2).

**Identificación de impactos ambientales**

Una vez definido el árbol de factores ambientales así como las actividades para la etapa de accidentes, se realizó la revisión de los efectos al ambiente que se pueden suscitar en caso de presentarse en la TAR Tapachula. Es importante considerar que la probabilidad de que se presenten accidentes es baja, y depende de las condiciones derivadas del mantenimiento de las líneas y de las condiciones de corrosión de las mismas. Cabe mencionar que en caso de que suceda dicho evento, no se rebasarían los límites de batería de la TAR, por lo que no se afectaría significativamente al ambiente local ni a los asentamientos humanos aledaños.

En la Tabla 14 se presentan la identificación y evaluación cualitativa de impactos que se pueden generar en caso de que se presente un accidente, es importante señalar que se realizó señalando las actividades y los factores ambientales que serán afectados y los cuales serán integrados posteriormente en una matriz tomando como referencia la descripción de la etapa de accidentes.

La matriz causa efecto, empleada para la identificación y evaluación de impactos de manera preliminar, bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. de permanencia y reversibilidad). Una ventaja es que permite definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente. La utilidad de esta técnica es que posibilita la identificación de todas las relaciones potenciales entre los componentes del proyecto y los factores del ambiente, se inicia con la elaboración de un listado específico de factores ambientales y de los agentes de impacto o componentes del proyecto (Modak y Biswas, 1999). Las características de efecto permanente, efecto temporal, efecto reversible y efecto irreversible, incluidos en la Tabla 14 se definen a continuación:

**Efecto permanente:** Aquél que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.

**Efecto temporal:** Aquél que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

**Efecto reversible:** Aquél en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica, y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Efecto irreversible:** Aquél que supone la imposibilidad, o la dificultad extrema, de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.

Como resultado de la Tabla 14 se identificaron 17 impactos negativos de los cuales 9 se consideran temporales y 8 permanentes, de la misma forma 8 se consideran irreversibles y 9 reversibles. A su vez se determinó que tipo de externalidad o pasivo ambiental podría desencadenar los impactos generados por un accidente (Tabla 15).

**Tabla 14. Impactos ambientales generados en la etapa de accidentes para ambas alternativas.**

Etapa	Actividad	Componente ambiental	Impacto	Signo (negativo o positivo)	Permanencia temporal o permanente)	Reversibilidad (reversible o irreversible)
<b>Accidente</b>	Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) debido a una falla humana	Aire	Contaminación por emisiones de gases de combustión	Negativo	Temporal	Reversible
		Suelo	Contaminación del suelo por derrame de producto	Negativo	Permanente	Irreversible
		Agua	Aumento en la demanda de agua y contaminación del agua utilizada	Negativo	Temporal	Reversible
		Flora	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica
		Fauna	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica
		Paisaje	Afectación al paisaje	Negativo	Temporal	Reversible
		Socioeconómico	Pérdida de vidas humanas	Negativo	Permanente	Irreversible
	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles	Aire	Contaminación por emisiones de gases de combustión	Negativo	Temporal	Reversible
		Suelo	Contaminación del suelo por derrame de producto	Negativo	Permanente	Irreversible
		Agua	Aumento en la demanda de agua y contaminación del agua utilizada	Negativo	Temporal	Reversible



**Tabla 14. Impactos ambientales generados en la etapa de accidentes para ambas alternativas. (continuación)**

Etapa	Actividad	Componente ambiental	Impacto	Signo (negativo o positivo)	Permanencia temporal o permanente)	Reversibilidad (reversible o irreversible)
<b>Accidente</b>	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles (continuación)	Flora	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica
		Fauna	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica
		Paisaje	Pérdida de la Imagen del lugar	Negativo	Temporal	Reversible
		Socioeconómico	Pérdida de vidas humanas	Negativo	Permanente	Irreversible
	Fuga de hidrocarburos en el área del muelle (alternativa 2).	Aire	Contaminación por emisiones de gases de combustión	Negativo	Temporal	Reversible
		Suelo	Contaminación del suelo por derrame de producto	Negativo	Permanente	Irreversible
		Agua	Aumento en la demanda de agua y contaminación del agua utilizada	Negativo	Temporal	Reversible
		Flora	Pérdida de especies	Negativo	Permanente	Irreversible
		Fauna	Pérdida de especies	Negativo	Permanente	Irreversible
		Paisaje	Afectación al paisaje	Negativo	Temporal	Reversible
Socioeconómico	Pérdida de vidas humanas	Negativo	Permanente	Irreversible		

Tabla 15. Externalidades o pasivos ambientales que se pueden presentar en caso de que se presente un accidente.

Etapa	Actividad	Dónde puede ocurrir el evento	Componente ambiental	Impacto	Signo	Permanencia	Reversibilidad	Externalidad positiva	Externalidad negativa	Activo ambiental	Pasivo ambiental	Observaciones	
					(Negativo o positivo)	Temporal o permanente)	(Reversible o irreversible)						
Accidente	Fuga e Incendio a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (3/4 in) debido a una falla humana.	Conexión entre bridas, falla en tuberías.	Aire	Contaminación por emisiones de gases de combustión	Negativo	Temporal	Irreversible	NO	Morbilidad	NO		Debido a no se puede atender inmediatamente	
			Suelo	Contaminación del suelo por derrame de producto	Negativo	Permanente	Irreversible	NO	Contaminación de mantos freáticos	NO	Remediación de suelos		
			Agua	Aumento en la demanda de agua	Negativo	Temporal	Irreversible	NO	Reducción de agua para uso de la comunidad	NO	NO		
				Contaminación del agua utilizada (agua contra incendio)	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Morbilidad		Intoxicación de la población por uso de agua		
			Flora	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica porque los radios de afectación no salen de los límites de batería de la Terminal
			Fauna	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No se encontró información relacionada con rutas migratorias y tampoco se observaron especies durante el recorrido.
			Paisaje	Afectación del paisaje	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Efecto visual negativo debido al daño en equipos	NO	SI		Mas que paisaje se considera como elemento visual para las personas que lleguen al muelle turístico
			Socioeconómico	Pérdida de vidas humanas	Negativo	Permanente	Irreversible	NO	Muerte por asfixia	NO	Muerte por asfixia		Desde el punto de vista laboral y de acuerdo al marco legal

Tabla 15. Externalidades o pasivos ambientales que se pueden presentar en caso de que se presente un evento de riesgo (Continuación).

Etapa	Actividad	Dónde puede ocurrir el evento	Componente ambiental	Impacto	Signo	Permanencia	Reversibilidad	Externalidad positiva	Externalidad negativa	Activo ambiental	Pasivo ambiental	Observaciones	
					(Negativo o positivo)	Temporal o permanente)	(Reversible o irreversible)						
Accidente	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles	Techo del tanque	Aire	Contaminación por emisiones de gases de combustión	Negativo	Temporal	Irreversible	NO	Morbilidad	NO	NO	No se considera un pasivo ya que no se cuenta con la información suficiente para ser cuantificable	
			Suelo	Contaminación del suelo por derrame de producto	Negativo	Permanente	Irreversible	NO	Contaminación de mantos freáticos	NO	SI		
			Agua	Aumento en la demanda de agua y contaminación del agua utilizada	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Reducción de agua para uso de la comunidad	NO	SI		
			Flora	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica porque los radios de afectación no salen de los límites de batería de la Terminal
			Fauna	Pérdida de especies	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No se encontró información relacionada con rutas migratorias y tampoco se observaron especies durante el recorrido.
			Paisaje	Afectación al paisaje	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Efecto visual negativo por daño de las instalaciones	NO	SI	Más que paisaje se considera como elemento visual para las personas que lleguen al muelle turístico	
			Socioeconómico	Pérdida de vidas humanas	Negativo	Permanente	Irreversible	NO	Muerte por asfixia	NO	Muerte por asfixia	Desde el punto de vista laboral, de acuerdo al marco legal	
			Aire	Contaminación por vapores de combustión	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Morbilidad	NO	NO	No se considera relevante ya que la cantidad que se evapora no llega al punto de inflamabilidad	
	Fuga de hidrocarburos en el área del muelle (alternativa 2)	Área de descarga de buque tanques	Aire	Contaminación por vapores de combustión	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Morbilidad	NO	NO	No se considera relevante ya que la cantidad que se evapora no llega al punto de inflamabilidad	
			Suelo	Contaminación del suelo por derrame de producto	Negativo	Permanente	Irreversible	NO	NO	NO	SI		
			Agua	Aumento en la demanda de agua y contaminación del agua utilizada	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Contaminación del agua	NO	SI	Sí habría derrame pero no alcanzaría el agua por las medidas de mitigación	
			Flora	Pérdida de especies	Negativo	Temporal	Irreversible	NO	Pérdida de especies endémicas (manglar)	NO	SI	N/A	
			Fauna	Pérdida de especies	Negativo	Temporal	Irreversible	NO	Pérdida de especies endémicas (manglar)	NO	SI	N/A	
			Paisaje	Afectación al paisaje	Negativo	Temporal	Reversible	NO	Afectación del ecosistema (mangle)	NO	SI	N/A	
Socioeconómico	Pérdida de vidas humanas	Negativo	Permanente	Irreversible	NO	Pérdida de actividades asociadas a la zona de manglar	NO	SI	N/A				

---

---

## **Evaluación cuantitativa de impactos ambientales**

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido dichos criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación tratan de valorar conjuntamente el impacto global de la obra. Para la evaluación de los impactos ambientales que el proyecto de la TAR causará al ambiente, se tomó como base la matriz de Leopold (1971), en dicha matriz se encuentran relacionados los factores e impactos generados en cada una de las etapas de desarrollo, de esta manera se logra identificar las relaciones causa y efecto de todas las obras y actividades del proyecto. La evaluación se efectuó asignando criterios de significancia en función de la adversidad o beneficio que el proyecto representa para el ambiente en sus diferentes subsistemas (abiótico, biótico y socioeconómico).

