



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LA NOM-
149-SEMARNAT-2006 A LA
PERFORACIÓN MARINA
MEXICANA**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Petrolero

P R E S E N T A

Alonso Samperio Gayosso

DIRECTOR DE TESIS

I.Q. Ramón Edgar Domínguez Betancourt



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

Agradecimientos

*A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por brindarme la oportunidad de estudiar una licenciatura de manera gratuita con excelente nivel académico.*

*A la **Facultad de Ingeniería**, la cual me permitió elegir el camino de mi formación, por los excelentes profesores y compañeros que conocí durante mi formación. Por la oportunidad de estudiar en la **Universidad Industrial de Santander** en Colombia, una experiencia inolvidable.*

*A mi familia, hermanos, primos, tíos, abuelos **Benito e Isabel**, a mi padre **Delfino**, por todo su apoyo y por estar siempre pendientes de mi avance profesional y personal durante este tiempo.*

*Agradezco en especial a mi madre **Berta**, por todo el apoyo recibido y por confiar en mí, en mi capacidad para obtener un título universitario, muchas gracias mamá.*

*A mis padrinos **Adela y Carlos**, por apoyarme desde que era un niño, por todos los consejos recibidos durante mi vida, por esta oportunidad que me brindaron, les estaré siempre agradecido.*

*A mi Director de Tesis, **Ing. Ramón Edgar Domínguez Betancourt**, por el apoyo para diseñar el contenido principal de esta Tesis, por los buenos consejos recibidos.*

*Principalmente le doy gracias a **Dios** por darme salud e inteligencia para lograr mis objetivos.*

Por todo lo vivido durante mis estudios, estaré siempre agradecido.

“La capacidad humana para explotar los océanos profundos y los mares altos se ha multiplicado rápidamente en años recientes. Se trata de un cambio de ritmo que ha sobrepasado a nuestras instituciones y esfuerzos de conservación, cuya prioridad hasta ahora han sido las aguas costeras, la zona en la que hasta hace poco se concentraba la mayor parte de las actividades humanas, como la pesca y la exploración industrial. Ahora enfrentamos la urgente necesidad de mirar más allá del horizonte y llevar lo aprendido en las experiencias con las aguas costeras hasta las inmensidades del mundo marino”.

Achim Steiner, Director Ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

“Más del 60% del mundo marino y su abundante biodiversidad, situada más allá de los límites de la jurisdicción nacional, está en situación de vulnerabilidad y enfrenta riesgos de creciente gravedad. Es urgente que los gobiernos formulen las directrices, normas y medidas necesarias para atender y resolver esta situación. De no hacerlo, perderemos y dañaremos irrevocablemente ecosistemas únicos y vitales de flora y fauna, muchos de los cuales moderan la viabilidad misma de nuestra existencia en el planeta”.

Ibrahim Thiaw, Director General Interino de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

Contenido General

1. INTRODUCCIÓN	13
2. LEGISLACIÓN MEXICANA SOBRE PROTECCIÓN AMBIENTAL	15
2.1 Antecedentes	15
2.2 Leyes	16
2.2.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	16
2.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos ...	25
2.2.3 Ley de Aguas Nacionales	40
2.2.4 Ley Federal del Mar	44
2.2.5 Ley Federal Sobre Metrología y Normalización	46
2.3 Reglamentos.....	51
2.3.1 Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias.....	51
2.4 Convenios	56
2.4.1 Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación desde los Buques (MARPOL 73/78).....	56
2.4.2 Convenio Internacional sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otras Materias.....	58
2.4.3 Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en caso de Accidentes que causen Contaminación por Hidrocarburos.....	60
3. LA TEGNOLOGÍA DE LA PERFORACIÓN MARINA	63
3.1 Equipos de Perforación Marinos	63
3.1.1 Plataformas Auto Elevables Jack-Up.....	63
3.1.2 Buques Perforadores	64
3.1.3 Plataformas Semi-sumergibles	65
3.1.4 Plataformas con Piernas Tensionadas (TLP).....	65
3.1.5 Plataformas tipo SPAR	66
3.2 Sistema Top Drive.....	67
3.3 Posicionamiento Dinámico.....	68
3.4 Compensación de movimiento vertical (CMV)	69
3.5 Equipo para el control de pozos.....	70
3.5.1 BOP (Preventor de Reventón del Pozo)	71
3.5.2 Acumuladores	71
3.5.3 Preventor de arietes.....	72

3.5.4 Arietes Anulares.....	73
3.5.5 Preventor esférico.....	75
3.6 Risers.....	76
3.8 Cabezales Submarinos.....	77
3.8.1 Sistema de Cabezal Submarino.....	78
3.8.2 Requerimientos funcionales.....	78
3.8.3 Requerimientos Operativos.....	79
3.8.4 Componentes del Cabezal.....	79
3.9 Fluidos de Perforación.....	80
3.9.1 Funciones Principales.....	80
3.9.2 Tipos de fluidos de control.....	81
4. LA EXPLOTACIÓN PETROLERA EN EL GOLFO DE MÉXICO.....	83
4.1 Introducción.....	83
4.1.1 Región Marina Noreste.....	83
4.1.2 Región Marina Suroeste.....	84
4.2 Principales Activos Petroleros en el Golfo de México.....	86
4.2.1 Cantarell.....	86
Ku Maloob Zaap.....	87
4.2.3 Abkatun Pol Chuc.....	89
4.2.4 Litoral de Tabasco.....	91
4.3 Situación Actual de la Explotación en México.....	94
5. EL ECOSISTEMA DEL GOLFO DE MÉXICO.....	95
5.1 Introducción.....	95
5.2 El Golfo de México.....	97
5.3 Los Ecosistemas.....	98
5.3.1 Sistema Estuarino.....	98
5.3.2 Humedales, Marismas y Planicies de Inundación.....	99
5.3.3 Manglares.....	99
5.3.4 Pastos Marinos.....	100
5.3.5 Costas Rocosas.....	100
5.3.6 Playas.....	101
5.3.7 Arrecifes de Coral.....	101
5.4 La Biota del Golfo de México.....	102
5.4.1 Mamíferos del Golfo de México.....	102

5.4.2 Ostrácodos Bentónicos del Sur del Golfo de México	103
5.4.3 Las Tortugas Marinas del Golfo de México.....	103
5.4.4 Las Aves del Golfo de México.....	105
5.4.5 Peces Bentónicos y Demersales del Golfo de México.....	107
5.4.6 Efectos Negativos	109
5.4.7 Áreas naturales protegidas	110
6. LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN Y SUS RIESGOS AMBIENTALES.....	111
6.1 Introducción	111
6.2 Evaluación de Riesgos.....	111
6.2.1 Métodos de Evaluación de Riesgos.....	112
6.2.2 Identificación de Riesgos	114
6.2.3 Plan de Gestión de Riesgos.....	115
6.3 Operaciones de Perforación	115
6.3.1 Corrida de tuberías de revestimiento	116
6.3.2 Cementaciones	116
6.3.3 Terminación	117
6.4 Operaciones de Mantenimiento de Pozos	117
6.5 Taponamiento y Abandono de Pozos Marinos	117
6.7 Descontrol de pozo, derrames Históricos en el Golfo de México	118
6.7.1 Ixtoc-1	118
6.7.2 Macondo	119
7. LA NOM-149-SEMARNAT-2006	121
CONSIDERANDO.....	121
PREFACIO.....	122
INDICE.....	123
TRANSITORIOS.....	130
ANEXO A.....	131
8. LA ASEA Y EL FUTURO DE LA NOM-149-SEMARNAT-2006.....	133
8.1 Introducción	133
8.2 Funciones Generales de la ASEA.....	133
8.2.1 En materia de seguridad industrial.....	134
8.2.2 En materia de medio ambiente.	134
8.3 Organización y Atribuciones de la ASEA	134
8.3.1 Unidad de Planeación, Vinculación Estratégica y Procesos	134

8.3.2 Unidad de Normatividad y Regulación	135
8.3.3 Unidad de Gestión Industrial.....	136
8.3.4 Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial	137
8.3.5 Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial .	138
8.4 Trámites y Permisos en materia de Impacto Ambiental	139
8.4.1 Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).....	139
8.4.2 Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)	140
8.4.3 Licencia Ambiental Única (LAU)	141
8.4.4 Cédula de Operación Anual (COA).....	141
8.4.5 Registro de Generadores de Residuos Peligrosos y Especiales	142
8.5 El futuro de la NOM-149-SEMARNAT-2006	143
9. Caso Práctico MIA Regional.....	145
9.1 Descripción del Proyecto	145
9.2 Ubicación Física del Proyecto	145
9.3 Tipo de obra o actividad.....	146
9.4 Programa de ejecución de obra	146
9.5 Sustancias, Materiales y Maquinaria que serán utilizados.....	147
9.6 Residuos y destino final de los mismos	149
9.7 Normas Oficiales Aplicables	152
9.8 Características Generales.....	153
9.9 Medidas de Prevención y Mitigación.....	157
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	159
11. BIBLIOGRAFÍA	161

Contenido de Figuras

Figura 1 Plataforma Auto-elevable, Oil States Industries Inc.	64
Figura 2 Buque Perforador, Oil States Industries Inc.	65
Figura 3 Plataforma Semi-sumergible, Plataforma Bicentenario Pemex.	65
Figura 4 Plataforma con Piernas Tensionadas, RigZone.	66
Figura 5 Plataforma tipo SPAR, Drill Cool Systems Inc.	67
Figura 6 Top Drive, Tesco.	67
Figura 7 Posicionamiento Dinámico, Un Siglo de la Perforación en México.	69
Figura 8 Sistema de Tensores Hidroneumáticos de Risers y Sarta, Subsea Engineering Handbook Y. Bai and Q. Bai.	70
Figura 9 Acumulador Submarino, Marine Well Containment Company.	72
Figura 10 Preventor de arietes doble, National Oilwell Varco.	73
Figura 11 Rams tipo “U”, Xinde.	74
Figura 12 Rams ajustables, Xinde.	74
Figura 13 Rams de corte, Xinde.	75
Figura 14 Preventor Ciego Doble, General Electric.	75
Figura 15 Preventor Esférico, Hydrill.	76
Figura 16 Risers conectados a conjunto de Preventores, Drilling Contractor Inc.	77
Figura 17 Cabezal Submarino, Subsea Engineering Handbook, Y. Bai and Q. Bai.	78
Figura 18 Sistema de Cabezal Marino, Subsea Engineering Handbook, Y. Bai and Q. Bai.	80
Figura 19 Región Marina Noreste, Un Siglo de la Perforación en México.	84
Figura 20 Región Marina Suroeste, Un Siglo de la Perforación en México.	85
Figura 21 Mar territorial y zona económica exclusiva de México. Lara-Lara, J.R., et al. 2008.	96
Figura 22 Provincias Marinas de México. Lara-Lara, J.R., et al. 2008.	96
Figura 23 Regiones Oceánicas de México. Lara-Lara, J.R., et al. 2008.	97
Figura 24 Ubicación de Área Contractual 7, CNH 2016.	146

Contenido de Tablas

Tabla 1 Volumen Original Crudo y Gas Cantarell, CNH.....	86
Tabla 2 Reservas en Petróleo Crudo Equivalente Cantarell, CNH.....	87
Tabla 3 Volumen Original Ku-Maloob-Zaap, CNH.....	88
Tabla 4 Reservas en Petróleo Crudo Equivalente Ku-Maloob-Zaap, CNH.	89
Tabla 5 Volumen Original Abkatún-Pol-Chuc, CNH.	90
Tabla 6 Reserva Abkatún-Pol-Chuc en Petróleo Crudo Equivalente, CNH.....	91
Tabla 7 Volumen Original Litoral de Tabasco, CNH.....	93
Tabla 8 Reservas en Petróleo Crudo Equivalente, CNH.....	94
Tabla 9 Probabilidad de Riesgo, Subsea Engineering Handbook, Y. Bai and Q. Bai.....	112
Tabla 10 Matriz de Riesgos, Subsea Engineering Handbook, Y. Bai and Q. Bai.....	113
Tabla 11 Capacidad de agua potable a bordo de los buques, Talos Energy LLC.....	148
Tabla 12 Sustancias químicas utilizadas en el Proyecto, Talos Energy LLC.	149
Tabla 13 Residuos sólidos generados por el proyecto, Talos Energy LLC.	150
Tabla 14 Residuos líquidos generados por el Proyecto, Talos Energy LLC.....	150
Tabla 15 Niveles de ruido en unidades de perforación, Genesis Oil and Gas, 2011.....	151

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano no siempre ha tenido conciencia y responsabilidad con el cuidado del medio ambiente que lo rodea. En la segunda mitad del siglo XX se comenzó a tener un concepto más claro sobre la importancia del cuidado ambiental.

Actualmente el mundo comienza a darle importancia a la problemática ambiental del planeta, tomando el hombre responsabilidad en el caso, dando lugar a foros, leyes, normas, convenios y reglamentos. Por lo tanto, el cumplimiento de la legislación ambiental es uno de los reclamos más importantes de la sociedad, en su objetivo por proteger y mejorar las condiciones del medio ambiente, así como por mejorar su propia calidad de vida.