### **Criterios de clasificación**

Los parámetros o criterios en que se basó la evaluación de los impactos son los siguientes:

#### **A) Naturaleza del impacto**

Aquellos cuyo efecto se traduce en una pérdida o ganancia de valor natural, estético, cultural, paisajístico ó de productividad ecológica, se le asignan valores negativos si son adversos (-) y es positivo si su efecto es benéfico (+) al ambiente.

#### **B) Magnitud del impacto**

Indica la dimensión físico-espacial que puede resultar afectada por el desarrollo de las actividades, para lo cual se consideraron tres niveles:

Puntual (P): Cuando el impacto ocurre solamente en el sitio donde se realiza la actividad.

Local (L): Menor a un kilómetro alrededor de la obra que produce el impacto;

Regional (R): Cuando es más de un kilómetro.

#### **C) Duración del impacto**

Se refiere a la permanencia (tiempo) que tiene el impacto dentro del sitio del proyecto, por lo que se clasifica en:

Temporal (T): Queda en el ambiente por un tiempo aún después de concluir la acción.

Permanente (PE): Permanece en el ambiente después de concluir la acción del proyecto

#### **D) Reversibilidad**

Bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.

Reversibles (R): Es cuando las condiciones que existían antes de efectuar la actividad que causó el impacto se restablecen una vez que dicha actividad se suspende.

Irreversibles (IRR): Es cuando las condiciones que existían antes de efectuar la actividad que causó el impacto no se restablecen una vez que dicha actividad se suspende.

**E) Importancia**

Se refiere a lo trascendental de las alteraciones al ambiente, para lo cual se tomaron en consideración cuatro valores:

- No significativo (1).
- Poco significativo (2).
- Significativo (3).
- Altamente significativo (4).

**Valoración de impactos**

Siguiendo la metodología para la realización de la matriz, se consideran en conjunto los parámetros empleados para la valoración de impactos en la determinación de la afectación al ambiente. En la Tabla 16 se presenta la simbología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales, misma que permite elaborar el análisis descriptivo por etapas de las interacciones entre proyecto y ambiente.

**Tabla 16. Simbología utilizada para la elaboración de la matriz de Leopold.**

SIMBOLOGÍA	
<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	
Positivo	+
Adverso	-
<b>MAGNITUD DEL IMPACTO</b>	
Puntual	P
Local	L
Regional	R
<b>DURACIÓN DEL IMPACTO</b>	
Temporal	T
Permanente	PE
<b>REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO</b>	
Reversible	R
Irreversible	IRR
<b>IMPORTANCIA DEL IMPACTO</b>	
No significativo	1
Poco significativo	2
Significativo	3
Altamente significativo	4

Tabla 17. Matriz de Leopold para la etapa de accidentes.

FACTORES AMBIENTALES		AIRE					SUELO				AGUA				FLORA				FAUNA				PAISAJE			SOCIALES Y ECONOMICOS				TOTAL NEGATIVO	TOTAL POSITIVO
ATRIBUTOS AFECTADOS		CALIDAD	VISIBILIDAD	RUIDO (INTENSIDAD)	PARCIAL NEGATIVO	PARCIAL POSITIVO	PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y ESTRUCTURA	PATRONES DE DRENAJE Y ESCURRIMIENTO	PARCIAL NEGATIVO	PARCIAL POSITIVO	CALIDAD	USO Y DISPONIBILIDAD	PARCIAL NEGATIVO	PARCIAL POSITIVO	COBERTURA	DIVERSIDAD	PARCIAL NEGATIVO	PARCIAL POSITIVO	ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD	DISTRIBUCIÓN	PARCIAL NEGATIVO	PARCIAL POSITIVO	CUALIDADES ESTÉTICAS	PARCIAL NEGATIVO	PARCIAL POSITIVO	ECONOMÍA LOCAL	ECONOMÍA REGIONAL	PARCIAL NEGATIVO	PARCIAL POSITIVO	TOTAL NEGATIVO	TOTAL POSITIVO
ETAPA DE RIESGO AMBIENTAL	Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) de acuerdo a una falla humana	-2 PTR	-1 PTR	-1 PTR	-4	0	-1 PPEIRR	-1 PPEIRR	-2	0	-2 PTR	-2 PTR	-4	0			0	0			0	0	-1 PTR	-1	0	-1 PTR		-1	0	-12	0
	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles	-3 PTR	-1 PTR	-2 PTR	-6	0	-1 PPEIRR	-1 PPEIRR	-2	0	-2 PTR	-3 PTR	-5	0			0	0			0	0	-1 PTR	-1	0	-2 PTR		-2	0	-16	0
	Fuga de hidrocarburos en el área de muelle (alternativa 2)	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR	-3	0	-2 PPEIRR	-2 PPEIRR	-4	0	-3 PTR	-2 PTR	-5	0	-3 PTIRR	-3 PTIRR	-6	0	-3 PTIRR	-3 PTIRR	-6	0	-4 PTR	-4	0	-1 PTR		-1	0	-29	0
<b>Total Negativo</b>		-6	-3	-4	-13	0	-4	-4	-8	0	-7	-7	-14	0	-3	-3	-6	0	-3	-3	-6	0	-6	-6	0	-4	0	-4	0	-57	0
<b>Total Positivo</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOMENCLATURA	
P	PUNTUAL
L	LOCAL
PE	PERMANENTE
T	TEMPORAL
R	REVERSIBLE
IRR	IRREVERSIBLE

## Medidas de mitigación y de seguridad

Una vez identificados los impactos ambientales generados en la etapa de riesgo ambiental del proyecto de la TAR, se plantean las medidas de prevención, mitigación y de seguridad que tienen por objetivo minimizar cada uno de los impactos generados en la etapa que se determinó como accidentes. Además estas medidas también tienen como propósito asegurar el cumplimiento de los ordenamientos jurídicos vigentes aplicables y de observancia obligatoria, tales como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y normas oficiales mexicanas. Las medidas preventivas que ahora se plantean tienen el objetivo de evitar los impactos y sus efectos sobre los factores del medio ambiente. Reiterando que la identificación de las medidas de mitigación o correctivas, se sustentan en la premisa de que siempre es mejor prevenir y no generar impactos ambientales adversos, y en el caso de que éstos ocurran, contar con una estrategia que permita corregir las afectaciones negativas ocasionadas.

La identificación de las medidas de mitigación o correctivas se proponen para reducir, corregir o revertir los efectos no deseados de un impacto ambiental sobre el componente ambiental en consideración. Las medidas de mitigación implican costos que pueden evitarse si no se producen los impactos, por lo que se tiene que considerar la posibilidad técnica y económica de su implantación efectiva en el corto y mediano plazos a una situación igual o compatible con la que existe actualmente. Para definir las medidas propuestas, se han correlacionado a cada uno de los impactos adversos identificados en cada posibilidad de accidente, de tal manera que las medidas propuestas sean objetivas y viables para que sean implementadas y se logren resultados favorables.

En lo que respecta a las medidas de seguridad estas se plantean, al igual que las preventivas, desde el diseño del proyecto con la finalidad de que sean implantadas a lo largo de cada una de las etapas, su función principal es la de proteger los equipos y sistemas de la planta para mantener la seguridad de la TAR. Es importante agregar que la integridad de cada capa de protección depende de que se encuentren funcionando una serie de políticas, procedimientos y programas técnico-administrativos interrelacionados, es decir un sistema de gestión, que asegure finalmente que cada una de las barreras que evitan incidentes mayores esté en su lugar, se encuentre operativa y sea efectiva. En las siguientes tablas se presenta la información correspondiente a las medidas descritas anteriormente para cada uno de los eventos que puedan presentarse.

En las tablas siguientes se presentan los resultados obtenidos de las medidas de seguridad, prevención y mitigación establecidas, adicionalmente a cada uno de los escenarios se adiciona un apartado donde se expresa la probabilidad de ocurrencia con que puede presentarse el accidente, esta información proviene del desarrollo de la estimación cuantitativa de riesgo.