Resolver la problemática ambiental de la energía a un coste medioambiental aceptable es el mayor reto de nuestra era. El mundo exige cada vez más consumo de energía, es por ello que la industria petrolera aún no puede detener su expansión, y esta incluye la explotación marina en lugares que antes se creían inalcanzables.

El Golfo de México constituye un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, considerado uno de los Grandes Ecosistemas Marinos del mundo que deben ser protegidos, cuya destrucción y contaminación excesiva sería irreparable.

Hoy en día los recursos petroleros de mayor importancia para México se encuentran y se extraen en el Golfo de México. Esto ha provocado un alto impacto ambiental en la región, la cual afecta directamente la biota marina de los ecosistemas marinos, tales como como playas, arrecifes, lagunas costeras, estuarios y manglares.

En la actualidad, la regulación y el control de las actividades altamente riesgosas en materia ambiental en México es una competencia Federal a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de sus órganos desconcentrados como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Agencia Nacional de Seguridad y Protección Ambiental del Sector Hidrocarburos (ASEA).

La NOM-149-SEMARNAT-2006 desempeña un papel importante en el cuidado del medio ambiente del Golfo de México, siendo el objetivo principal de este documento realizar una revisión general de la norma para identificar las posibles modificaciones a futuro derivadas de la creación de la ASEA. Para lograr un mejor entendimiento de la aplicación de la norma, se revisó un caso práctico de una Manifestación de Impacto Ambiental de un proyecto de perforación de tres pozos exploratorios marinos en el Golfo de México.

2. LEGISLACIÓN MEXICANA SOBRE PROTECCIÓN AMBIENTAL

2.1 Antecedentes

La legislación ambiental se fundamenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de donde se desprenden las leyes, reglamentos y normas. Con la promulgación de la constitución de 1917, surgió legalmente el derecho ambiental como una rama autónoma que fue ubicada dentro del derecho público.

Los artículos de la Constitución en los que se sostiene son:

Artículo 4º, se menciona el derecho de toda persona a la protección de la salud, señalando que el desequilibrio del ecosistema no afecte a la población y en especial al individuo.

Artículo 24º, se refiere al uso de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Artículo 27º, incorpora el concepto de conservación de los recursos naturales, así como el de prestar atención a los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Artículo 73º, menciona el aspecto de expedición de las leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 115º, menciona que los municipios podrán participar en la creación y administración de sus reservas territoriales y en la administración de las zonas de reservas ecológicas.

En este documento tienen su principio las leyes y reglamentos; éstas enmarcan obligaciones y por ser de carácter legislativo-legal su cumplimiento debe ser obligatorio mientras no sean derogadas.

Los reglamentos se definen como disposiciones legislativas para desarrollar y hacer explícitas resoluciones legales a las que se llegan. Estos documentos tienen la característica de integridad con las leyes, plantean la forma en que se deben cumplir los principios señalados por éstas.

Las Normas suelen ser de diversas características y debido a ello pueden ser desde recomendables hasta obligatorias dependiendo de la actividad en específico. Mediante éstas se regulan y controlan diversas actividades desempeñadas por los diferentes sectores públicos, privados, comerciales por mencionar algunos.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son expedidas por dependencias competentes, de observancia nacional y de carácter obligatorio; en cuanto que las Normas Mexicanas (NMX) son de aplicación voluntaria, útiles para determinar la calidad en productos o servicios.

Las Normas Internacionales (NI) son Normas que emite un organismo o dependencia internacional reconocido oficialmente por el país en términos del

derecho internacional y las Normas de Referencia (NRF) son elaboradas por entidades de administración pública, cuando no se cubran los requerimientos o sus especificaciones resulten obsoletas y por último los Códigos, Estándares, Prácticas Recomendadas que se deben solicitar ésta o su equivalente cuando no se cuente con la normatividad mexicana o no se encuentre amparada por ninguna ley.

2.2 Leyes

2.2.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Disposiciones Generales

Artículo 1º. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I.-** Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- II.-** Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III.-** La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- IV.-** La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
- V.-** El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
- VI.-** La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
- VII.-** Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;
- VIII.-** El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;
- IX.-** El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

Artículo 4º.- La Federación, los Estados, la Ciudad de México y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Artículo 5º.- Son facultades de la Federación:

VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

IX.- La formulación, aplicación y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y de los programas de ordenamiento ecológico marino a que se refiere el artículo 19 BIS de esta Ley;

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

Artículo 6º.- Las atribuciones que esta Ley otorga a la Federación, serán ejercidas por el Poder Ejecutivo Federal a través de la Secretaría y, en su caso, podrán colaborar con ésta las Secretarías de Defensa Nacional y de Marina cuando por la naturaleza y gravedad del problema así lo determine, salvo las que directamente corresponden al presidente de la República por disposición expresa de la Ley.

Artículo 7º.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal;

II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación;

XIII.- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación, en las materias y supuestos a que se refieren las fracciones III, VI y VII de este artículo;

XVIII.- La formulación, ejecución y evaluación del programa estatal de protección al ambiente;

Artículo 8º.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental municipal;

II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados;

XII.- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación, en las materias y supuestos a que se refieren las fracciones III, IV, VI y VII de este artículo.

Artículo 11. La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de la Ciudad de México o de los Estados, con la participación, en su caso, de sus Municipios, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial:

I. La administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, conforme a lo establecido en el programa de manejo respectivo y demás disposiciones del presente ordenamiento;

II. El control de los residuos peligrosos considerados de baja peligrosidad conforme a las disposiciones del presente ordenamiento;

III. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, con excepción de las obras o actividades siguientes:

b) Industria del petróleo, petroquímica, del cemento, siderúrgica y eléctrica.

V. El control de acciones para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en la zona federal marítimo terrestre, así como en la zona federal de los cuerpos de agua considerados como nacionales;

Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 28.- 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 algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

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.

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

Artículo 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los

permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 31.- La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

I.- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades.

En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, 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 previstas en el reglamento de la presente Ley, o si se está en alguno de los supuestos señalados.

La Secretaría publicará en su Gaceta Ecológica, el listado de los informes preventivos que le sean presentados en los términos de este artículo, los cuales estarán a disposición del público.

Artículo 32.- En el caso de que un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio incluyan obras o actividades de las señaladas en el artículo 28 de esta Ley, las autoridades competentes de los Estados, la Ciudad de México o los Municipios, deberán presentar dichos planes o

programas a la Secretaría, con el propósito de que ésta emita la autorización que en materia de impacto ambiental corresponda, respecto del conjunto de obras o actividades que se prevean realizar en un área determinada, en los términos previstos en el artículo 31 de esta Ley.

Artículo 34.- Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

Artículo 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental

Artículo 36.- Para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la Secretaría emitirá normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tengan por objeto:

- I.- Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en la producción, uso y destino de bienes, en insumos y en procesos;
- II.- Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;
- III.- Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable;
- IV.- Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y
- V.- Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

La expedición y modificación de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, se sujetará al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Artículo 37.- En la formulación de normas oficiales mexicanas en materia ambiental deberá considerarse que el cumplimiento de sus previsiones deberá realizarse de conformidad con las características de cada proceso productivo o

actividad sujeta a regulación, sin que ello implique el uso obligatorio de tecnologías específicas.

Cuando las normas oficiales mexicanas en materia ambiental establezcan el uso de equipos, procesos o tecnologías específicas, los destinatarios de las mismas podrán proponer a la Secretaría para su aprobación, los equipos, procesos o tecnologías alternativos mediante los cuales se ajustarán a las previsiones correspondientes.

Para tal efecto, los interesados acompañarán a su propuesta la justificación en que ésta se sustente para cumplir con los objetivos y finalidades establecidos en la norma oficial mexicana de que se trate.

Una vez recibida la propuesta, la Secretaría en un plazo que no excederá de treinta días emitirá la resolución respectiva. En caso de que no se emita dicha resolución en el plazo señalado, se considerará que ésta es negativa.

Cuando la resolución sea favorable, deberá publicarse en un órgano de difusión oficial y surtirá efectos en beneficio de quien lo solicite, respetando, en su caso, los derechos adquiridos en materia de propiedad industrial.

Artículo 37 Ter. - Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.

De la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables en el Equilibrio Ecológico

Artículo 108.- Para prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan:

- I.- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos;
- II.- La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas; y
- III.- La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales.

Artículo 109.- Las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.

Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y

V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Artículo 119.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales, conforme a lo dispuesto en esta Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables.

Artículo 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local las descargas de desechos, sustancias o residuos generados en las actividades de extracción de recursos no renovables.

Artículo 123.- Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.

Artículo 131.- Para la protección del medio marino, la Secretaría emitirá las normas oficiales mexicanas para la explotación, preservación y administración de los recursos naturales, vivos y abióticos, del lecho y el subsuelo del mar y de las aguas supra yacentes, así como las que deberán observarse para la realización de actividades de exploración y explotación en la zona económica exclusiva.

Artículo 132.- La Secretaría se coordinará con las Secretarías de Marina, de Energía, de Salud, de Turismo y de Comunicaciones y Transportes, a efecto de que dentro de sus respectivas atribuciones intervengan en la prevención y control de la contaminación del medio marino, así como en la preservación y restauración del equilibrio de sus ecosistemas, con arreglo a lo establecido en la presente Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley Federal del Mar, la Ley General de Turismo, las convenciones internacionales de las que México forma parte y las demás disposiciones aplicables.

Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas

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.

Artículo 147.- 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 Comercio y Fomento Industrial, 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.

Artículo 147 Bis. - Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán contar con un seguro de riesgo ambiental. Para tal fin, la Secretaría con aprobación de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Economía, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social integrará un Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental.

Materiales y Residuos Peligrosos

Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas,

la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Inspección y Vigilancia

Artículo 161.- La Secretaría realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento, así como de las que del mismo se deriven.

En las zonas marinas mexicanas la Secretaría, por sí o por conducto de la Secretaría de Marina, realizará los actos de inspección, vigilancia y, en su caso, de imposición de sanciones por violaciones a las disposiciones de esta Ley.

2.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Disposiciones Generales

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- I.-** Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;
- II.-** Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;
- V.-** Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;
- IX.-** Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como de sitios contaminados y remediados;
- X.-** Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;

Artículo 2.- En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

I.- El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;

II.- Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable;

III.- La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;

IV.- Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;

VIII.- La disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada;

IX.- La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano;

X.- La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente;

XII.- La valorización, la responsabilidad compartida y el manejo integral de residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán, en lo conducente, las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con la materia que regula este ordenamiento.

Artículo 3.- Se consideran de utilidad pública:

I.- Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;

II.- La ejecución de obras destinadas a la prevención, conservación, protección del medio ambiente y remediación de sitios contaminados, cuando éstas sean imprescindibles para reducir riesgos a la salud;

III.- Las medidas de emergencia que las autoridades apliquen en caso fortuito o fuerza mayor, tratándose de contaminación por residuos peligrosos, y

IV.- Las acciones de emergencia para contener los riesgos a la salud derivados del manejo de residuos.

Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

III.- *Caracterización de Sitios Contaminados:* Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación;

IV.- *Co-procesamiento:* Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo;

V.- *Disposición Final:* Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

VII.- *Evaluación del Riesgo Ambiental:* Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman;

X.- *Gestión Integral de Residuos:* Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

XVII.- *Manejo Integral:* Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;

XXI.- *Plan de Manejo:* Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los

principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

XXXII.- Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XLI.- Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;

XLV.- Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que, por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.

Atribuciones de los tres órganos de gobierno

Artículo 6.- La Federación, las entidades federativas y los municipios, ejercerán sus atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Artículo 7.- Son facultades de la Federación:

I.- Formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de residuos así como elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados y coordinar su instrumentación con las entidades federativas y municipios, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

II.- Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los residuos peligrosos, su clasificación, prevenir la contaminación de sitios o llevar a cabo su remediación cuando ello ocurra;

V.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios para determinar qué residuos estarán sujetos a planes de manejo, que

incluyan los listados de éstos, y que especifiquen los procedimientos a seguir en el establecimiento de dichos planes;

VI.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan, entre otros, los criterios de eficiencia ambiental y tecnológica que deben cumplir los materiales con los que se elaborarán productos, envases, empaques y embalajes de plásticos y poli estireno expandido que al desecharse se convierten en residuos. Dichas normas deberán considerar los principios de reducción, reciclaje y reutilización en el manejo de los mismos.