**Tabla 18. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo probable.**

<b>Nombre del Escenario:</b>	Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) debido a una falla humana	
<b>Sustancia analizada:</b>	Gasolina Magna	
<b>Fase:</b>	Líquida	
<b>Evento:</b>	Derrame e Incendio	
<b>Probabilidad de que se presente el escenario:</b>	<b>Frecuencia de que se presente el escenario:</b>	
0.0000189	POCO PROBABLE, NO SE HA PRESENTADO EN 5 AÑOS	
<b>Probables efectos ambientales</b>		
<b>Infiltración de la gasolina en el suelo y subsuelo</b>		
<p>El principal efecto derivado del derrame, es la contaminación del suelo y del subsuelo. Si existiera la contaminación sería necesaria la restauración del sitio afectado, hasta alcanzar los valores establecidos en el marco normativo, o bien de las condiciones específicas de saneamiento para el tipo de suelo en la zona, cuyos criterios estarían determinados por la PROFEPA.</p>		
<b>Afectación al manto freático</b>		
<p>La entrada de sustancias a las aguas subterráneas representa en este tipo de eventos una de las mayores afectaciones, debido principalmente a la gran movilidad de la nafta en medios líquidos, la migración de los contaminantes es superior en esta fase produciendo como consecuencia una mayor área de afectación. Otro aspecto derivado de este tipo de eventos, es el hecho de que es muy difícil garantizar un saneamiento adecuado y verificable.</p>		
<b>Impacto en la calidad del aire</b>		
<p>La calidad del aire se verá afectada, en caso de que existan las condiciones para presentarse un incendio, en este caso se tendrán emisiones de gases de combustión principalmente debido a la combustión del hidrocarburo.</p>		



**Tabla 18. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo probable.**

(Continuación)

<b>Nombre del Escenario:</b>	Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) debido a una falla humana
<p><b>Afectación por ruido, olor y visibilidad</b></p> <p>Se verán afectados en caso de que se presente un evento ya que se generarán olores característicos del combustible y por los gases de combustión, de igual forma la visibilidad puede verse afectada durante la combustión del hidrocarburo, en el caso de ruido, se generarán afectaciones debido a las alarmas audibles en caso de que se detecte un incendio.</p> <p><b>Impacto en la calidad del Agua, uso y disponibilidad</b></p> <p>Solo en caso de incendio, el uso y disponibilidad aumentarán ya que se utilizará agua para combatirlo y se tendrá una cantidad mayor de contaminantes debido al arrastre de hidrocarburos.</p> <p><b>Impacto de la calidad estética</b></p> <p>Se verá afectada mientras dure el incendio y se realicen los trabajos de restauración, se considera puntual ya que en caso de que se presente los radios de afectación y amortiguamiento quedan contenidos dentro de los límites de batería de la TAR.</p> <p><b>Pérdidas en la economía local</b></p> <p>Se tendrán pérdidas a nivel local por la reducción en el suministro de combustibles.</p> <p><b>Medidas de prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal utilizará como mínimo el equipo de seguridad personal que se enlista a continuación:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ropa 100% de algodón.</li> <li>• Casco con barbiquejo.</li> <li>• Calzado industrial.</li> <li>• Lentes de seguridad.</li> <li>• Protección auditiva.</li> </ul> </li> <li>• La TAR cuenta con drenajes aceitosos para la recuperación de hidrocarburos en caso de derrame.</li> <li>• El área de tanques de almacenamiento contará con diques de contención de derrames.</li> <li>• Se debe verificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento a los sistemas de seguridad.</li> <li>• El área de tanques contará con sistemas de detección de fuego y sistema contra incendio para combatir emergencias.</li> </ul>	

**Tabla 18. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo probable.**

(Continuación)

<b>Nombre del Escenario:</b>	Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) debido a una falla humana
<b>Medidas de prevención</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se contará con procedimientos para la actuación del personal en casos de emergencia, los cuales serán informados debidamente al personal, como parte de la inducción que le será impartida al personal que se contrate. Se contará con una brigada de personal específicamente capacitado para coordinar las acciones en caso de emergencia.</li> <li>• Se implementará el sistema de administración de la seguridad, salud y protección ambiental de acuerdo con la normativa de PEMEX, donde se señalan las siguientes medidas preventivas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración preventiva de líneas</li> <li>• Calibración preventiva de equipos</li> <li>• Revisión y calibración de niplerías</li> <li>• Calibración de válvulas de alivio</li> <li>• Prueba de hermeticidad en válvulas check</li> <li>• Revisión de tornillería</li> <li>• Inspección de ductos</li> <li>• Inspección de dispositivos de seguridad de equipos</li> <li>• Revisión de tuberías</li> <li>• Inspección preventiva de riesgos</li> <li>• Revisión, prueba y limpieza de drenajes</li> <li>• Inspección preventiva a subestaciones y registros eléctricos</li> <li>• Simulacros operacionales</li> <li>• Revisión de equipos de protección personal fijos</li> <li>• Pláticas de seguridad</li> <li>• Actividades de seguridad industrial y contraincendio.</li> <li>• campaña de seguridad</li> <li>• Revisión y mantenimiento de equipo de protección contraincendio</li> <li>• Prueba de operación de vehículos de contraincendio</li> <li>• Pláticas / prácticas contraincendio</li> <li>• Simulacros contraincendio</li> <li>• Revisión y mantenimiento de equipo fijo de contraincendio</li> <li>• Control de emisiones de contaminantes</li> <li>• Auditorías</li> </ul> </li> </ul>	

**Tabla 18. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo probable.**

(Continuación)

<b>Nombre del Escenario:</b>	Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) debido a una falla humana
<p><b>Medidas de mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento de las recomendaciones en el ERA.</li> <li>• Implantación del programa de prevención de accidentes y respuesta a emergencias actualizado.</li> <li>• Implementación de programas de restauración y tratamiento de sitios contaminados de acuerdo a la normatividad vigente.</li> </ul> <p><b>Medidas de Seguridad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LA TAR contará con el equipo adecuado para la prevención de explosiones como son:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores sellados a prueba de explosión.</li> <li>• Instalación eléctrica con tubería conduit.</li> <li>• Sistema de tierras físicas.</li> </ul> </li> <li>• La TAR contará con un sistema de drenaje aceitoso para coleccionar los posibles derrames, los cuales se recuperarán en la trampa separadora.</li> <li>• Se construirán diques de contención alrededor de los tanques con la capacidad suficiente para la contención del volumen total del tanque; en el interior de estos diques, el piso será impermeable y de concreto con el objeto de confinar los derrames de producto y evitar infiltraciones al manto freático.</li> <li>• Para conservar la hermeticidad de los diques de contención, se llevará a cabo el emboquillado alrededor de las tuberías que cruzan a través de los muros de contención.</li> <li>• Los tanques de almacenamiento contarán con alarmas por alto nivel y además se tendrá en funcionamiento un sistema de telemedición que monitorea el nivel del producto en el tanque.</li> <li>• En el área de llenado de producto por autotanque existirá un sistema de control automático del cierre de la válvula de suministro de producto, sin embargo, en caso de un derrame, este se confinará a las trincheras y se conducirá a la fosa separadora por medio del drenaje aceitoso.</li> <li>• Se contará con alarmas sectoriales, las cuales serán distribuidas estratégicamente dentro de la TAR.</li> <li>• Se instalará un sistema de detección de fuego por medio de sensores de calor.</li> <li>• Se contará con un sistema contra incendio para la protección de las instalaciones de conformidad con la norma (NRF-010-PEMEX-2004).</li> </ul>	

**Tabla 19. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo catastrófico.**

<b>Nombre del Escenario:</b>	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles	
<b>Sustancia analizada:</b>	Gasolina Magna	
<b>Fase:</b>	Líquida	
<b>Evento:</b>	Incendio	
<b>Probabilidad de que se presente el escenario:</b>	<b>Frecuencia de que se presente el escenario:</b>	
7.202 E-9	LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA ES MUY BAJA	
<b>Probables efectos ambientales</b>		
<b>Impacto en la calidad del aire</b>		
<p>La calidad del aire se verá afectada ya que en caso de que se presente un incendio solo se controlará, por lo que es necesario que se consuma el combustible existente en el tanque para poder mitigar el incendio; la cantidad de gases de combustión que se generó dependerá de la cantidad de combustible en el tanque.</p>		
<b>Afectación por ruido, olor y visibilidad</b>		
<p>Se verán afectados en caso de que se presente un evento ya que se generarán olores característicos de la combustión de gasolina, de igual forma la visibilidad puede verse afectada mientras el incendio no sea controlado, en el caso de ruido, se generarán afectaciones debido a las alarmas audibles en caso de que se detecte un incendio.</p>		
<b>Impacto en la calidad del Agua, uso y disponibilidad.</b>		
<p>El uso y disponibilidad de agua aumentarán si se llega a presentar este evento, ya que el agua será utilizada para enfriar el tanque y evitar una explosión, de igual forma se deben mantener fríos los tanques aledaños al afectado para evitar algún otro incendio, en este caso su calidad puede disminuir debido al arrastre de hidrocarburos.</p>		
<b>Impacto en la calidad estética.</b>		
<p>Se verá afectada mientras dure el incendio y se realicen los trabajos de restauración, se considera puntual ya que en caso de que se presente un incendio, los radios de afectación y amortiguamiento quedan contenidos dentro de los límites de batería de la TAR.</p>		
<b>Pérdidas en la economía local.</b>		
<p>Se tendrán Pérdidas a nivel local, en caso de que haya pérdida de vidas humanas, de igual forma por la reducción en el suministro de combustibles.</p>		

**Tabla 19. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo catastrófico.**  
(continuación)

<b>Nombre del Escenario:</b>	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles
<b>Medidas de prevención</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal utilizará como mínimo el equipo de seguridad personal que se enlista a continuación:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ropa 100% de algodón.</li> <li>• Casco con barbiquejo.</li> <li>• Calzado industrial.</li> <li>• Lentes de seguridad.</li> <li>• Protección auditiva.</li> </ul> </li> <li>• La TAR cuenta con drenajes aceitosos para la recuperación de hidrocarburos en caso de derrame.</li> <li>• El área de Tanques de almacenamiento contará con diques de contención de derrames.</li> <li>• El área de tanques contará con sistemas de detección de fuego y sistema contra incendio para combatir emergencias.</li> <li>• Se contará con procedimientos para la actuación del personal en casos de emergencia, los cuales serán informados debidamente al personal, como parte de la inducción que le será impartida al personal que se contrate. Se contará con una brigada de personal específicamente capacitado para coordinar las acciones en caso de emergencia.</li> <li>• Se debe verificar el cumplimiento con los programas de mantenimiento a los sistemas de seguridad.</li> <li>• Se implementará el sistema de administración de la seguridad, salud y protección ambiental de acuerdo con la normativa de PEMEX, donde se señalan las siguientes medidas preventivas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración preventiva de líneas</li> <li>• Calibración preventiva de equipos</li> <li>• Revisión y calibración de niplerías</li> <li>• Calibración de válvulas de alivio</li> <li>• Prueba de hermeticidad en válvulas check</li> <li>• Revisión de tornillería</li> <li>• Inspección de ductos</li> <li>• Inspección de dispositivos de seguridad de equipos</li> <li>• Revisión de tuberías</li> <li>• Inspección preventiva de riesgos</li> <li>• Revisión, prueba y limpieza de drenajes</li> <li>• Inspección preventiva a subestaciones y registros eléctricos</li> <li>• Simulacros operacionales</li> </ul> </li> </ul>	