VII.- La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de micro generadores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas;

VIII.- Regular los aspectos ambientales relativos al transporte de los residuos peligrosos;

IX.- Verificar el cumplimiento de la normatividad en las materias de su competencia e imponer las medidas correctivas, de seguridad y sanciones que en su caso correspondan;

XV.- Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, materiales, sistemas y procesos que prevengan, reduzcan, minimicen y/o eliminen la liberación al ambiente y la transferencia, de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes de la gestión integral de los residuos;

Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas:

III.- Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados;

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:

I.- Formular, por sí o en coordinación con las entidades federativas, y con la participación de representantes de los distintos sectores sociales, los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, los cuales deberán observar lo dispuesto en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos correspondiente;

II.- Emitir los reglamentos y demás disposiciones jurídico-administrativas de observancia general dentro de sus jurisdicciones respectivas, a fin de dar

cumplimiento a lo establecido en la presente Ley y en las disposiciones legales que emitan las entidades federativas correspondientes;

Clasificación de los Residuos

Artículo 15.- La Secretaría agrupará y sub clasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos. La sub clasificación de los residuos deberá atender a la necesidad de:

I.- Proporcionar a los generadores o a quienes manejan o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente;

II.- Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive. Para tal efecto, se considerará la presencia en los residuos, de sustancias peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos;

III.- Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos, e

IV.- Identificar las fuentes generadoras de los residuos cuya disposición final pueda provocar salinización e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.

Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

I.- Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin.

Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:

I.- La forma de manejo;

II.- La cantidad;

III.- La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;

IV.- La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de moverse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;

V.- La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bio acumulación;

VI.- La duración e intensidad de la exposición, y

VII.- La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

Artículo 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 25.- La Secretaría deberá formular e instrumentar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables.

El Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se basará en los principios de reducción, reutilización y reciclado de los residuos, en un marco de sistemas de gestión integral, en los que aplique la responsabilidad compartida y diferenciada entre los diferentes sectores sociales y productivos, y entre los tres órdenes de gobierno.

El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos es el estudio que considera la cantidad y composición de los residuos, así como la infraestructura para manejarlos integralmente.

Planes de Manejo

Artículo 27.- Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:

I.- Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos

de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;

II.- Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;

III.- Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;

IV.- Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y

V.- Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.

Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

I.- Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

II.- Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

I.- Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;

II.- Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;

III.- Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bio acumulables, y

IV.- Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

XI.- Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos.

La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.

Artículo 32.- Los elementos y procedimientos que se deben considerar al formular los planes de manejo, se especificarán en las normas oficiales mexicanas correspondientes, y estarán basados en los principios que señala la presente Ley.

Artículo 34.- Los sistemas de manejo ambiental que formulen y ejecuten las dependencias federales, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, se sujetarán a lo que se establece en la presente Ley.

Manejo Integral de Residuos Peligrosos

Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Generación de Residuos Peligrosos

Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

- I.- Grandes generadores;
- II.- Pequeños generadores, y
- III.- Micro generadores.

Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

Artículo 46.- Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Manejo Integral de los Residuos Peligrosos

Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.

Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.

En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

Artículo 58.- Quienes realicen procesos de tratamiento físicos, químicos o biológicos de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría los procedimientos, métodos o técnicas mediante los cuales se realizarán, sustentados en la consideración de la liberación de sustancias tóxicas y en la propuesta de medidas para prevenirla o reducirla, de conformidad con las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan.

Artículo 59.- Los responsables de procesos de tratamiento de residuos peligrosos en donde se lleve a cabo la liberación al ambiente de una sustancia tóxica, persistente y bio acumulable, estarán obligados a prevenir, reducir o controlar dicha liberación.

Artículo 64.- En el caso del transporte y acopio de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a planes de manejo, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de esta Ley, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.

Artículo 66.- Quienes generen y manejen residuos peligrosos y requieran de un confinamiento dentro de sus instalaciones, deberán apegarse a las disposiciones de esta Ley, las que establezca el Reglamento y a las especificaciones respecto de la ubicación, diseño, construcción y operación de las celdas de confinamiento, así como de almacenamiento y tratamiento previo al confinamiento de los residuos, contenidas en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido:

- I.- El transporte de residuos por vía aérea;
- II.- El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables;
- V.- El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;
- VI.- El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada.

Responsabilidad acerca de la Contaminación y Remediación de Sitios

Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en

su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Artículo 70.- Los propietarios o poseedores de predios de dominio privado y los titulares de áreas concesionadas, cuyos suelos se encuentren contaminados, serán responsables solidarios de llevar a cabo las acciones de remediación que resulten necesarias, sin perjuicio del derecho a repetir en contra del causante de la contaminación.

Artículo 72.- Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.

Artículo 77.- Las acciones en materia de remediación de sitios, y de reparación y compensación de daños ocasionados al ambiente, previstas en este capítulo, se llevarán a cabo de conformidad con lo que señale el Reglamento, y a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo 78.- La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud, emitirá las normas oficiales mexicanas para la caracterización de los sitios contaminados y evaluará los riesgos al ambiente y la salud que de ello deriven, para determinar, en función del riesgo, las acciones de remediación que procedan.

La Prestación de Servicios en Materia de Residuos Peligrosos

Artículo 80.- Las personas interesadas en obtener autorizaciones para llevar a cabo los servicios a terceros para el transporte, acopio, almacenamiento, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos, según sea el caso, deberán presentar ante la Secretaría su solicitud de autorización, en donde proporcionen, según corresponda, la siguiente información:

- I.- Datos generales de la persona, que incluyan nombre o razón social y domicilio legal;
- II.- Nombre y firma del representante legal o técnico de la empresa;
- III.- Descripción e identificación de los residuos que se pretenden manejar;
- IV.- Usos del suelo autorizados en la zona donde se pretende instalar la empresa, plano o instalación involucrada en el manejo de los residuos y croquis señalando ubicación. Esta autorización podrá presentarse condicionada a la autorización federal;
- V.- Programa de capacitación del personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos, en la operación de los procesos, equipos, medios de

transporte, muestreo y análisis de los residuos, y otros aspectos relevantes, según corresponda;

VI.- Programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales y a accidentes;

VII.- Memoria fotográfica de equipos, vehículos de transporte e instalaciones cuya autorización se solicite, según sea el caso;

VIII.- Información de soporte técnico de los procesos o tecnologías a los que se someterán los residuos, así como elementos de información que demuestren que se propone, en la medida de lo posible, la mejor tecnología disponible y económicamente accesible y formas de operación acordes con las mejores prácticas ambientales;

IX.- Propuesta de seguros o garantías financieras que, en su caso, se requieran;

X.- Copia de los permisos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y

XI.- La que determinen el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables.

Medidas de Control y de Seguridad, Infracciones y Sanciones

Artículo 101. La Secretaría realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento, en materia de residuos peligrosos e impondrá las medidas correctivas, de seguridad y sanciones que resulten procedentes, de conformidad con lo que establece esta Ley y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo 104. Si de estas visitas de inspección se desprenden infracciones a la presente Ley, en el emplazamiento respectivo la autoridad ordenadora requerirá al interesado, cuando proceda, mediante notificación personal o por correo certificado con acuse de recibo, para que adopte de inmediato las medidas correctivas que, en su caso, resulten necesarias para cumplir con las disposiciones jurídicas aplicables, así como con los permisos, licencias, autorizaciones o concesiones respectivas, señalando el plazo que corresponda para su cumplimiento, fundado y motivado el requerimiento.

En caso de riesgo inminente para la salud o el medio ambiente derivado del manejo de residuos peligrosos, la Secretaría, de manera fundada y motivada, podrá ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad:

I.- La clausura temporal total o parcial de las fuentes contaminantes, así como de las instalaciones en que se generen, manejen o dispongan finalmente los residuos peligrosos involucrados en los supuestos a los que se refiere este precepto;

II.- La suspensión de las actividades respectivas;

III.- El re envasado, tratamiento o remisión de residuos peligrosos a confinamiento autorizado o almacenamiento temporal;

IV.- El aseguramiento precautorio de materiales o residuos peligrosos, y demás bienes involucrados con la conducta que da lugar a la imposición de la medida de seguridad, y

V.- La estabilización o cualquier acción análoga que impida que los residuos peligrosos ocasionen los efectos adversos previstos en el primer párrafo de este artículo.

Asimismo, la Secretaría podrá promover ante la autoridad competente, la ejecución de cualquier medida de seguridad que se establezca en otros ordenamientos.

Artículo 106.- De conformidad con esta Ley y su Reglamento, serán sancionadas las personas que lleven a cabo cualquiera de las siguientes actividades:

I.- Acopiar, almacenar, transportar, tratar o disponer finalmente, residuos peligrosos, sin contar con la debida autorización para ello; **II.** Incumplir durante el manejo integral de los residuos peligrosos, las disposiciones previstas por esta Ley y la normatividad que de ella se derive, así como en las propias autorizaciones que al efecto se expidan, para evitar daños al ambiente y la salud;

III.- Mezclar residuos peligrosos que sean incompatibles entre sí;

IV.- Verter, abandonar o disponer finalmente los residuos peligrosos en sitios no autorizados para ello;

V.- Incinerar o tratar térmicamente residuos peligrosos sin la autorización correspondiente;

VI.- Importar residuos peligrosos para un fin distinto al de reciclarlos;

VII.- Almacenar residuos peligrosos por más de seis meses sin contar con la prórroga correspondiente;

VIII.- Transferir autorizaciones para el manejo integral de residuos peligrosos, sin el consentimiento previo por escrito de la autoridad competente;

IX.- Proporcionar a la autoridad competente información falsa con relación a la generación y manejo integral de residuos peligrosos;

X.- Transportar residuos peligrosos por vía aérea;

XI.- Disponer de residuos peligrosos en estado líquido o semisólido sin que hayan sido previamente estabilizados y neutralizados;

XII.- Transportar por el territorio nacional hacia otro país, residuos peligrosos cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos;

XIII.- No llevar a cabo por sí o a través de un prestador de servicios autorizado, la gestión integral de los residuos que hubiere generado;

XIV.- No registrarse como generador de residuos peligrosos cuando tenga la obligación de hacerlo en los términos de esta Ley;

XV.- No dar cumplimiento a la normatividad relativa a la identificación, clasificación, envase y etiquetado de los residuos peligrosos;

XVI.- No cumplir los requisitos que esta Ley señala en la importación y exportación de residuos peligrosos;

XVII.- No proporcionar por parte de los generadores de residuos peligrosos a los prestadores de servicios, la información necesaria para su gestión integral;

XVIII.- No presentar los informes que esta Ley establece respecto de la generación y gestión integral de los residuos peligrosos;

XIX.- No dar aviso a la autoridad competente en caso de emergencias, accidentes o pérdida de residuos peligrosos, tratándose de su generador o gestor;

XX.- No retirar la totalidad de los residuos peligrosos de las instalaciones donde se hayan generado o llevado a cabo actividades de manejo integral de residuos peligrosos, una vez que éstas dejen de realizarse;

XXI.- No contar con el consentimiento previo del país importador del movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos que se proponga efectuar;

XXII.- No retornar al país de origen, los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal;

XXIII.- Incumplir con las medidas de protección ambiental, tratándose de transporte de residuos peligrosos, e

XXIV.- Incurrir en cualquier otra violación a los preceptos de esta Ley.

Artículo 112.- Las violaciones a los preceptos de esta Ley, y disposiciones que de ella emanen serán sancionadas administrativamente por la Secretaría, con una o más de las siguientes sanciones:

I.- Clausura temporal o definitiva, total o parcial, cuando:

a) El infractor no hubiere cumplido en los plazos y condiciones impuestos por la autoridad, con las medidas correctivas de urgente aplicación ordenadas;

b) En casos de reincidencia cuando las infracciones generen efectos negativos al ambiente, o

c) Se trate de desobediencia reiterada, en tres o más ocasiones, al cumplimiento de alguna o algunas medidas correctivas o de urgente aplicación impuestas por la autoridad.

II.- Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas;

III.- La suspensión o revocación de las concesiones, licencias, permisos o autorizaciones correspondientes;

IV.- La remediación de sitios contaminados, y

V.- Multa por el equivalente de veinte a cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en la Ciudad de México al momento de imponer la sanción.

Artículo 113.- En caso de que alguna de las conductas descritas en los artículos anteriores, derive en la comisión de algún delito, cualquier sanción señalada en esta Ley no exime a los responsables de la probable responsabilidad penal.

Artículo 114.- Las autoridades competentes de las entidades federativas y los municipios, procurarán establecer sanciones administrativas que contribuyan a inhibir que las personas físicas o morales violen las disposiciones de esta Ley.

Artículo 115.- Los ingresos que se obtengan de las multas por infracciones a lo dispuesto en esta Ley y en las disposiciones que de ella se deriven, se destinarán a la integración de fondos para la remediación de sitios contaminados que representen un riesgo inminente al ambiente o a la salud.

2.2.3 Ley de Aguas Nacionales

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Artículo 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.

Disposiciones Generales

Artículo 4. La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de "la Comisión".

Artículo 5. Para el cumplimiento y aplicación de esta Ley, el Ejecutivo Federal:

I.- Promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de los estados y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica será a través de los Consejos de Cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno, y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones de la sociedad, conforme a las disposiciones contenidas en esta Ley y sus reglamentos;

II.- Fomentará la participación de los usuarios del agua y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos, y

III.- Favorecerá la descentralización de la gestión de los recursos hídricos conforme al marco jurídico vigente.

Comisión Nacional del Agua

Artículo 9. "La Comisión" es un órgano administrativo desconcentrado de "la Secretaría", que se regula conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y de su Reglamento Interior.

"La Comisión" tiene por objeto ejercer las atribuciones que le corresponden a la autoridad en materia hídrica y constituirse como el Órgano Superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Artículo 14 BIS 4. Para los fines de esta Ley y sus reglamentos, son atribuciones de "la Procuraduría":

I.- Formular denuncias y aplicar sanciones que sean de su competencia;

II.- Sustanciar y resolver los procedimientos y recursos administrativos de su competencia, en los términos de esta Ley y sus disposiciones reglamentarias;

III.- Imponer las medidas técnicas correctivas y de seguridad que sean de su competencia en los términos de esta Ley y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

IV.- Promover las acciones para la reparación o compensación del daño ambiental a los ecosistemas asociados con el agua en los términos de esta Ley y de las demás disposiciones jurídicas aplicables;

V.- Solicitar ante "la Comisión" o el Organismo de Cuenca que corresponda conforme a lo dispuesto en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley,

conforme a sus respectivas competencias, la cancelación de los permisos de descarga, y

VI.- Las demás que señalen las disposiciones legales y reglamentarias para el cumplimiento del objeto de la presente Ley.

Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas

Artículo 85. En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, la Ciudad de México y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.

El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados y de la Ciudad de México, para que estos últimos ejecuten determinados actos administrativos relacionados con la prevención y control de la contaminación de las aguas y responsabilidad por el daño ambiental, en los términos de lo que establece esta Ley y otros instrumentos jurídicos aplicables, para contribuir a la descentralización de la gestión de los recursos hídricos.

Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:

a) Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y

b) Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Artículo 87. "La Autoridad del Agua" determinará los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas, mediante la expedición de Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales, las cuales se publicarán en el Diario Oficial de la Federación, lo mismo que sus modificaciones, para su observancia.

Las declaratorias contendrán:

- I.- La delimitación del cuerpo de agua clasificado;
- II.- Los parámetros que deberán cumplir las descargas según el cuerpo de agua clasificado conforme a los periodos previstos en el reglamento de esta Ley;
- III.- La capacidad del cuerpo de agua clasificado para diluir y asimilar contaminantes, y
- IV.- Los límites máximos de descarga de los contaminantes analizados, base para fijar las condiciones particulares de descarga.

Artículo 89. "La Autoridad del Agua" para otorgar los permisos de descarga deberá tomar en cuenta la clasificación de los cuerpos de aguas nacionales a que se refiere el Artículo 87 de esta misma Ley, las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes y las condiciones particulares que requiera cumplir la descarga.

"La Autoridad del Agua" deberá contestar la solicitud de permiso de descarga presentada en los términos de los reglamentos de esta Ley, dentro de los sesenta días hábiles siguientes a su admisión. En caso de que la autoridad omita dar a conocer al solicitante la resolución recaída a su petición, se considerará que la misma ha resuelto negar el permiso solicitado. En tal supuesto, el promovente podrá solicitar la información pertinente en relación con su trámite y los motivos de la resolución negativa. La falta de resolución a la solicitud podrá implicar responsabilidades a los servidores públicos a quienes competa tal actuación, conforme a lo dispuesto en las leyes aplicables. "La Autoridad del Agua" expedirá el permiso de descarga al que se deberá sujetar el permisionario y en su caso, fijará condiciones particulares de descarga y requisitos distintos a los contenidos en la solicitud.

Cuando la descarga de las aguas residuales afecte o pueda afectar fuentes de abastecimiento de agua potable o a la salud pública, "la Autoridad del Agua" lo comunicará a la autoridad competente y dictará la negativa del permiso correspondiente o su inmediata revocación, y, en su caso, la suspensión del suministro del agua, en tanto se eliminan estas anomalías.

Responsabilidad por Daño Ambiental

Artículo 96 BIS. "La Autoridad del Agua" intervendrá para que se cumpla con la reparación del daño ambiental, incluyendo aquellos daños que comprometan a ecosistemas vitales, debiendo sujetarse en sus actuaciones en términos de ley, de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Artículo 96 BIS 1. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar o compensar el daño ambiental causado en términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del

cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño.

2.2.4 Ley Federal del Mar

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de los párrafos Cuarto, Quinto, Sexto y Octavo del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a las zonas marinas mexicanas.

Artículo 2.- La presente Ley es de jurisdicción federal, rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. Sus disposiciones son de orden público, en el marco del sistema nacional de planeación democrática.

Artículo 3.- Las zonas marinas mexicanas son:

- a) El Mar Territorial
- b) Las Aguas Marinas Interiores
- c) La Zona Contigua
- d) La Zona Económica Exclusiva
- e) La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares y
- f) Cualquier otra permitida por el derecho internacional.

Artículo 4.- En las zonas enumeradas en el Artículo anterior, la Nación ejercerá los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias que esta misma Ley establece, de conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con el derecho internacional.

Artículo 5.- Los Estados extranjeros y sus nacionales, al realizar actividades en las zonas marinas enumeradas en el Artículo 3o., observarán las disposiciones que para cada una de ellas establece la presente Ley, con los derechos y obligaciones consecuentes.

Artículo 6.- La soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las respectivas zonas marinas, conforme a la presente Ley, se ejercerán según lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho internacional y la legislación nacional aplicable, respecto a:

- I.- Las obras, islas artificiales, instalaciones y estructuras marinas;
- II.- El régimen aplicable a los recursos marinos vivos, inclusive su conservación y utilización;
- III.- El régimen aplicable a los recursos marinos no vivos, inclusive su conservación y utilización;
- IV.- El aprovechamiento económico del mar, inclusive la utilización de minerales disueltos en sus aguas, la producción de energía eléctrica o térmica derivada de las mismas, de las corrientes y de los vientos, la

captación de energía solar en el mar, el desarrollo de la zona costera, la maricultura, el establecimiento de parques marinos nacionales, la promoción de la recreación y el turismo y el establecimiento de comunidades pesqueras;

V.- La protección y preservación del medio marino, inclusive la prevención de su contaminación; y

VI.- La realización de actividades de investigación científica marina.

Artículo 7.- Corresponde al Poder Ejecutivo Federal la aplicación de esta Ley, a través de las distintas dependencias de la Administración Pública Federal que, de conformidad con la Ley Orgánica de ésta y demás disposiciones legales vigentes, son autoridades nacionales competentes según las atribuciones que confieren a cada una de ellas.

Artículo 8.- El Poder Ejecutivo Federal podrá negociar acuerdos con Estados vecinos, para la delimitación de las líneas divisorias entre las zonas marinas mexicanas y las correspondientes zonas colindantes de jurisdicción nacional marina de cada uno de ellos, en aquellos casos en que se produzca una superposición entre las mismas, de conformidad con el derecho internacional.

Artículo 9.- No se extenderán las zonas marinas mexicanas más allá de una línea media, cuyos puntos sean equidistantes de los puntos más próximos de las líneas de base a partir de las cuales se mida la anchura del Mar Territorial de un Estado vecino, salvo acuerdo en contrario con ese Estado.

El Poder Ejecutivo Federal no reconocerá la extensión unilateral de las zonas marinas de un Estado vecino, más allá de una línea media, cuyos puntos sean equidistantes de los puntos más próximos de las líneas de base a partir de las cuales se mide la anchura del Mar Territorial mexicano. En estos casos, el Poder Ejecutivo Federal buscará la negociación con el Estado vecino en cuestión, a fin de acordar una solución recíprocamente aceptable.

Artículo 10.- El goce de los derechos que esta Ley dispone a favor de embarcaciones extranjeras, depende de que exista reciprocidad, con el Estado cuya bandera enarbolan, a favor de las embarcaciones nacionales, y siempre que se esté dentro de lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y por el derecho internacional.

Artículo 11.- El Poder Ejecutivo Federal se asegurará de que las relaciones marítimas con otros Estados se lleven a cabo bajo el principio de la reciprocidad internacional, mismo que aplicará tanto en cuanto a las zonas marinas mexicanas como a las establecidas por esos Estados, respecto a cualquier actividad realizada por ellos o por sus nacionales con estricto apego al derecho internacional.

Artículo 12.- El reconocimiento de la Nación a los actos de delimitación de las zonas marinas de otros Estados, se hará con estricto apego a las normas del derecho internacional y con base en la reciprocidad.

Artículo 13.- El Poder Ejecutivo Federal se asegurará de que las autoridades nacionales competentes observen las normas internacionales aplicables que reconocen el derecho de los países sin litoral para enarbolar un pabellón.

De las Instalaciones Marítimas

Artículo 16.- La Nación tiene derecho exclusivo en las zonas marinas mexicanas, de construir, así como el de autorizar y reglamentar la construcción, operación y utilización de islas artificiales, de instalaciones y estructuras, de conformidad con la presente Ley, la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley de Obras Públicas y demás disposiciones aplicables en vigor.

Artículo 17.- La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes inmuebles dedicados a la exploración, localización, perforación, extracción y desarrollo de recursos marinos, o destinados a un servicio público o al uso común en las zonas marinas mexicanas, deberá hacerse observando las disposiciones legales vigentes en la materia.

De los Recursos y del Aprovechamiento Económico del Mar

Artículo 19.- La exploración, explotación, beneficio, aprovechamiento, refinación, transportación, almacenamiento, distribución y venta de los hidrocarburos y minerales submarinos, en las zonas marinas mexicanas, se rige por las Leyes Reglamentarias del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo y en Materia Minera y sus respectivos Reglamentos, así como por las disposiciones aplicables de la presente Ley.

De la Zona Económica Exclusiva

Artículo 48.- El Poder Ejecutivo Federal respetará el goce de los Estados extranjeros, en la Zona Económica Exclusiva, de las libertades de navegación, de sobrevuelo y de tender cables y tuberías submarinos, así como de los otros usos del mar internacionalmente legítimos relacionados con dichas libertades, tales como los vinculados a la operación de embarcaciones, aeronaves, y cables y tuberías submarinos, y que sean compatibles con el derecho internacional.

Artículo 50.- La Zona Económica Exclusiva Mexicana se extiende a 200 millas marinas (370,400 metros) contadas desde las líneas de base a partir de las cuales, de conformidad con el Artículo 26 de esta Ley, se mide la anchura del Mar Territorial.

2.2.5 Ley Federal Sobre Metrología y Normalización

Disposiciones Generales

Artículo 2o.- Esta Ley tiene por objeto:

I. En materia de Metrología:

- a) Establecer el Sistema General de Unidades de Medida;
- b) Precisar los conceptos fundamentales sobre metrología;

- c)** Establecer los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir y los patrones de medida;
- d)** Establecer la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y de indicar el contenido neto en los productos envasados;
- e)** Instituir el Sistema Nacional de Calibración;
- f)** Crear el Centro Nacional de Metrología, como organismo de alto nivel técnico en la materia; y
- g)** Regular, en lo general, las demás materias relativas a la metrología.

II.- En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación:

- a)** Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
- b)** Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal;
- c)** Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal;
- d)** Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
- e)** Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de prueba de las dependencias de administración pública federal;
- f)** Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración; y
- g)** En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

Normalización

Artículo 38.- Corresponde a las dependencias según su ámbito de competencia:

- I.-** Contribuir en la integración del Programa Nacional de Normalización con las propuestas de normas oficiales mexicanas;
- II.-** Expedir normas oficiales mexicanas en las materias relacionadas con sus atribuciones y determinar su fecha de entrada en vigor;
- III.-** Ejecutar el Programa Nacional de Normalización en sus respectivas áreas de competencia;
- IV.-** Constituir y presidir los comités consultivos nacionales de normalización;

V.- Certificar, verificar e inspeccionar que los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades cumplan con las normas oficiales mexicanas;

VI.- Participar en los comités de evaluación para la acreditación y aprobar a los organismos de certificación, los laboratorios de prueba y las unidades de verificación con base en los resultados de dichos comités, cuando se requiera para efectos de la evaluación de la conformidad, respecto de las normas oficiales mexicanas;

VII.- Coordinarse en los casos que proceda con otras dependencias para cumplir con lo dispuesto en esta Ley y comunicar a la Secretaría su opinión sobre los proyectos de regulaciones técnicas de otros países, en los términos de los acuerdos y tratados internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte;

VIII.- Coordinarse con las instituciones de enseñanza superior, asociaciones o colegios de profesionales, para constituir programas de estudio y capacitación con objeto de formar técnicos calificados y promover las actividades a que se refiere esta Ley; y

IX.- Las demás atribuciones que le confiera la presente Ley y su reglamento.