**Tabla 19. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo catastrófico.**  
(continuación)

Nombre del Escenario:	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de equipos de protección personal fijos</li> <li>• Pláticas de seguridad</li> <li>• Actividades de seguridad industrial y contraincendio.</li> <li>• Campaña de seguridad</li> <li>• Revisión y mantenimiento de equipo de protección contraincendio</li> <li>• Prueba de operación de vehículos de contraincendio</li> <li>• Pláticas / prácticas contraincendio</li> <li>• Simulacros contraincendio</li> <li>• Revisión y mantenimiento de equipo fijo de contraincendio</li> <li>• Control de emisiones de contaminantes</li> <li>• Auditorías</li> </ul>	
<p><b>Medidas de mitigación</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento de las recomendaciones en el ERA.</li> <li>• Implantación del programa de prevención de accidentes y respuesta a emergencias actualizado.</li> <li>• Implementación de programas de restauración y tratamiento de sitios contaminados de acuerdo a la normatividad vigente.</li> <li>• Indemnización a los trabajadores en caso de lesiones.</li> <li>• Reacondicionamiento del área de tanques de la TAR.</li> </ul>	
<p><b>Medidas de Seguridad</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LA TAR contará con el equipo adecuado para la prevención de explosiones como son:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores sellados a prueba de explosión.</li> <li>• Instalación eléctrica con tubería conduit.</li> <li>• Sistema de tierras físicas.</li> </ul> </li> <li>• La TAR contará con un sistema de drenaje aceitoso para coleccionar los posibles derrames, los cuales se recuperarán en la trampa separadora.</li> <li>• Se construirán diques de contención alrededor de los tanques con la capacidad suficiente para la contención del volumen total del tanque; en el interior de estos diques, el piso será impermeable y de concreto con el objeto de confinar los derrames de producto y evitar infiltraciones al manto freático.</li> <li>• Para conservar la hermeticidad de los diques de contención, se llevará a cabo el emboquillado alrededor de las tuberías que cruzan a través de los muros de contención.</li> </ul>	

**Tabla 19. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas para el evento máximo catastrófico.**  
(continuación)

Nombre del Escenario:	Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los tanques de almacenamiento contarán con alarmas por alto nivel y además se tendrá en funcionamiento un sistema de telemedición que monitorea el nivel del producto en el tanque.</li> <li>• En el área de llenado de producto por autotanque existirá un sistema de control automático del cierre de la válvula de suministro de producto, sin embargo, en caso de un derrame, este se confinará a las trincheras y se conducirá a la fosa separadora por medio del drenaje aceitoso.</li> <li>• Se contará con alarmas sectoriales, las cuales serán distribuidas estratégicamente dentro de la TAR.</li> <li>• Se instalará un Sistema de Detección de Fuego por medio de Sensores de Calor.</li> <li>• Se contará con un sistema contra incendio para la protección de las instalaciones de conformidad con la norma (NRF-010-PEMEX-2004).</li> <li>• Se instalarán detectores de mezclas explosivas localizados estratégicamente en llenaderas, y descargaderas de auto tanques y carros tanque, área de recibo y medición, áreas de bombas de producto a pie de diques y área de tanques.</li> <li>• Se instalaran detectores de flama del tipo sensores UV/IR, en llenaderas, descargaderas y área de bombas.</li> <li>• Se instalarán alarmas sectoriales con color verde, ámbar y rojo, a su vez identificándolos con alarmas de sonido sectoriales.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se integrará un sistema de aspersion agua-espuma en área de llenaderas y descargaderas de auto tanques y carros tanque, área de recibo y medición, área de bombas a pie de dique.</li> </ul> </li> </ul>	

**Tabla 20. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas en caso de una fuga de hidrocarburos en el área del muelle.**

<b>Nombre del Escenario:</b>	Fuga de hidrocarburos en el área del muelle (alternativa 2).
<b>Sustancia analizada:</b>	Gasolina Magna
<b>Fase:</b>	Líquida
<b>Evento:</b>	Incendio y/o Derrame
<b>Probables efectos ambientales</b>	
<p><b>Afectación de aguas costeras</b></p> <p>Es el principal elemento que puede verse afectado en caso de un derrame, ya que en caso de que no se realicen las maniobras adecuadas puede existir un derrame accidental en el área del muelle, lo que generaría una reducción en la calidad del agua afectando la flora y fauna del lugar.</p>	
<p><b>Afectación del área de mangle</b></p> <p>Aunque se están tomando todas las previsiones para no afectar el área de mangle, y se está cumpliendo con la normatividad que especifica que no se deben realizar actividades a menos de 100 m de este, no se puede garantizar que no exista una afectación a este en caso de un evento.</p>	
<p><b>Pérdida de fauna</b></p> <p>Aunque en este momento ya se encuentra impactada debido a que el muelle tiene uso turístico, y aun cuando no se tienen especies en la zona listadas en la NOM- 059, la fauna existente en el lugar puede verse afectada en caso de una fuga de combustible.</p>	
<b>Medidas de prevención</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que los buque-tanques cuenten con sistemas automáticos de paro de emergencia para las bombas de descarga del mismo</li> <li>• Durante las operaciones de descarga se recomienda contar con material absorbente adecuado para la recuperación del combustible derramado y contar con medios adecuados para la disposición final de dichos residuos.</li> <li>• Capacitar adecuadamente a los operadores sobre los procedimientos de descarga del buque tanque así como de los procedimientos de seguridad y emergencia.</li> </ul>	



**Tabla 20. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas en caso de una fuga de hidrocarburos en el área del muelle. (Continuación)**

Nombre del Escenario:	Fuga de hidrocarburos en el área del muelle (alternativa 2).
<b>Medidas de prevención</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante la operación de descarga de combustibles de los Buques Tanque hacia la Terminal, el personal en tierra y de a bordo (embarcaciones) deberán sujetarse estrictamente a la lista de verificación de seguridad buque/tierra (ship/shore safety check list) procedimiento 500-54100-PGO-040 ACTIVIDAD 8.7, con el objeto de evitar afectaciones al ambiente durante el proceso de descarga y la posible ocurrencia de eventos no deseados dentro de las instalaciones que pongan en riesgo la viabilidad de las operaciones.</li> <li>• El personal utilizará como mínimo el equipo de seguridad personal que se enlista a continuación:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ropa 100% de algodón.</li> <li>• Casco con barbiquejo.</li> <li>• Calzado industrial.</li> <li>• Lentes de seguridad.</li> <li>• Protección auditiva.</li> </ul> </li> <li>• En el área de muelle también se cuenta con un registro para la recuperación de hidrocarburos en caso de derrame.</li> <li>• Se debe verificar el cumplimiento con los programas de mantenimiento a los sistemas de seguridad.</li> <li>• Se implementará el sistema de administración de la Seguridad, Salud y Protección Ambiental de acuerdo con la normativa de PEMEX, donde se señalan las siguientes Medidas Preventivas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración Preventiva de Líneas</li> <li>• Calibración Preventiva de Equipos</li> <li>• Revisión y Calibración de Niplerías</li> <li>• Calibración de Válvulas de Alivio</li> <li>• Prueba de hermeticidad en válvulas check</li> <li>• Revisión de tornillería</li> <li>• Inspección de ductos</li> <li>• Inspección de dispositivos de seguridad de equipos</li> <li>• Revisión de tuberías</li> <li>• Inspección preventiva de riesgos</li> <li>• Revisión, prueba y limpieza de drenajes</li> <li>• Inspección preventiva a subestaciones y registros eléctricos</li> <li>• Simulacros operacionales</li> </ul> </li> </ul>	

**Tabla 20. Medidas preventivas, de mitigación y seguridad propuestas en caso de una fuga de hidrocarburos en el área del muelle. (Continuación)**