De las Normas Oficiales Mexicanas

Artículo 40.- Las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer:

I.- Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales;

II.- Las características y/o especificaciones de los productos utilizados como materias primas o partes o materiales para la fabricación o ensamble de productos finales sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, siempre que para cumplir las especificaciones de éstos sean indispensables las de dichas materias primas, partes o materiales;

III.- Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor;

IV.- Las características y/o especificaciones relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición, verificación, calibración y trazabilidad;

- V.-** Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente;
- VI.-** Las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo y otros centros públicos de reunión;
- VII.-** La nomenclatura, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos que deberán emplearse en el lenguaje técnico industrial, comercial, de servicios o de comunicación;
- VIII.-** La descripción de emblemas, símbolos y contraseñas para fines de esta Ley;
- IX.-** Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales;
- X.-** Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales;
- XI.-** La determinación de la información comercial, sanitaria, ecológica, de calidad, seguridad e higiene y requisitos que deben cumplir las etiquetas, envases, embalaje y la publicidad de los productos y servicios para dar información al consumidor o usuario;
- XII.-** Las características y/o especificaciones que deben reunir los equipos, materiales, dispositivos e instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas para fines sanitarios, acuícolas, agrícolas, pecuarios, ecológicos, de comunicaciones, de seguridad o de calidad y particularmente cuando sean peligrosos;
- XIII.-** Los apoyos a las denominaciones de origen para productos del país;
- XIV.-** Las características y/o especificaciones que deban reunir los aparatos, redes y sistemas de comunicación, así como vehículos de transporte, equipos y servicios conexos para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios;
- XV.-** Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas; y
- XVI.-** Otras en que se requiera normalizar productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicios de conformidad con otras disposiciones legales, siempre que se observe lo dispuesto por los artículos 45 a 47.

Los criterios, reglas, instructivos, manuales, circulares, lineamientos, procedimientos u otras disposiciones de carácter obligatorio que requieran establecer las dependencias y se refieran a las materias y finalidades que se

establecen en este artículo, sólo podrán expedirse como normas oficiales mexicanas conforme al procedimiento establecido en esta Ley.

Artículo 41.- Las normas oficiales mexicanas deberán contener:

- I.- La denominación de la norma y su clave o código, así como las finalidades de la misma conforme al artículo 40;
- II.- La identificación del producto, servicio, método, proceso, instalación o, en su caso, del objeto de la norma conforme a lo dispuesto en el artículo precedente;
- III.- Las especificaciones y características que correspondan al producto, servicio, método, proceso, instalación o establecimientos que se establezcan en la norma en razón de su finalidad;
- IV.- Los métodos de prueba aplicables en relación con la norma y en su caso, los de muestreo;
- V.- Los datos y demás información que deban contener los productos o, en su defecto, sus envases o empaques, así como el tamaño y características de las diversas indicaciones;
- VI.- El grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración;
- VII.- La bibliografía que corresponda a la norma;
- VIII.- La mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencias; y
- IX.- Las otras menciones que se consideren convenientes para la debida comprensión y alcance de la norma.

Artículo 43.- En la elaboración de normas oficiales mexicanas participarán, ejerciendo sus respectivas atribuciones, las dependencias a quienes corresponda la regulación o control del producto, servicio, método, proceso o instalación, actividad o materia a normalizarse.

Artículo 44.- Corresponde a las dependencias elaborar los anteproyectos de normas oficiales mexicanas y someterlos a los comités consultivos nacionales de normalización.

Asimismo, los organismos nacionales de normalización podrán someter a dichos comités, como anteproyectos, las normas mexicanas que emitan.

Los comités consultivos nacionales de normalización, con base en los anteproyectos mencionados, elaborarán a su vez los proyectos de normas oficiales mexicanas, de conformidad con lo dispuesto en el presente capítulo.

Para la elaboración de normas oficiales mexicanas se deberá revisar si existen otras relacionadas, en cuyo caso se coordinarán las dependencias

correspondientes para que se elabore de manera conjunta una sola norma oficial mexicana por sector o materia. Además, se tomarán en consideración las normas mexicanas y las internacionales, y cuando éstas últimas no constituyan un medio eficaz o apropiado para cumplir con las finalidades establecidas en el artículo 40, la dependencia deberá comunicarlo a la Secretaría antes de que se publique el proyecto en los términos del artículo 47, fracción I.

Las personas interesadas podrán presentar a las dependencias, propuestas de normas oficiales mexicanas, las cuales harán la evaluación correspondiente y en su caso, presentarán al comité respectivo el anteproyecto de que se trate.

Artículo 51.- Las normas oficiales mexicanas deberán ser revisadas cada 5 años a partir de la fecha de su entrada en vigor, debiendo notificarse al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización los resultados de la revisión, dentro de los 60 días naturales posteriores a la terminación del período quinquenal correspondiente. De no hacerse la notificación, las normas perderán su vigencia y las dependencias que las hubieren expedido deberán publicar su cancelación en el Diario Oficial de la Federación. La Comisión podrá solicitar a la dependencia dicha cancelación.

De la observancia de las Normas

Artículo 52.- Todos los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas.

Artículo 53.- Cuando un producto o servicio deba cumplir una determinada norma oficial mexicana, sus similares a importarse también deberán cumplir las especificaciones establecidas en dicha norma.

Para tal efecto, los productos o servicios a importarse deberán contar con el certificado o autorización de la dependencia competente para regular el producto o servicio correspondiente, o de las personas acreditadas y aprobadas por las dependencias competentes para tal fin conforme a lo dispuesto en esta Ley.

Cuando no exista norma oficial mexicana, las dependencias competentes podrán requerir que los productos o servicios a importarse ostenten las especificaciones internacionales con que cumplen, las del país de origen o a falta de éstas, las del fabricante.

2.3 Reglamentos

2.3.1 Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias

Por Acuerdo Presidencial publicado en el "Diario Oficial" de la Federación de fecha 30 de enero de 1978, fue designada la Secretaría de Marina como autoridad competente, para el ejercicio de todas y cada una de las funciones contenidas en

el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias.

Para el cumplimiento de las obligaciones que se derivan del Convenio, es necesaria una reglamentación que tenga por objeto controlar las descargas de dichos vertimientos, quedando sujeta a los principios, requisitos y condiciones que se establecen para prevenir el riesgo y el daño que se pueda ocasionar al equilibrio ecológico.

Organización y Competencia

Artículo 1.- El presente Reglamento se aplicará a los vertimientos deliberados de materias, sustancias o desechos en aguas marítimas jurisdiccionales mexicanas.

Artículo 2.- Corresponde a la Secretaría de Marina a través de la Armada de México y de las Direcciones especializadas de la propia Secretaría la aplicación de este Reglamento respecto del cumplimiento de sus disposiciones, aspectos técnicos y otorgamiento de los permisos.

Acerca del Procedimiento

Artículo 5.- Ninguna persona física o moral podrá efectuar vertimientos deliberados sin la previa autorización expedida por la Secretaría de Marina quien la otorgará en la forma y términos que señala este Reglamento.

Artículo 6.- Los interesados en realizar un vertimiento deberán solicitar por escrito ante la Secretaría de Marina el permiso a que se refiere el Artículo anterior, en el que especificarán la materia, la forma, el envase y la fecha en que se propongan verterla.

Artículo 7.- El permiso se otorgará para verter los desechos y otras materias en la zona específicamente determinada por la Secretaría de Marina, desde barcos y aeronaves; las plataformas u otras estructuras utilizarán dichos medios para trasladar sus desechos hasta el lugar indicado para su vertimiento. Lo anterior independientemente del permiso que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgue por lo que hace a su transportación.

Artículo 8.- La Secretaría de Marina para otorgar un permiso de vertimiento, evaluará su justificación tomando en consideración:

- I.- La necesidad de efectuar el vertimiento después de que la parte interesada demuestre que no es posible otra alternativa.
- II.- El efecto de dicho vertimiento en la salud humana, la biología marina y los valores económicos y recreativos.
- III.- EL efecto que produce el vertimiento en los recursos pesqueros, el plancton, la vida humana, los recursos minerales marinos y las playas.
- IV.- El efecto nocivo de este vertimiento en los ecosistemas marinos particularmente en relación:

- a) La transferencia, concentración y dispersión de las sustancias que pretendan verter y sus metabolitos (bio-productos).
- b) Los cambios substanciales en la diversidad productividad y estabilidad de los ecosistemas marinos.
- c) La permanencia y persistencia de las sustancias vertidas.
- d) El tipo, calidad, cantidad y concentración de los desechos al ser vertidos.
- e) Alternativas en tierra y sus impactos ambientales probables lugares y métodos para llevarlos a cabo, tomando en cuenta el interés público y la posibilidad de un impacto adverso en las aguas oceánicas.
- f) El efecto que causen en los océanos y su influjo en los estudios científicos, pesca y otras exploraciones de los recursos vivos e inertes del mar.

V.- Los factores enumerados en el Anexo III de este Reglamento.

VI.- La protección a la vida humana, vida marina y los usos legítimos del mar.

VII.- Naturaleza y cantidad de la sustancia que va a ser vertida.

VIII.- El método y la frecuencia del vertimiento que se autorice y la fecha o fechas en que tal vertimiento deberá llevarse a cabo.

IX.- La manera de almacenar, contener, cargar, transportar y descargar la sustancia que se autorice a verter.

X.- El sitio señalado por la autoridad competente para que se realice el vertimiento,

XI.- La ruta que de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes deberá seguir el barco o aeronave que transporte la sustancia al sitio de vertimiento.

XII.- Las precauciones especiales que deban ser tomadas respecto de la carga, transporte y vertimiento de la sustancia.

Artículo 9.- Para los efectos de este Reglamento debe entenderse como vertimiento, toda evacuación deliberada en el mar por desechos u otras materias, efectuadas desde buques, aeronaves y las que realicen por estos medios las plataformas y otras estructuras.

Artículo 10.- No se otorgará permiso alguno para vertimientos que alteren las normas y calidad del agua o que pongan en peligro la salud humana, su bienestar o el medio marino, sistemas ecológicos o potencialidades económicas y que afecten las áreas recreativas tales como balnearios en las playas, "marinas" y zonas deportivas.

Artículo 13.- Para otorgar un permiso de vertimiento de algunas de las sustancias enumeradas en el Anexo I de este Reglamento, la autoridad competente exigirá que éstas puedan:

- a) Degradarse rápidamente en sustancias inocuas, que por los procedimientos físicos, químicos o biológicos a que hayan sido sometidas previamente, no contaminen ni alteren el sabor de los organismos marinos comestibles, para que no representen un peligro a la salud humana o a la de los animales domésticos.

Artículo 15.- El permiso de vertimiento se dará para realizarlo en la fecha señalada en el mismo; en caso de que por fuerza mayor no se efectúe, deberá acudirse ante la Secretaría de Marina para que con la debida antelación se fije nueva fecha.

Artículo 16.- La Secretaría de Marina podrá Suspender un vertimiento o revocar el permiso ya concedido, así como cambiar sus términos y condiciones, cuando varíen o se presenten hechos o circunstancias posteriores, que determinen una modificación substancial en la forma en que fue otorgado, escuchando siempre al interesado.

Artículo 17.- Para otorgar un permiso, la Secretaría de Marina lo hará del conocimiento de las Dependencias del Gobierno Federal o Instituciones Públicas, que, por sus funciones, puedan emitir opinión al respecto contraria a su expedición.

Artículo 18.- La autoridad competente tomará en cuenta para la expedición de todo permiso, los factores a que se refiere el Anexo III del presente Reglamento.

Inspección y Vigilancia

Artículo 19.- La Secretaría de Marina vigilará la estricta observancia de este Reglamento, mediante los inspectores que al efecto designe, sin perjuicio de las facultades que a otras autoridades pudieran corresponderles.

Artículo 21.- Toda inspección realizada dará motivo a levantar acta pormenorizada de la misma, en la que manifestará el propietario o persona que se le equipare o encargado, lo que a su derecho convenga. Dicha acta será firmada por el inspector, la autoridad en materia de transporte que interviniere y la parte interesada ante dos testigos; si el propietario, persona que se le equipare o el encargado se negare a firmar, dicha circunstancia se hará constar en el mismo documento.

Anexo I

Petróleo crudo, fuel-oil, aceite pesado diésel, y aceites lubricantes, fluidos hidráulicos, y mezclas que contengan esos hidrocarburos, cargados con el fin de ser vertidos.

Anexo III

Entre los factores que deberán encaminarse al establecer criterios que rijan la concesión de permisos para el vertimiento de materias en el mar, están los siguientes:

A. Características y composición de la materia.

1. Cantidad total y composición media de la materia vertida (por ejemplo, por año).
2. Forma, por ejemplo, sólida, lodosa, líquida o gaseosa.
3. Propiedades: físicas (por ejemplo, solubilidad y densidad) químicas y bioquímicas (por ejemplo, demanda de oxígeno, nutrientes) y biológica (por ejemplo, presencia de virus, bacterias, levaduras, parásitos).
4. Toxicidad.
5. Persistencia: física, química y biológica.
6. Acumulación y bio transformación en materiales biológicos o sedimentos.
7. Susceptibilidad a los cambios físicos químicos y bioquímicos e interacción en el medio acuático con otros materiales orgánicos disueltos.
8. Probabilidad de que se produzcan contaminaciones u otros cambios que reduzcan la posibilidad de comercialización de los recursos (pescados, moluscos, etc.)