Nombre del Escenario:	Fuga de hidrocarburos en el área del muelle (alternativa 2).
<p><b>Medidas de prevención</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de equipos de protección personal fijos</li> <li>• Pláticas de seguridad</li> <li>• Actividades de seguridad industrial y contraincendio.</li> <li>• Campaña de seguridad</li> <li>• Revisión y mantenimiento de equipo de protección contraincendio</li> <li>• Prueba de operación de vehículos de contraincendio</li> <li>• Pláticas / prácticas contraincendio</li> <li>• Simulacros contraincendio</li> <li>• Revisión y mantenimiento de equipo fijo de contraincendio</li> <li>• Control de emisiones de contaminantes</li> <li>• Auditorías</li> </ul>	
<p><b>Medidas de mitigación</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de que se presente un derrame de combustible hacia el mar deberá ser confinado mediante la barrera utilizada con este fin.</li> <li>• Seguimiento de las recomendaciones en el ERA.</li> <li>• Implantación del programa de prevención de accidentes y respuesta a emergencias actualizado.</li> <li>• Implementación de programas de restauración y tratamiento de sitios contaminados de acuerdo a la normatividad vigente.</li> <li>• Indemnización a los trabajadores en caso de lesiones.</li> <li>• Reacondicionamiento del área del muelle</li> </ul>	
<p><b>Medidas de Seguridad</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El área del muelle contará con un sistema de monitoreo y control que ayude en la detección de fugas, permitiendo la activación inmediata de los sistemas de seguridad y salvaguarda.</li> <li>• En el área del muelle se tendrá un registro para la contención de derrames pequeños de hidrocarburos para su posterior recuperación.</li> <li>• Una vez que haya atracado el buque tanque se colocaran las barreras de contención flotantes para contención de derrames.</li> <li>• Se contará con detectores de mezclas explosivas en el área.</li> <li>• Se contará con un sistema contraincendio a base de agua.</li> <li>• Se contará con un sistema de monitoreo y control automático de válvulas en el área del muelle.</li> </ul>	

## 7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en la revisión de los resolutive los MIA presentadas a SEMARNAT, se pudo verificar que se toma en cuenta los escenarios resultantes del ERA, en la toma de decisiones por parte de la autoridad, lo que sirvió para resaltar la importancia de contar con un procedimiento estandarizado que permita aprovechar la información obtenida en el ERA para determinar impactos significativos en el proyecto evaluado y que sirva como un elemento más para la evaluación de alternativas.

Se llevó a cabo el desarrollo del procedimiento y se aplicó al caso de estudio, de tal forma que se obtuvieron los siguientes resultados:

De la sobreposición de los radios de afectación sobre el área de estudio del proyecto, se confirmó que se encuentran contenidos dentro de los límites de la TAR, por lo que no se contempla una afectación mayor a las que se generen en la etapa de preparación del sitio, particularmente en las áreas de selva baja subcadofila.

A partir de la identificación de riesgos a través de la metodología ¿Que pasa si? (What if?) se determinaron 3 escenarios de riesgo correspondientes a:

1. Fuga a través de un agujero con tamaño 19.7 mm (0.75 in) de acuerdo a una falla humana.
2. Incendio en la superficie del techo del tanque de gasolina de 30,000 barriles.
3. Fuga de hidrocarburos en el área del muelle (alternativa 2).

Estos escenarios se adicionaron como una etapa más del proyecto, para proceder con la identificación y evaluación de impactos ambientales.

La evaluación de los impactos se llevó a cabo de manera cualitativa con una matriz causa efecto y de manera cuantitativa a través de la matriz de Leopold. A su vez se determinó si a partir de estos impactos se puede generar una externalidad o pasivo ambiental. Resultado de esto se determinó que:

- a) En caso de que se presente el evento más probable que corresponde a un incendio por fuga de material a través de un orificio de 19 mm de diámetro, los factores ambientales con mayor afectación serán la calidad del aire, así como la calidad, uso y disposición de agua, en lo que respecta a suelo, no se considera un impacto significativo ya que se cuentan con medidas de seguridad como es la contención por diques en el área de almacenamiento para evitar que el derrame contamine el suelo, mientras que la flora y fauna no se consideraron porque su impacto fue evaluado desde la preparación del sitio. En cuanto a paisaje ya que se considera que será contenido dentro de los límites de batería de la planta, no afectará de manera relevante la imagen

del lugar. Finalmente en el aspecto el impacto socioeconómico no se considera significativo, ya que en cuestión de pérdidas humanas se consideran nulas, ya que se consideró el uso de medidas preventivas como equipo de protección personal y seguimiento de los procedimientos de emergencia.

- b) En el supuesto de que se presentará el evento máximo catastrófico que corresponde al incendio en el techo, los factores ambientales con mayor afectación serán la calidad del aire debido a la combustión de gasolina, así como la calidad, uso y disposición de agua para mitigar el incendio, en lo que respecta a suelo, al igual que en el caso anterior, no se considera un impacto significativo ya que se cuentan con medidas de seguridad como es la contención por diques en el área de almacenamiento para evitar que el derrame contamine el suelo, flora y fauna no se consideraron porque su impacto fue evaluado desde la preparación del sitio. En cuanto a paisaje ya que se considera que será contenido dentro de los límites de batería de la planta, no afectará de manera relevante la imagen del lugar. Finalmente en el aspecto el impacto socioeconómico se considera poco significativo, ya que en cuestión de pérdidas humanas se consideran nulas, ya que se consideró el uso de medidas preventivas como equipo de protección personal y seguimiento de los procedimientos de emergencia, sin embargo se puede suspender temporalmente el suministro de combustibles mientras se controla la emergencia.

En lo que respecta al área del muelle, en caso que se presente una fuga, el área constituida por mangle pudiera verse afectada, si no se cuentan con los sistemas de protección adecuados, como barreras flotantes que contengan un derrame. De igual forma la fauna de la zona pudiera verse afectada, aunque en este momento muchas de las especies han emigrado, debido a que el muelle es utilizado actualmente para la recepción de turistas. Es importante señalar que esto sólo aplicaría en caso de que se optará por la alternativa 2, correspondiente a las mangueras para la descarga de combustible.

Con base en los impactos identificados se propusieron las medidas preventivas, de seguridad y mitigación aplicables al proyecto con la finalidad de reducir los riesgos al ambiente, entre los que destacan:

- Equipo de protección personal.
- Sistema automatizado de detección de fuegos y atmósfera explosiva.
- Sistema de alarmas.
- Sistema contra incendio.
- Sistemas de contención de derrames.

## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que el procedimiento desarrollado como parte del trabajo de tesis de grado que se propone en este documento, al tratarse de actividades altamente riesgosas, resulta útil y adecuado para vincular la Manifestación de Impacto Ambiental con el Estudio de Riesgo, ya que al no existir una clara interrelación entre la MIA y su respectivo ERA para este tipo de casos (los estudios presentados ante la SEMARNAT así lo evidenciaron) no se genera información adecuada sobre los impactos ambientales susceptibles de ser ocasionados, en caso de que se presente un accidente en las instalaciones, por lo que el evaluador y el promovente cuentan con información independiente e insuficiente, que no permite considerar otro tipo de impactos que puedan presentarse durante la etapa de operación. Por tal motivo, una vez aplicado el procedimiento aquí propuesto, se pudo establecer que la información adicional que podrá proporcionar es la siguiente:

- Evaluar los impactos significativos generados en torno a los escenarios de riesgo ambiental derivados del análisis de riesgos.
- Determinar con mayor precisión los factores ambientales que pueden ser afectados, en caso de que se presente alguno de los escenarios de riesgo ambiental, evaluados en el ERA.
- Determina las externalidades o pasivos ambientales, de mayor importancia, que pueden derivarse de un evento que se presente por uno de los escenarios de riesgo y de esta manera evaluar su inclusión dentro de la propuesta económica del proyecto.
- Evaluar si los programas de respuesta a emergencias consideran los factores ambientales que fueron evaluados y que pueden verse afectados en caso de un accidente.
- Determinar las fatalidades, daños a las instalaciones y medio ambiente que generarán costos adicionales por la cobertura de seguros, compensaciones, atención médica y costos por morbilidad, multas, sanciones e incluso cierre de las instalaciones, asociados a un evento de riesgo.
- Justificar mejoras a la ingeniería, medidas de prevención y de seguridad adicionales para la reducción de riesgos, considerando los costos determinados en el punto anterior.

Asimismo, al proveer de esta información en la etapa de diseño del proyecto, permitirá al promovente del mismo:

- Evaluar el costo de los pasivos ambientales que pudieran generarse en caso de un accidente.
- Evaluar la factibilidad de establecer medidas para la reducción del riesgo.
- Considerar mejoras al diseño, en base al nivel de riesgo establecido.
- Tener un parámetro base para seguimiento durante la operación.

Por otro lado, la autoridad competente contará con información para poder determinar:

- Si las medidas propuestas en la MIA y el ERA, son adecuadas.
- Si requiere o no condicionar con otro tipo de medidas que permitan garantizar una reducción del riesgo establecido.
- Contar con parámetros base para el seguimiento de condicionantes ambientales.

Como parte de las recomendaciones, se propone que se desarrolle el procedimiento propuesto para los siguientes casos:

- Para cada una de las alternativas de ubicación del proyecto.
- Para cada una de las opciones tecnológicas y/o arreglos de planta propuestos.
- Durante las diferentes etapas de ingeniería y construcción.
- En caso de modificaciones al proyecto.
- En caso de cambio de opciones tecnológicas.

El objetivo de estas recomendaciones, es generar información que permita evaluar los daños que pudieran afectar al Sistema Ambiental Regional y los costos asociados a la pérdida de vidas humanas y de acciones de remediación del medio ambiente; lo que ayuda a justificar y determinar las acciones preventivas y de mejoras a la ingeniería del proyecto, necesarias para determinar la viabilidad del mismo.

Finalmente, la información resultante derivada de la aplicación del procedimiento propuesto, se puede considerar como una herramienta adicional para la toma de decisiones, tanto para el promovente, como para la autoridad competente, ya que permite ampliar el panorama del proyecto, incorporando no solo las medidas de prevención y mitigación, sino también aquellas de seguridad que permitirán reducir la probabilidad de ocurrencia de un accidente y con ello prevenir daños al ambiente.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

1. Canadian Environmental Assessment Agency. (2013). Consultado en agosto de 2013. Link: <http://www.ceaa.gc.ca/default.asp?lang=En&n=B053F859-1#20>.
2. EPA. (2013). United States Environmental Protection Agency. Consultado en agosto 2013. Link: <http://www.epa.gov/>
3. Google Eart. (2013). Imagenes satelitales del municipio de Tapachula, Chiapas.
4. Instituto Nacional de Ecología. (2013). México. Consultada en línea en julio 2013. Link <http://www.ine.gob.mx>
5. INEGI. (2013). Cuadernillo Estadístico Municipal de Tapachula, Chiapas.
6. LGEEPA. (2013). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México. Consultada en línea en marzo junio 2013. Link [www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/doc/148.doc](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/doc/148.doc)
7. National Library of Medicine. (2013). Hazardous Substances Data Bank (HSDB). Toxnet.
8. PEMEX. (2013). Diccionario de Términos de Pemex Refinación.
9. PEMEX. (2013). Consultado en agosto de 2013. Link: <http://www.pemex.com/index.cfm>.
10. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.(2013). Link [www.semarnat.gob.mx/](http://www.semarnat.gob.mx/)
11. SEMARNAT (2013). Apéndices de la Guía para elaborar el Informe Preventivo y las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Particular y Regional de Proyectos Petroleros. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
12. Federal Emergency Management Agency (2012).Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures.
13. Conesa, V. (2009). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Grupo Mundi Prensa. Madrid.
14. International Maritime Organization, (2009). Consultado en mayo 2009. Link: <http://www.imo.org>.
15. Morris, P. Therivel, R. (2009). Methods of Environmental Impact Assessment. 3ª Edición. Routledge. USA.
16. Protección Civil del estado de Chiapas (2009). Atlas de Peligros Naturales del Municipio de Tapachula, Chiapas.
17. The International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPECA). (2009). Consultado en enero de 2009. Link: <http://www.ipieca.org/index.php>.
18. SEMARNAT. (2009). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, Proyecto: Ramal de CPG Poza Rica, Veracruz, a la Estación de Bombeo N° 2 en Venustiano Carranza, Puebla.

19. Betancourt S. L. (2008). *Estudio a realizar para obtener la autorización en materia ambiental para la construcción de la TAR en Tapachula, Chis.* Subsecretaría de gestión para la protección ambiental. Dirección general de impacto y riesgo ambiental.
20. Gaceta oficial del Estado de Chiapas. (2008). Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Chiapas.
21. Gobierno del Estado de Chiapas. (2008). Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas. Memoria Técnica. <http://www.bitacora.semavi.chiapas.gob.mx>
22. Gobierno del Estado de Chiapas. (2008). Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012.
23. Municipio de Tapachula, Chiapas. (2008). Plan Municipal de Desarrollo Tapachula 2008-2010.
24. PEMEX-GIT. (2008). Bases de usuario de Telecomunicaciones para el Proyecto de Reubicación y Construcción de la nueva T.A.R. (Terminal de Almacenamiento y Reparto) Tapachula, Chiapas. Petróleos Mexicanos. Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones. Servicios estratégicos de apoyo al cliente.
25. PEMEX-GOMP. (2008). Bases de usuario para el proyecto de transferencia de productos petrolíferos interfase BT-TAR-Tapachula, Chiapas. Petróleos Mexicanos. Gerencia de Operación Marítima y Portuaria. Superintendencia General de Operación Portuaria.
26. PEMEX-GTD. (2008). Bases de usuario Poliducto de 10" D.N. de muelle a T.A.R. Tapachula. Subdirección de distribución. Gerencia de transporte por ducto. Subgerencia de Ingeniería.
27. SEMARNAT. (2008). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional del GLP ducto de occidente.
28. SEMARNAT. (2008). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional del nuevo aeropuerto Ing. Juan Guillermo Villasana.
29. SEMARNAT. (2008). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, proyecto Manzanillo.
30. SEMARNAT. (2008). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, proyecto Tarahumara.
31. SEMARNAT. (2008). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, proyecto CHAKAN.
32. SEMARNAT. (2008). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, Terminal Marítima para Recepción y Almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo en Ensenada, Baja California.
33. SEMARNAT. (2008). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, proyecto de modernización y ampliación del Camino Tlacoachistlahuaca – Metlatonoc.
34. UNAM. (2008). Estudio de Riesgo Ambiental Para la Terminal de Almacenamiento y Reparto Tapachula.
35. LGEEPA. (2007). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México. Consultada en línea en marzo 2007. Link [www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/doc/148.doc](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/doc/148.doc)
36. Gómez Orea D., Gómez Villarino M. (2007). Consultoría e ingeniería Ambiental 2a. Ed. Mundi Prensa.



37. PEMEX-API. (2007). Delimitación del recinto portuario de Puerto Chiapas. Administración Portuaria Integral de Puerto Madero, S.A. de C.V. Plano N° RPPCHIS-2007-01.
38. SEMARNAT. (2007). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, Proyecto Regional Cuenca de Sabinas Piedras Negras 2007 – 2027.
39. SEMARNAT. (2007). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, Proyecto VALLADOLID.
40. SEMARNAT. (2007). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, Proyecto Regional Tempoal 2007 – 2020.
41. SEMARNAT. (2007). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, PROYECTO REGIONAL DE SAN JOSÉ DE LAS RUSIAS 2008 – 2020.
42. Gómez Orea, D. (2006). Evaluación de impacto ambiental. 6a edición. Editorial Mundi Prensa.
43. Luna-Martínez, J. (2006). Propuesta Metodológica para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA's) basadas en los enfoques de proceso de ISO 9001:2000. UNAM.
44. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo para el desarrollo de actividades petroleras del proyecto delta Grijalva.
45. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, perforación y construcción de infraestructura de pozos exploratorios estratégicos ubicados en zona de amortiguamiento pantanos de Centla.
46. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, construcción de líneas de bombeo neumático del campo Comoapa activo integral Muspac.
47. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, proyecto Región Marina Noreste fase II.
48. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, ampliación de la terminal de recibo almacenamiento y regasificación de gas natural licuado de Energía Costa Azul.
49. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, construcción de la infraestructura para el transporte de hidrocarburos del campo Tepetitan.
50. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, GLP ducto de occidente.
51. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, Terminal GNL de Sonora.
52. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, Gasoductos de Sonora.
53. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, interconexiones y acometidas al área de mezclado y distribución el Misterio I.

54. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Guadalupe Puerto Ceiba.
55. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cuenca Macuspana.
56. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus.
57. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Ogarrio-Sanchez Magallanes, 2006.
58. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, construcción de líneas de descarga y de inyección de gas de pozos en desarrollo del Activo Integral Cinco Presidentes.
59. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, Proyecto: PEÑASQUITO.
60. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, construcción de infraestructura para el transporte de hidrocarburos en el Campo Rasha.
61. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, perforación y construcción de infraestructura de pozos exploratorios estratégicos ubicados en zona de amortiguamiento Pantanos de Centla.
62. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, Terminal de Gas Natural Licuado Manzanillo (TGNLM).
63. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, Proyecto Hoksah.
64. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Delta Grijalva.
65. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, perforación de pozos y construcción de infraestructura para el desarrollo del Campo Laguna Alegre.
66. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Macuspana.
67. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Guadalupe-Puerto Ceiba.
68. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Ogarrio – Magallanes.
69. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus.

70. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, perforación de pozos y construcción de infraestructura para el desarrollo de los Campos Tizon, Crater Y Kilba Marinos.
71. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, para la ampliación de la terminal de recibo, almacenamiento y regasificación de gas natural licuado de Energía Costa Azul.
72. SEMARNAT. (2006). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional tipo B que incluye riesgo, Proyecto LAKACH.
73. Glasson, J. Therivel, R. Chadwi, A. (2005). Introduction to Environmental Impact Assessment. 3ª Edición. Routledge. USA.
74. Rojas León, F. (2005). Informe Preventivo de Impacto Ambiental del CENTIA. Tesis Maestría. Gerencia de Proyectos de Construcción. Departamento de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla.
75. Instituto Nacional de Ecología (2003). Introducción a los Análisis de Riesgos Ambientales. México.
76. Yost, N. NEPA deskbook. (2003). Environmental Law Institute, CRC Press LLC.
77. Carroll, B. Turpin, T. (2002). Environmental impact assessment handbook: a practical guide for planners. Thomas Telford Books. USA.
78. Gómez Orea, D. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental, un Instrumento Preventivo Para la Gestión Ambiental, Editorial Tirant Lo Blanch.
79. SEMARNAT. (2002). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México, 2000.
80. SEMARNAT. (2002). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Ambiental. Nivel 1, informe Preventivo de Riesgo. México.
81. SEMARNAT. (2002). Guía para la Presentación del Estudio de Impacto Ambiental Regional para la industria petrolera.
82. Eccleston, C. (2001). Effective environmental assessments: how to manage and prepare NEPA EAs. CRC Press LLC.
83. Instituto Nacional de Ecología. (2000). Evolución de la política nacional de materiales peligrosos, residuos y actividades altamente riesgosas. México.
84. Instituto Nacional de Ecología. (2000). La evaluación del Impacto Ambiental. México.
85. Razquin Lizarraga, J.A. (2000). La Evaluación de Impacto Ambiental Editorial Monografías Aranzadi.
86. Center For Chemical Process Safety Of The American Institute Of Chemical Engineers. (1999). Guidelines For Consequence Analysis Of Chemical Releases. USA.
87. Martin Cantarino, C. (1999). El estudio de impacto ambiental Editorial Universidad de Alicante.