B. Características del lugar de vertimiento y método de depósito.

1. Situación (por ejemplo, coordenadas de la zona de vertimiento profundidad y distancia de la costa), situación respecto a otras zonas (por ejemplo, zonas de esparcimiento, de desove, de criaderos y de pesca y recursos explotables).
2. Tasa de eliminación por período específico (por ejemplo, cantidad por día, por semana por mes).
3. Métodos de envasado y contención, si los hubiere.
4. Dilución inicial lograda por el método de descarga propuesto.
5. Características de la dispersión (por ejemplo, efectos de las corrientes, mareas y viento sobre el desplazamiento horizontal y la mezcla vertical).
6. Características del agua (por ejemplo, temperatura, pH, salinidad, estratificación, índices de oxígeno de la contaminación Oxígeno Disuelto (CD), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)-nitrógeno presente en forma orgánica y mineral incluyendo amoníaco, materias en suspensión, otros nutrientes y productividad).

7. Características de los fondos (por ejemplo, topografía, características geoquímicas y geológicas por productividad biológica).
8. Existencia y efectos de otros vertimientos que se hayan efectuado en la zona de vertimiento (por ejemplo, antecedentes sobre contenido de metales pesados y contenido de carbono orgánico).
9. Al expedir un permiso para efectuar una operación de vertimiento, las Partes Contratantes deberán considerar si existe una base científica adecuada, para determinar, como se expone en el presente anexo, las consecuencias de tal vertimiento teniendo en cuenta las variaciones estacionales.

C. Consideraciones y condiciones generales.

1. Posibles efectos sobre los esparcimientos (por ejemplo, presencia de material flotante o varado, turbidez, malos olores, decoloración y espumas).
2. Posibles efectos sobre la vida marina, piscicultura y conchicultura, reservas de especies marinas y pesquerías, y recolección y cultivo de algas marinas.
3. Posibles efectos sobre otras utilidades del mar (por ejemplo, menoscabo de la calidad del agua para usos industriales, corrosión submarina de las estructuras, entorpecimiento de las operaciones de buques por la presencia de materias flotantes, entorpecimiento de la pesca o de la navegación por el depósito de desechos u objetos sólidos en el fondo del mar y protección de zonas de especial importancia para fines científicos o de conservación).
4. Disponibilidad práctica de métodos alternativos de tratamiento, evacuación o eliminación situados en tierra, o de tratamiento para convertir la materia en sustancias menos nocivas para su vertimiento en el mar

2.4 Convenios

2.4.1 Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación desde los Buques (MARPOL 73/78)

Adopción: 1973 (Convenio MARPOL), 1978 (Protocolo de 1978), 1997 (Protocolo – Anexo VI); entrada en vigor: 2 de octubre de 1983 (Anexos I y III).

El Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, (MARPOL) es el principal convenio internacional que versa sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales.

El Convenio MARPOL fue adoptado el 2 de noviembre de 1973 en la sede de la OMI. El Protocolo de 1978 se adoptó en respuesta al gran número de accidentes de buques tanque ocurridos entre 1976 y 1977. Habida cuenta de que el Convenio MARPOL 1973 aún no había entrado en vigor, el Protocolo de 1978 relativo al

Convenio MARPOL absorbió el Convenio original. El nuevo instrumento entró en vigor el 2 de octubre de 1983. En 1997, se adoptó un Protocolo para introducir enmiendas en el Convenio y se añadió un nuevo Anexo VI, que entró en vigor el 19 de mayo de 2005. A lo largo de los años, el Convenio MARPOL ha sido objeto de diversas actualizaciones mediante la incorporación de enmiendas.

En el Convenio figuran reglas encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques, tanto accidental como procedente de las operaciones normales, y actualmente incluye seis anexos técnicos. En la mayoría de tales anexos figuran zonas especiales en las que se realizan controles estrictos respecto de las descargas operacionales.

Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos (entrada en vigor 2 de octubre de 1983)

En el Anexo I se aborda la cuestión de la prevención de la contaminación por hidrocarburos como consecuencia de medidas operacionales, así como de derrames accidentales; las enmiendas de 1992 al Anexo I hicieron obligatorio el doble casco para los petroleros nuevos e incorporaron un calendario de introducción gradual para que los buques tanque existentes se adaptasen al doble casco, lo que fue revisado posteriormente en 2001 y 2003.

Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel (entrada en vigor: 2 de octubre de 1983)

En el Anexo II se determinan con precisión los criterios relativos a las descargas y las medidas destinadas a prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel; se han evaluado e incluido unas 250 sustancias en la lista que figura como apéndice del Convenio; la descarga de sus residuos se permite tan sólo en instalaciones de recepción, a menos que se cumplan ciertas concentraciones y condiciones (que varían según la categoría de las sustancias).

En cualquier caso, no se permiten las descargas de residuos que contengan sustancias perjudiciales a menos de 12 millas de la tierra más próxima.

Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos (entrada en vigor 1 de julio de 1992)

En el Anexo III se establecen prescripciones generales para la promulgación de normas detalladas sobre empaquetado, marcado, etiquetado, documentación, estiba, limitaciones cuantitativas, excepciones y notificaciones.

A los efectos del presente anexo, "sustancias perjudiciales" son las consideradas como contaminantes del mar en el Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (Código IMDG)* o las que cumplen los criterios que figuran en el apéndice del Anexo III.

Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques (entrada en vigor: 27 de septiembre de 2003)

En el Anexo IV se establecen prescripciones para controlar la contaminación del mar por aguas sucias: la descarga de aguas sucias al mar está prohibida a menos que el buque utilice una instalación de tratamiento de aguas sucias aprobada o descargue aguas sucias previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema aprobado, a una distancia superior a 3 millas marinas de la tierra más próxima, o a una distancia superior a 12 millas marinas de la tierra más próxima si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas.

Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación ocasionada por las basuras de los buques (entrada en vigor: 31 de diciembre de 1988)

El Anexo V trata de los distintos tipos de basuras y especifica las distancias desde tierra y la manera en que se pueden evacuar; la característica más importante del anexo es la total prohibición impuesta al vertimiento en el mar de toda clase de plásticos.

Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques (entrada en vigor: 19 de mayo de 2005)

En el Anexo VI se establecen los límites de las emisiones de óxidos de azufre y de óxidos de nitrógeno de los escapes de los buques y se prohíben las emisiones deliberadas de sustancias que agotan el ozono; para las zonas de control de emisiones designadas se establecen normas más estrictas en relación con la emisión de SO_x, NO_x y de materias particuladas. En un capítulo adoptado en 2011 se establecen medidas técnicas y operacionales obligatorias de eficiencia energética encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los buques.

2.4.2 Convenio Internacional sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otras Materias

Adopción: 13 de noviembre de 1972; entrada en vigor: 30 de agosto de 1975; Protocolo de 1996: Adopción: 7 de noviembre de 1996; entrada en vigor: 24 de marzo de 2006.

La Conferencia intergubernamental para el Convenio sobre vertimiento de desechos en el mar, que se celebró en Londres en noviembre de 1972 por invitación del Reino Unido, adoptó ese instrumento, al que generalmente se conoce como "Convenio de Londres". Este Convenio, que es uno de los primeros convenios internacionales para la protección del medio marino de las actividades de los seres humanos, entró en vigor el 30 de agosto de 1975. Desde 1977 ha sido administrado por la OMI.

El Convenio de Londres contribuye al control y la prevención internacionales de la contaminación del mar mediante la prohibición del vertimiento de determinados materiales potencialmente peligrosos. Por otra parte, es necesario un permiso especial previo al vertimiento de otros materiales identificados, así como un permiso general para el vertimiento de todos los demás desechos y materias.

Se ha definido el "vertimiento" como toda evacuación deliberada al mar de desechos u otras materias, efectuada desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, así como toda evacuación deliberada de esos propios buques o plataformas. En los anexos se enumeran los desechos que no pueden verterse y otros para los cuales se necesita un permiso de vertimiento especial.

Por medio de las enmiendas que se adoptaron en 1993, y que entraron en vigor en 1994, se prohibió el vertimiento en el mar de desechos radiactivos de baja actividad. Por otra parte, en las enmiendas se establece la supresión gradual de la evacuación de desechos industriales en el mar, la cual cesó el 31 de diciembre de 1995, al tiempo que se prohíbe la incineración de desechos industriales en el mar.

En 1996, las Partes adoptaron el Protocolo de 1996 relativo al Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972 (que se conoce como el "Convenio de Londres"), y que entró en vigor en 2006.

El Protocolo, que se supone que reemplazará el Convenio de 1972, representa un cambio de criterio importante sobre la forma de reglamentar la utilización del mar como depósito de materiales de desecho. En lugar de establecer cuáles son los materiales que no podrán verterse, se prohíbe todo vertimiento, excepto los de los desechos aceptables que figuran en la llamada "lista de vertidos permitidos", contenida en un anexo del Protocolo.

En el Protocolo de Londres se hace hincapié en un "planteamiento preventivo", según el cual "se adoptarán las medidas preventivas procedentes cuando haya motivos para creer que los desechos u otras materias introducidos en el medio marino pueden ocasionar daños aun cuando no haya pruebas definitivas que demuestren una relación causal entre los aportes y sus efectos".

En dicho Protocolo también se establece que "quien contamina debería, en principio, sufragar los costos de la contaminación" y se subraya que las Partes Contratantes deben cuidarse de que la aplicación del Protocolo no signifique simplemente que la contaminación se traslade de un lugar geográfico a otro.

Las Partes Contratantes en el Convenio y Protocolo de Londres han adoptado recientemente medidas encaminadas a mitigar el impacto de las cada vez más elevadas concentraciones de CO₂ en la atmósfera (y por consiguiente en el medio marino) y a garantizar el control y la reglamentación eficaces de las nuevas tecnologías concebidas para tratar de afectar masivamente al clima, y que eventualmente podrían afectar adversamente al medio marino. Hasta el presente, estos instrumentos han sido las normativas internacionales más avanzadas para abordar las cuestiones relacionadas con la captura y secuestro de carbono en las formaciones geológicas del subfondo marino y en la ingeniería del clima marino, como, por ejemplo, la fertilización de los océanos.

Mediante el Protocolo de 1996 se limita todo vertimiento excepto el de las sustancias que figuran en la lista (respecto de las cuales aún se necesita un permiso).

En el Artículo 4 se dispone que las Partes Contratantes "prohibirán el vertimiento de cualesquiera desechos u otras materias, con excepción de los que se enumeran en el anexo 1".

Las sustancias permitidas son las siguientes:

1. Materiales de dragado.
2. Fangos cloacales.
3. Desechos de pescado o materiales resultantes de las operaciones de elaboración del pescado.
4. Buques y plataformas u otras construcciones en el mar.
5. Materiales geológicos inorgánicos inertes.
6. Materiales orgánicos de origen natural.
7. Objetos voluminosos constituidos principalmente por hierro, acero, hormigón y materiales igualmente no perjudiciales en relación con los cuales el impacto físico sea el motivo de preocupación, y solamente en aquellas circunstancias en que esos desechos se viertan en lugares como islas pequeñas con comunidades aisladas, en que no haya acceso práctico a otras opciones de evacuación que no sea el vertimiento.
8. Flujos de CO₂ procedentes del proceso de captura de CO₂.

2.4.3 Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en caso de Accidentes que causen Contaminación por Hidrocarburos

Adopción: 29 de noviembre de 1969; entrada en vigor: 6 de mayo de 1975.

En el Convenio se afirma el derecho del Estado ribereño a adoptar las medidas que puedan ser necesarias en alta mar para prevenir, mitigar o eliminar todo peligro contra su litoral o intereses conexos, debido a la contaminación o amenaza de contaminación por hidrocarburos, a raíz de un siniestro marítimo.

No obstante, el Estado ribereño está facultado únicamente para tomar las medidas que sean necesarias, y eso tras celebrar consultas con las Partes interesadas, en particular el Estado o Estados de abanderamiento del buque o buques implicados, los propietarios de los buques o las cargas de que se trate y, cuando las circunstancias lo permitan, los expertos independientes designados para ese fin.

Todo Estado ribereño que tome medidas que excedan las permitidas en virtud del Convenio se expone a pagar indemnización por cualesquiera daños que esas medidas pudiesen causar. Se prevé un procedimiento de arbitraje para la solución de controversias resultantes de la aplicación del convenio.

El Convenio se aplica a todos los buques de navegación marítima, excepto los buques de guerra u otros buques cuya propiedad o explotación corresponda a un Estado y destinados a servicios no comerciales del Gobierno.

El Convenio de intervención, 1969, se aplicaba a siniestros que entrañasen contaminación por hidrocarburos. Habida cuenta de la creciente cantidad de otras sustancias, principalmente productos químicos, transportadas por buques, algunas de las cuales causarían, si se derramasen, graves peligros para el medio marino, la Conferencia de Bruselas de 1969 reconoció la necesidad de ampliar el Convenio para incluir sustancias distintas de los hidrocarburos.

Por lo tanto, la Conferencia de Londres sobre contaminación del mar, celebrada en 1973, adoptó el Protocolo relativo a la intervención en alta mar en casos de contaminación por sustancias distintas de los hidrocarburos, el cual amplía el régimen del Convenio de intervención, 1969, a las sustancias que, o bien están enumeradas en el anexo del Protocolo, o tienen características sustancialmente análogas a las de esas sustancias.