88. Davletshina, T. Cheremisinoff, N. (1998). Fire and explosion hazards handbook of industrial chemicals. Noyes Publications. USA.
89. Molak, V. (1997). Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management. CRC Press, Inc. USA.
90. Kreske, D. (1996). Environmental impact statements: a practical guide for agencies, citizens. CRC Press LLC.
91. Pearce D.W. y R.K. Turner. (1995). Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Celeste Ediciones. Madrid.
92. ITSEMAP Ambiental. (1994). Manual de Contaminación Ambiental. Ed. MAPFRE, Madrid.
93. Nolan, D. (1994). Application of Hazop and What -if safety reviews to the petroleum, petrochemical and chemical industries. Noyes Publications. USA.
94. Johansson, P. (1993). Cost-benefit analysis of environmental change, Cambridge University Pres.
95. Kreske, D. (1996). Environmental impact statements. John Wiley & Sons, Inc. USA.
96. BID/PNUD. (1991). Nuestra propia agenda sobre desarrollo y medio ambiente, México, BID/PNUD, Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina, Fondo de Cultura Económica, PNUD.
97. Center For Chemical Process Safety Of The American Institute Of Chemical Engineers. (1992). Guidelines For Hazard Evaluation Procedures. USA.

**10 ACRÓNIMOS****A**

ANP: Áreas Naturales Protegidas.

ANSI: American National Standard Institute.

API: Administración Portuaria Integral.

API 6D: Especificación para tubos y válvulas que soportan presiones entre 150 y 2500 in/mm.

ASAS: Aceites Solubles en Ácidos.

ATM: atmósferas.

**B**

BCM: Brazo de Carga Marina

BPD: Barriles por día

BPH: Barriles por hora

**C**

C: Consecuencias

CCPS: Center of Chemical Proces Safety (Centro de Seguridad de Procesos Químicos)

CEQ: Council on Environmental Quality (Consejo de la calidad del Ambiente)

CRETI: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable

CA: Corriente Alterna

CAS: Chemical Abstract Service.

CCM: Cuarto de Control de Motores

CCTV: Circuito Cerrado De Televisión

CD: Corriente Directa

CEMEX: Cementos Mexicanos

CFE: Comisión Federal de Electricidad

CI: Contra Incendio

CNA: Comisión Nacional del Agua

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

COA: Cédula de Operación Anual

CPR: Código de Peligrosidad de los Residuos

CTPS: Servicio Preferencial Telefónico Corporativo (Corporate Telephone Preference Service)

CCM: Cuarto de Control de Máquinas

**D**

DAF: Dissolved Air Flotation

DDV: Derecho De Vía

DGIRA: Dirección General de Impacto y riesgo Ambiental

DH: Down Hole.

DOF: Diario Oficial de la Federación

DTI: Diagrama de Tuberías e Instrumentación.

**E**

EA: Environmental Assesment (Evaluación Ambiental)

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

EIS: Environmental Impact Statement

ERA: Estudio de Riesgo Ambiental

## **F**

F: Frecuencia

FC: Ferrocarril

FIDEPORTA: Fideicomiso para el Fomento Portuario de Tapachula

FONSI : Finding of No Significant Impact

## **G**

GAR: Gerencia de Almacenamiento y Reparto

GI: Gases de Efecto Invernadero

GMP: gal/min

## **I**

INE: Instituto Nacional de Ecología

IP: Informes Preventivos

IPECA:

IRR: Irreversible

## **L**

LAN: Ley de Aguas Nacionales

LB: Límite de Batería

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

LGPGR: Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

## **M**

MB: Miles de Barriles

MBDC: Miles de Barriles por Día Calendario

MBLs: Miles de Barriles

MIA: Manifestación de Impacto Ambiental

MMBD: Millones de Barriles Diarios

msnm: Metros sobre nivel del mar

## **N**

NA: No Aplica

ND: No Definido

NEPA: National Environmental Policy Act = Ley Nacional de Política Ambiental

NOAEL: Efecto Adverso Observable (Inglés)

NOI : Notice of Intent

## **P**

PDCHS: Plan de Desarrollo Chiapas Solidario

PDPCH: Programa de Desarrollo de Puerto Chiapas

PEIA: Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental

PEMEX: Petróleos Mexicanos

PHAST : Process Hazard Analysis Software Tool

PIPCH: Parque Industrial Puerto Chiapas

PND: Plan Nacional de Desarrollo

POET: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial

PPA: Programa de Prevención de Accidentes

ppm: partes por millón

## **R**

RA: Radio de Afectación

ROD: Record of decision

RB: Reservas de la Biosfera

RCMA: Rotary Counterweigh Marine Arm

## **S**

SCADA: Registro de Datos y Control de Supervisión (Supervisory Control and Data Acquisition).

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transporte

SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SICCI: Sistema Integral de Control Contra Incendio

SIMCOT: Sistema Integral de Medición y Control

## **T**

TAR: Terminales de Almacenamiento y Reparto

## **U**

UGA: Unidad de Gestión Ambiental

USA: United States of America (Estados Unidos de Norteamérica)

UPS'S: Unidades de Energía Ininterrumpibles

UTM: Universal Transversal de Mercator

UVA: Rayos Ultravioleta de Longitud de Onda Larga

---

---

## 11 GLOSARIO

### A

**Acahual.** Vegetación forestal que surge de manera espontánea en terrenos que estuvieron en uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que cuentan con menos de veinte árboles por hectárea, con un diámetro mayor a 25 cm o bien, que teniendo árboles con diámetros normales de más de 15 cm, cuentan con un área basal por hectárea de menos de 40 m<sup>2</sup>. Se trata de vegetación secundaria cuya característica depende del tiempo de formación y de las características propias de la región y sus alrededores.

**Accidente.** Evento o combinación de eventos no deseados e inesperados que tienen consecuencias tales como lesiones al personal, daños a terceros en sus bienes o en sus personas, daños al medio ambiente, daños a instalaciones o alteración a la actividad normal del proceso.

**Aguas residuales.** Aguas de composición variada provenientes de las descargas del uso municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o doméstico, incluyendo fraccionamientos y en general cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

**Ambiente.** Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y el desarrollo de la vida, en un espacio y tiempo determinados.

**Análisis de riesgos.** Conjunto de técnicas que consisten en la identificación, análisis y evaluación sistemática de la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a los factores externos (fenómenos naturales, sociales), fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración; con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias a los empleados, a la población y al ambiente.

**Áreas naturales protegidas:** Las zonas del territorio del Estado no consideradas como de interés de la Federación en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas, y que han quedado sujetas al régimen de protección.

**Autotanque.** Vehículo para transporte de productos en tanque. El tanque está diseñado para trabajar a presión en condiciones atmosféricas, montando sobre una estructura o chasis común al motor de locomoción o bien sobre una estructura independiente a éste.

### B

**Biodiversidad.** Diversidad de seres vivos en un ecosistema. La diversidad mide la riqueza en especies mediante un índice que refleja la relación entre el número de individuos de cada especie y el número total de individuos de todas las especies presentes. Existen varios índices de diversidad, pero tienden a preferirse los basados en la teoría de la información cuyo valor puede expresarse en bits.

**Buque.** Vaso flotante de madera, fierro y otro material impermeable que, impulsado y dirigido por un artificio adecuado, puede transportar con seguridad por el mar a personas o cosas. Término empleado para designar, generalmente, a embarcaciones importantes tanto por su capacidad de carga (tonelaje) como por la trascendencia de sus funciones.



**Buquetanque.** Nombre generalizado para designar embarcaciones que transportan petróleo o sus derivados, aunque en la actualidad también se designa como buquetanque al que transporta líquidos a granel.

## C

**Carrotanque.** Recipiente diseñado para trabajar a precisión o en condiciones atmosféricas, montado sobre una plataforma o directamente sobre ruedas para transportarlo sobre rieles.

**Centro de trabajo.** Cada una de las dependencias de PEMEX, que por el conjunto de labores de sus diversos departamentos o unidades de trabajo, cumple con funciones relacionadas con la industria, tales como refinerías, centros petroquímicos, terminales de almacenamiento y distribución, embarcaciones de servicios marítimos, etcétera.

**Combustible.** Material que, al combinarse con el oxígeno, se inflama con desprendimiento de calor. Sustancia capaz de producir energía por procesos distintos al de oxidación, incluyéndose también los materiales fisiónables y fusiónables.

**Consecuencia.** Resultado real o potencial de un evento no deseado, medido por sus efectos en las personas, en el ambiente, en la producción y/o instalaciones, así como la reputación e imagen.

**Contaminante.** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición natural.

**Corrosión.** Proceso de desgaste, desintegración o destrucción gradual de los metales, aleaciones y otros materiales sólidos por ataque a su superficie efectuada por agentes químicos o electroquímicos, tales como los ácidos derivados de agentes contaminantes de la atmósfera.

## D

**DDV (Derecho de vía).** Figura jurídica referida a la franja de terreno en la que se encuentran instalados ductos, vías de ferrocarril o cableado eléctrico. El derecho de vía señala que debe respetarse y no obstruir el paso libre a lo largo de la instalación.

**Derrame de hidrocarburos.** Accidente que puede originarse en instalaciones petroleras durante las actividades de explotación, transformación, comercialización o distribución de petróleo y sus derivados. Se pueden presentar en tierra, aguas continentales o en el mar.