3. LA TEGNOLOGÍA DE LA PERFORACIÓN MARINA

Para cumplir con la regulación ambiental que marca la legislación mexicana, la industria petrolera se apoya de tecnología de perforación marina que se ha desarrollado a través del tiempo, la cual permite a las compañías petroleras desarrollar las actividades de perforación de una manera segura tanto para el personal que en ella labora, como para el medio ambiente.

En este capítulo se menciona de manera general y resumida algunos de estos equipos y sus principales características, así mismo, se mencionan las principales características de los fluidos de perforación, considerando éstos como un avance tecnológico de gran importancia y que al igual que los equipos y herramientas, está en constante evolución.

3.1 Equipos de Perforación Marinos

Uno de los logros de mayor importancia dentro de la industria petrolera ha sido el desarrollo de tecnología que permite la perforación de pozos costa fuera para acceder a fuentes adicionales de energía. El proceso de perforación de un pozo en costa fuera no es tan distinto del proceso utilizado en pozos costa adentro, ya que ambos se basan en perforación por rotación y comparten sistemas similares. Las diferencias principales son el tipo de equipos de perforación y la modificación de algunos métodos utilizados para llevar a cabo las operaciones en situaciones más complejas.

Una plataforma petrolífera es el conjunto de instalaciones ubicadas en los mares u océanos para extraer petróleo o gas natural del subsuelo marítimo. Una de las principales tareas que se realizan en estas instalaciones, es perforar el subsuelo hasta alcanzar la zona donde se encuentra el petróleo o gas, lo cual puede ser a cientos de metros debajo del fondo marino. Los principales equipos utilizados en la perforación de pozos petroleros en campos marinos son:

1. Plataformas auto-elevables (Jack-up).
2. Buques perforadores.
3. Plataformas semi-sumergibles.
4. Plataformas con Piernas Tensionadas (TLP).
5. Plataformas Sistema SPAR.

3.1.1 Plataformas Auto Elevables Jack-Up

Este es un tipo de plataforma especial usada para perforación y reparación de pozos. Tiene la capacidad de moverse de una localización a otra, por medio de autopropulsión o por medio de remolcadores. Así, la perforación es su función principal, ya sea de pozos exploratorios o de desarrollo.

Una vez que se encuentra en la posición deseada, las piernas son bajadas hasta alcanzar el fondo marino. Cuando las columnas o piernas se encuentran asentadas en el lecho marino, la cubierta es elevada más allá del nivel de agua, hasta tener una plataforma de perforación estable.

Cuenta con una cubierta que tiene capacidad de posicionarse a la elevación que se requiera. Ésta soporta sobre si todo el equipo necesario para lograr su objetivo. Además de un módulo habitacional y un helipuerto.

Otra de sus características importantes es la torre de perforación ubicada en el cantiliver móvil. Esto permite el acercamiento de la misma a los pozos de las plataformas fijas. Debido a las longitudes de sus piernas, con estos equipos se puede perforar pozos en tirantes de agua de hasta 90 metros. Sus capacidades de carga total variable son de 1500 a 1800 toneladas cortas y su carga total varía entre 7200 y 7670 toneladas.

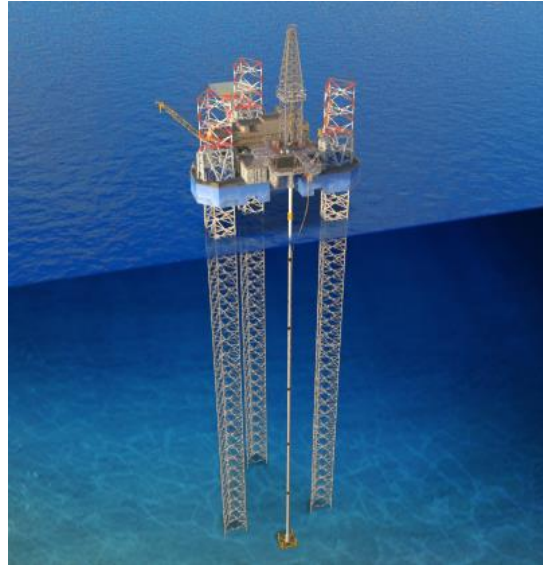


Figura 1 Plataforma Auto-elevable, Oil States Industries Inc.

3.1.2 Buques Perforadores

Son unidades de perforación móviles y operan en profundidades de mar entre 200 y 1000 metros, utilizando un sistema de anclas, y en aguas más profundas de mil metros utilizando un sistema de posición dinámica. Son básicamente grandes barcos instalados con un sistema completo de perforación. Son particularmente útiles en áreas lejanas puesto que necesitan un apoyo limitado. La perforación se efectúa por el medio de una gran apertura en el fondo del casco.

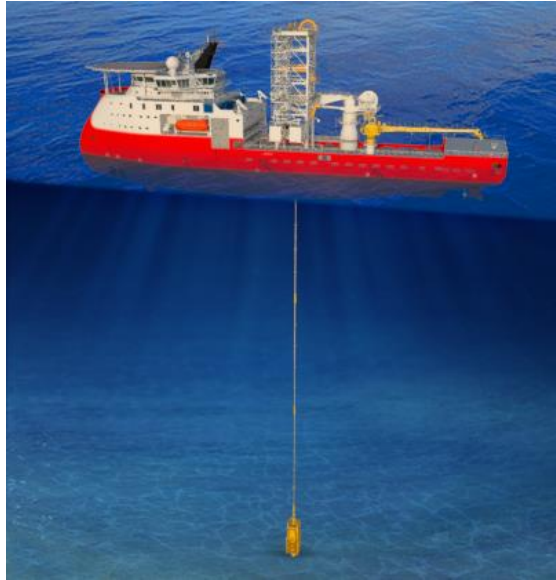


Figura 2 Buque Perforador, Oil States Industries Inc.

3.1.3 Plataformas Semi-sumergibles

Plataformas enormes, utilizadas en profundidades de mar entre setenta y mil metros, donde se amarran con sistemas de anclas, y si la profundidad del mar es de un poco más de 1000 metros, se amarran con un sistema de posicionamiento dinámico. Estas plataformas pueden ser remolcadas al sitio o pueden ser capaces de trasladarse con su propia propulsión.



Figura 3 Plataforma Semi-sumergible, Plataforma Bicentenario Pemex.

3.1.4 Plataformas con Piernas Tensionadas (TLP)

Consiste en una estructura flotante sujeta por tensores verticales, los cuales están conectados y cimentados al lecho marino por pilotes asegurados a éste. Los tensores prevén una amplia gama de movimiento vertical limitado en diferentes profundidades del mar. Los TLP (Tensioned Leg Platform) más grandes se han

desplegado con éxito en las profundidades del agua que se acercan a los 1,400 metros.



Figura 4 Plataforma con Piernas Tensionadas, RigZone.

3.1.5 Plataformas tipo SPAR

Una plataforma tipo SPAR (Single Point Anchor Reservoir) se caracteriza por tener un cilindro vertical de gran tamaño el cual se encarga de soportar en su cima todo el equipo de perforación. La mayor parte de la instalación SPAR está localizada por debajo de la superficie del agua, lo cual provee a la instalación de una gran estabilidad. El componente principal de las plataformas tipo SPAR es la cámara cilíndrica hueca, adicionalmente el fondo del cilindro está equipado con una sección de lastre hecha con un material más pesado que el agua, asegurando que el centro de gravedad este localizado por debajo del centro de la boya.

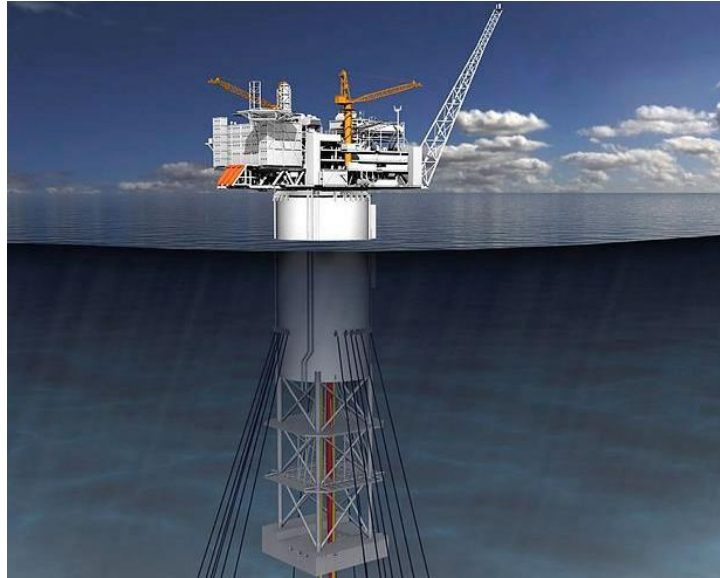


Figura 5 Plataforma tipo SPAR, Drill Cool Systems Inc.

3.2 Sistema Top Drive

El Top-Drive se compone de una unión giratoria, motor eléctrico, frenos de disco para cualquier orientación direccional y un freno de inercia; de un sistema para controlar el torque, sistemas de control remoto para controlar el gancho, sistema de contrabalanceo para duplicar las funciones del amortiguamiento del gancho convencional, válvula de control inferior, elevador bi direccional para enganchar lingadas y elevadores de potencia. Éstos últimos son opcionales.



Figura 6 Top Drive, Tesco.

Aplicaciones:

Para perforar pozos desviados, horizontales, multilaterales y bajo balance.

Beneficios:

- Elimina dos tercios de las conexiones al perforar con lingadas triples.
- Mantiene la orientación direccional en intervalos de 90 pies, y reduce el tiempo de supervisión (survey time) mejorando el control direccional.
- Toma núcleos en intervalos de 90 pies sin tener que hacer conexiones.
- Se tiene perforación horizontal en tramos de 90 pies.
- Mejora la eficiencia en perforación bajo balance.
- Se puede escarear y circular durante los viajes.
- Se puede circular y rotar mientras se viaje en pozos horizontales.
- Mejora la seguridad en el manejo de la tubería.
- Se tiene para perforación en tierra o costa afuera.
- Sistemas compactos para adaptarse a la mayoría de los equipos de perforación.

Especificaciones:

- Motor eléctrico.
- Guía de torsión CANRIG que cancela la contra torsión de perforación.
- Existen equipos portátiles o fijos.

3.3 Posicionamiento Dinámico

Es la técnica para mantener automáticamente la unidad de perforación en una localización en el mar sin el sistema de anclaje, dentro de una tolerancia especificada por el uso de vectores de empuje para contrarrestar las fuerzas del viento, olas y corrientes que tienden a mover la unidad de la posición de interés.

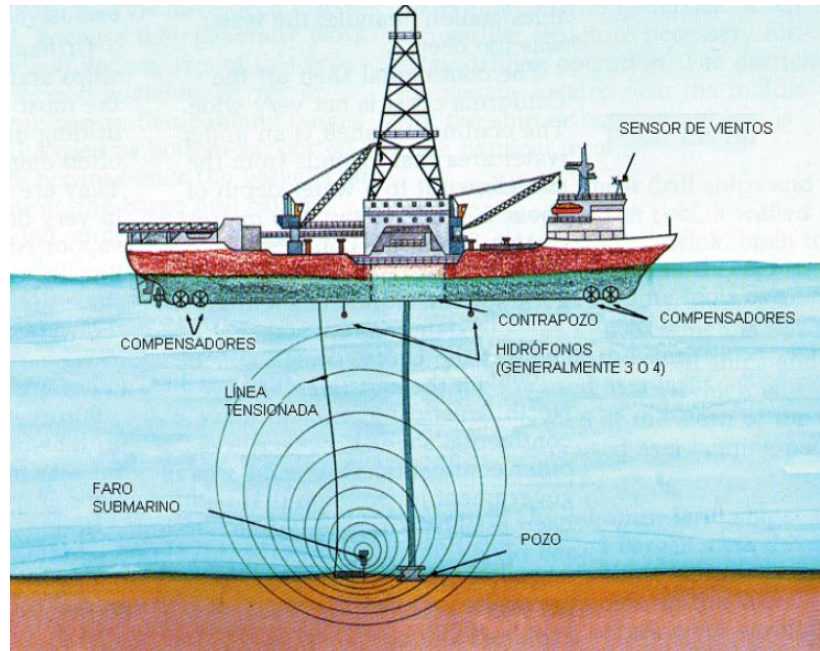


Figura 7 Posicionamiento Dinámico, Un Siglo de la Perforación en México.

Al aumentar la profundidad del agua, la tarea de posicionamiento dinámico se vuelve más fácil porque el mismo porcentaje de profundidades permite mayor movimiento en aguas profundas; por ejemplo, dado un cinco por ciento de exactitud requerida, es casi imposible permanecer dentro de 1.5 m (4.92 pies) en 30 m (100 pies) de tirante de agua. Igualmente, con el mismo cinco por ciento en 305 m (1000 pies) de tirante, se permite un desplazamiento del pozo de 15 m (50 pies), la cual es una tolerancia realista.