**Descarga.** En relación con las sustancias perjudiciales o con efluentes que contengan tales sustancias, se entiende cualquier derrame procedente de un buque por cualquier causa y comprender todo tipo de escape, evacuación, rebose, fuga, achique, emisión o vaciamiento. Se exceptúan las operaciones de vertimiento, derrame de sustancias perjudiciales directamente resultantes de la explotación, exploración y el consiguiente tratamiento, en instalaciones mar adentro, de los recursos minerales de los fondos marinos.

Así como aquellos de sustancias perjudiciales con objeto de efectuar trabajos lícitos de investigación científica acerca de la reducción o control de la contaminación.

**Diablo (s) instrumentado (s).** Equipo que limpia los ductos interiormente, impulsado por la presión de operación a la que se está trabajando. Los diablos están diseñados para desplazarse en el interior de los ductos con el fluido normal de operación. Mediante un registro electrónico se conoce el estado físico de las tuberías.

**Diesel PEMEX.** Combustible derivado de la destilación atmosférica del petróleo crudo. Se obtiene de una mezcla compleja de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos, mediante el procesamiento del petróleo.

**Dique.** Construcción sobre la superficie de un terreno elaborada en forma de muro. En la industria de la refinación los diques son construidos alrededor de los tanques de almacenamiento para contener derrames de combustibles y posibles accidentes.

**Distribución.** Actividades que incluyen, principalmente, el transporte de los productos a los distintos lugares de almacenaje o venta, y almacenamiento por los concesionarios, distribuidores o estaciones de servicio.

**Drenaje industrial.** Sistema que colecta y desaloja las aguas de desecho de áreas industriales.

**Drenaje pluvial.** Sistema que colecta y desaloja las aguas de lluvia de calles y áreas pavimentadas así como todas aquellas aguas que no estén contaminadas.

**Ducto(s).** Tuberías destinadas para transportar aceites, gas, gasolinas y otros productos petrolíferos a las terminales de almacenamiento, embarque y distribución, o bien de una planta o refinería a otra. Su espesor varía entre 2 y 48 pulgadas, según los usos, las condiciones geográficas y el clima del lugar.

## E

**Emergencia.** Situación derivada de un accidente, que puede resultar en efectos adversos a los trabajadores, la comunidad, el ambiente y/o las instalaciones y que por su naturaleza de riesgo, activa una serie de acciones para controlar o mitigar la magnitud de sus efectos.

**Equipo.** Conjunto de instalaciones, maquinaria y herramientas de una industria, laboratorio, taller, etcétera.

**Estudio de riesgo.** Documento que integra la caracterización de riesgos, así como la información técnica empleada en su evaluación; las premisas y criterios aplicados; la metodología de análisis empleada; limitaciones del estudio y el catálogo de los escenarios de riesgos, entre otros.

**Evento.** Suceso relacionado a las acciones del ser humano, al desempeño del equipo o con sucesos externos al sistema que pueden causar interrupciones y/o problemas en el sistema. En este documento, evento es causa o contribuyente de un incidente o accidente o, es también una respuesta a la ocurrencia de un evento iniciador.

**Explosión.** Efecto de una súbita y violenta producción de gases, acompañada de ondas expansivas.

**Extintor.** Equipo autónomo que sirve para sofocar incendios por medio de un agente extinguidor.

**F**

**Forestación.** Establecimiento y desarrollo de vegetación forestal en terrenos preferentemente forestales o temporalmente forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial.

**Fuga.** Salida o escape de un líquido o gas, causado por algunos efectos de la corrosión a la estructura metálica. También existen algunos factores internos o externos que provocan las fugas tales como laminaciones, grietas, fisuras, golpes o defectos de fabricación entre otros.

**G**

**Garza o brazo de carga.** Dispositivo mecánico para la transferencia de fluidos a través de tuberías de los tanques de almacenamiento a los autotanques y carrotanques.

**Gasolina.** Nombre comercial que se aplica de una manera amplia a los productos más ligeros de la destilación del petróleo.

**H**

**HAZOP:** Análisis de Riesgo y Operatividad de Proceso, Técnica de Identificación de Riesgos.

**Hectárea.** Unidad de superficie equivalente a 100 áreas y, por tanto, a 10,000 metros cuadrados. Abreviatura ha.

**Hidrocarburo.** Familia de compuestos químicos formada, principalmente, por carbono e hidrógeno. Pueden contener otros elementos en menor proporción, como son oxígeno, nitrógeno, azufre, halógenos, fósforo, entre otros.

**I**

**Impacto ambiental.** Alteración del medio ambiente debida a la intervención humana. En la actualidad determinadas actuaciones requieren la elaboración previa de un estudio sobre su impacto ambiental.

**Impacto.** Efecto probable o cierto, positivo o negativo, directo o indirecto, reversible o irreversible, de naturaleza social, económica y/o ambiental que se deriva de una o varias acciones con origen en las actividades industriales.

**Incidente.** Evento no deseado, inesperado e instantáneo, que puede o no traer consecuencias al personal y a terceros, ya sea en sus bienes o en sus personas, al medio ambiente, a las instalaciones o alteración a la actividad normal de proceso.

**Instalación.** Conjunto de estructuras, equipos de proceso y servicios auxiliares, entre otros, dispuestos para un proceso productivo específico.

**Insumo.** Sustancias, materiales o recursos que alimentan un proceso.

## L

**Línea.** Conjunto de tramos de tubería y accesorios que manejen el mismo fluido a las mismas condiciones de operación. Normalmente esto se cumple para la tubería localizada entre dos equipos en la dirección de flujo.

**Llevadera.** Instalación donde se realiza el suministro de hidrocarburos a los autotanques para su distribución.

## M

**Malacate.** Máquina a manera de cabrestante que tiene un tambor en lo alto, y en su parte baja unas palancas en las que se enganchan los cables que lo mueven.

**Mantenimiento preventivo.** Acción u operación que se aplica para evitar que ocurran fallas, manteniendo en buenas condiciones y en servicio continuo a todos los elementos que integran un ducto terrestre, a fin de no interrumpir las operaciones de este; así como de corrección de anomalías detectadas en su etapa inicial producto de la inspección, mediante programas derivados de un plan de mantenimiento, procurando que sea en el menor tiempo y costo.

**Medio ambiente.** Conjunto de condiciones externas que afectan a la vida. Ámbito en donde conviven y se desarrollan personas, animales o cosas.

**Monitoreo.** Toma continúa de muestras de aire, agua o suelo para medir la cantidad de contaminantes existentes en el ambiente.

## N

**Normas oficiales mexicanas (NOM).** Las reglas, métodos o parámetros científicos o tecnológicos emitidos por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales o cualesquiera otra dependencia federal, que debe aplicar el Gobierno del Estado de Hidalgo en el ámbito de su competencia y que establezca los requisitos especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetro y límites permisibles que deberán observarse en desarrollo de las actividades o uso y destino de bienes que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daños al ambiente y además que permitan uniformar los principios, criterios y políticas en la materia.

## P

**Pasivo Ambiental.** Es la suma de los daños no compensados producidos por una empresa al ambiente a lo largo de su historia, en su actividad normal o en caso de un accidente.

**Planta de almacenamiento y distribución.** Instalación destinada a almacenar petróleo o sus derivados, tanto durante su producción y transformación, como en su distribución y venta.

**Poliducto.** Transporte por ducto cuyo fin es enviar diferentes productos petrolíferos entre las refinerías o a las plantas de almacenamiento y distribución de productos.

**Prevención.** Conjunto de medidas tomadas para evitar un peligro o reducir un riesgo.

**Proceso.** Conjunto secuencial interrelacionado de actividades y recursos que transforman insumos en productos, agregándoles valor.

## R

**Red de agua contraincendio.** Conjunto de líneas de tubería que forman anillo o circuitos, sirven exclusivamente para conducir el agua contraincendio a los puntos necesarios. En la red se encuentran instalados hidrantes, monitores y otros.

**Reforestación.** Establecimiento inducido de vegetación forestal en terreno forestal.

**Residuo peligroso.** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico- infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

**Riesgo.** Peligros a los que se expone el personal. Combinación de la probabilidad de que ocurra un accidente y sus consecuencias.

## S

**Scoping:** proceso rápido y abierto para determinar el alcance de las acciones que se contemplan y para identificar las cuestiones significativas relativas a la actuación propuesta.

**Selva.** Vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

**Señal de seguridad.** Combinación de una forma geométrica, color, símbolo o motivo gráfico y texto, que proporciona información relacionada con la seguridad industrial

**Sistemas de seguridad** (para protección de equipos y/o instalaciones). Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a accidentes o emergencias.

**Sustancia peligrosa.** Aquella que por sus altos índice de inflamabilidad, explosividad toxicidad, reactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

## T

**Tanque.** Recipiente metálico de gran capacidad, generalmente cilíndrico. Se utiliza para almacenar, medir o transportar líquidos. Se pueden fabricar de hormigón, metal o madera, dependiendo del líquido que se almacene.

**Terreno forestal.** EL que está cubierto por vegetación forestal.

**Transporte.** La actividad de recibir, conducir y entregar gas natural por medio de ductos a personas que no sean usuarios finales, localizados dentro de una zona geográfica.

## V

**Válvula.** Aparato que regula, interrumpe o restablece la circulación de fluidos en una tubería. Asimismo puede servir como dispositivo de seguridad automático o semiautomático.

**Válvula de control.** Dispositivo que manipula directamente el flujo de una o más corrientes del fluido de proceso. Este mecanismo es diferente a la válvula común de dos posiciones. En algunas aplicaciones se le denomina compuerta o persiana.

**Vegetación forestal.** El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan de forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.