3.4 Compensación de movimiento vertical (CMV)

La aplicación más importante de un compensador de movimientos de la sarta de perforación (CMV), es contrarrestar el movimiento vertical de la unidad de perforación que podría ser transmitido a la sarta de perforación. Esta anulación del movimiento mejora la operación de los siguientes procedimientos:

Perforación

El sistema CMV mantiene virtualmente un peso constante sobre la barrena, mejora la velocidad de perforación y aumenta significativamente la vida de aquella. Además, permite cambios fáciles e instantáneos en el peso sobre la barrena al ajustar la presión en el CMV y sin tener que hacer viajes de tubería para agregar o quitar lastra barrenas.

Sentado de tubería de revestimiento

El sistema CMV permite también que la tubería de revestimiento sea alojada con suavidad en su nido, hasta en condiciones adversas de oleaje o de movimiento vertical, lo que de otra forma sería imposible.

Seguridad en el control del pozo

El sistema CMV hace que se cierren los arietes sobre la tubería de perforación, eliminando el movimiento vertical y, por lo tanto, el desgaste de los elementos de empaque de los arietes y/o el preventor.

Operaciones misceláneas

El uso del sistema CMV permite realizar operaciones que podrían no llevarse a cabo, ser obstaculizados o suspendidas porque la sarta de perforación se mueve simultáneamente.

Existen tensionadores para los conductores o risers, tensionadores de sarta y tensionadores de líneas guía.

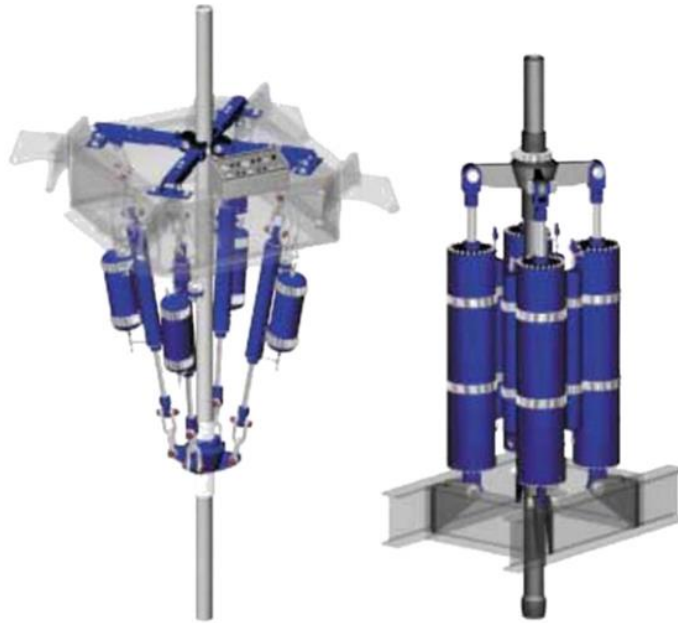


Figura 8 Sistema de Tensores Hidroneumáticos de Risers y Sarta, Subsea Engineering Handbook Y. Bai and Q. Bai.

3.5 Equipo para el control de pozos

Actualmente la industria de la perforación en aguas profundas se encuentra con estrictas regulaciones en cuanto al diseño y capacidades de los equipos BOP utilizados en los trabajos en aguas profundas de yacimientos de alta presión y alta temperatura, principalmente debido a los acontecimientos relativamente recientes en el pozo Macondo en el cual la plataforma Deepwater Horizon fue destruida.

La industria ha estado perforando pozos de altas presiones y altas temperaturas en la parte de aguas profundas del Golfo de México a profundidades TVD (Profundidad Vertical Total) de alrededor de 30,000 pies en la última década. Las presiones de yacimiento van de los 20,000 a los 25,000 psi, mientras que las temperaturas son de más de 350 °F (177 °C).

En el Golfo de México, los requerimientos de los distintos operadores han llevado al desarrollo de diferentes tecnologías que permitan trabajar en ambientes de presión y temperatura elevados. En el caso del Golfo de México, se ha visto la necesidad de proveer los equipos de perforación con nuevas tecnologías de preventores.

Muchas compañías petroleras y operadoras han establecido para la perforación en el Golfo de México, la necesidad de incorporar preventores de RAMS calificados para soportar 20,000 psi en el aparejo inferior del conjunto de preventores, además de preventores anulares localizados en el arreglo inferior del riser marino. El desarrollo de equipos de control que soporten 20,000 psi también requerirá del incremento de las capacidades de carga para trabajar con tuberías más grandes, pesadas y resistentes, lo que a su vez requiere de presiones disponibles en los acumuladores koomey de más de 5,000 psi (siendo 5,000 psi la capacidad máxima de la mayoría de los acumuladores actualmente utilizados).

La bomba Koomey es un conjunto hidráulico, neumático, mecánico y eléctrico. Su función es mantener una presión acumulada para operar en emergencias el cierre de los preventores, se utiliza para efectuar un cierre de los preventores ya sea por medio de los acumuladores, la bomba hidráulica triplex o con las bombas neumáticas y con el paquete de energía auxiliar.

Las bombas son instaladas de tal manera que cuando la presión en los acumuladores baje al 90% de la presión de operación, se active un interruptor electromagnético y arranquen automáticamente para restablecer la presión.

En las plataformas marinas, se debe contar con un control remoto en la oficina del superintendente y una consola adicional debe de ser ubicada en el muelle que este situado a favor de los vientos dominantes.

3.5.1 BOP (Preventor de Reventón del Pozo)

El BOP (Blow Out Preventor) es un dispositivo que se suele utilizar a nivel del suelo (o del lecho marino) con el fin de prevenir el escape accidental de fluidos y/o gas del pozo durante la perforación.

La instalación y operación de los sistemas y equipos de control de pozos resultan ser actividades de vital importancia, ya que sus prácticas deben realizarse con el nivel de seguridad requerido, reduciendo al mínimo los riesgos de un accidente o de un impacto adverso al entorno.

Los elementos de básicos de un sistema de control de pozo submarino son:

3.5.2 Acumuladores

Los acumuladores son recipientes que almacenan los fluidos hidráulicos bajo presión. Los términos acumulador y unidad de cierre con frecuencia son empleados en forma intercambiable.

Precisando, una unidad de cierre es una manera de cerrar el preventor, mientras que un acumulador es una parte del sistema que almacena fluido hidráulico bajo

presión, para que este actúe hidráulicamente en el cierre de los preventores. Por medio del gas nitrógeno comprimido, los acumuladores almacenan energía, la cual será usada para efectuar un cierre rápido.



Figura 9 Acumulador Submarino, Marine Well Containment Company.

Existen dos tipos de acumuladores:

- *Tipo flotador:* utiliza un pistón flotante para separar el nitrógeno del fluido hidráulico.
- *Tipo separador:* usa un diagrama flexible, el cual es de hule sintético, resistente y separa completamente la precarga de nitrógeno del fluido hidráulico.

3.5.3 Preventor de arietes

El preventor de arietes tiene como característica principal el poder utilizar diferentes tipos y medidas de arietes, según se requiera en los arreglos de los conjuntos de preventores, y por su diseño es considerado como el más seguro.



Figura 10 Preventor de arietes doble, National Oilwell Varco.

Otras características son:

- El cuerpo del preventor se fabrica como unidad sencilla o doble.
- Puede instalarse en pozos terrestres o costa afuera.
- La presión del pozo ayuda a mantener cerrados los arietes.
- Tiene un sistema de operación secundario para cerrar manualmente los arietes.
- Los elementos de los arietes tienen una reserva de hule auto-alimentable.
- Los arietes de corte sirven para cortar la tubería y cerrar completamente el pozo

3.5.4 Arietes Anulares

Los arietes de preventores constan de una pieza de acero fundido de baja aleación y de un conjunto sellante diseñado para resistir la compresión y sellar eficazmente. Los tipos de arietes usados en los arreglos de los conjuntos de preventores son los siguientes:

Ariete anular para preventor tipo “U”: Los arietes para tubería de perforación o revestimiento están constituidos por un sello superior y por un empaque frontal. Ambos empaques son unidades separadas y pueden cambiarse independientemente.

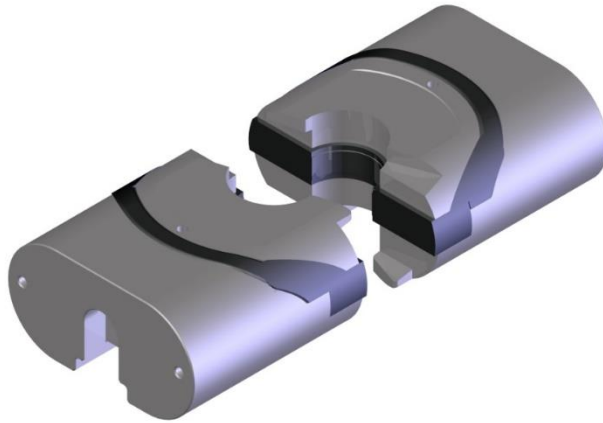


Figura 11 Rams tipo "U", Xinde.

En caso de emergencia permite el movimiento vertical de la tubería, para lo cual deberá regularse la presión de cierre del preventor, así como también permiten colgar la sarta.

Arietes ajustables: Los arietes ajustables son similares a los descritos anteriormente. La característica que los distingue es cerrar sobre un rango de diámetro de tubería, así como de la flecha.



Figura 12 Rams ajustables, Xinde.

Arietes de corte: Los arietes de corte están constituidos por cuchillas de corte integrados al cuerpo del ariete, empaques laterales, sello superior y empaques frontales de las cuchillas. La función de estos arietes es cortar tubería y actuar como arietes ciegos para cerrar el pozo, cuando no se dispone de los arietes ciegos. Durante la operación normal de perforación, están instalados en bonetes modificados, aumentando el área del pitón y la carrera de operación.

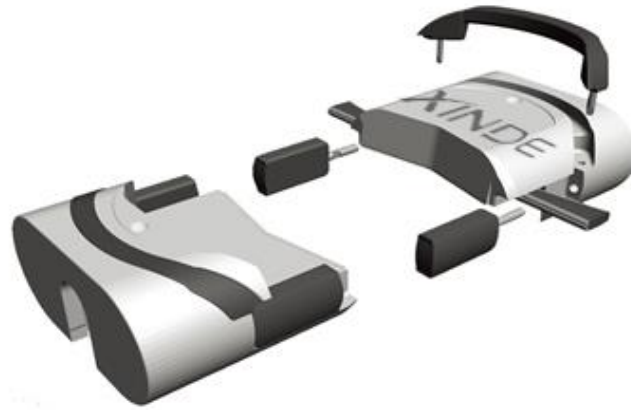


Figura 13 Rams de corte, Xinde.

Arietes ciegos: Constan de un empaque frontal plano, construido a base de hule vulcanizado en una placa metálica y de un sello superior. Su función es cerrar totalmente el pozo cuando no se tiene tubería en su interior y que por la manifestación del brote no sea posible introducirla. Se instalan en bonetes normales y modificados para arietes de corte.

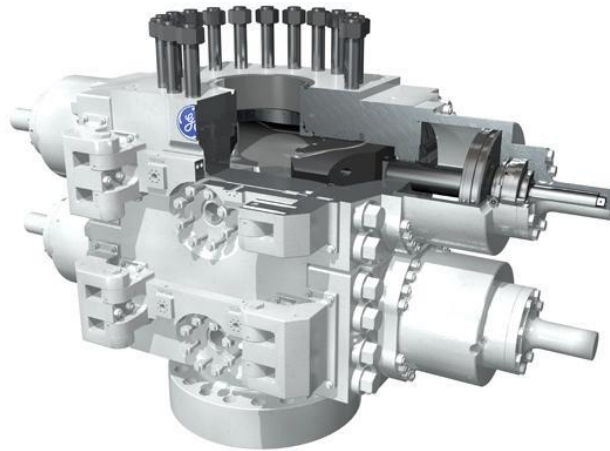


Figura 14 Preventor Ciego Doble, General Electric.

3.5.5 Preventor esférico

Este preventor esférico, también se conoce como anular, es instalado en la parte superior de los preventores de arietes. Es el primero en cerrarse cuando se presenta un influjo. El tamaño y su capacidad deberán ser iguales que los preventores de arietes.



Figura 15 Preventor Esférico, Hydrill.

El preventor consta en su parte inferior de un elemento empacador de hule sintético (dona), que al operarlo se deforma concéntricamente hacia su parte interior efectuando el cierre alrededor de la tubería. Al abrir la “dona” se contrae y queda en posición de abierto al mismo diámetro de paso de los otros preventores.

3.6 Risers

El riser es un tipo de tubería desarrollada para el transporte vertical de materiales desde el cabezal en el lecho marino hasta las instalaciones de producción o perforación por encima de la superficie marina, así mismo en sentido inverso, desde la plataforma hacia el cabezal en el lecho marino. Los risers son la conexión entre los desarrollos de campos submarinos y las instalaciones de producción y perforación. La figura muestra un ejemplo de una sarta de risers de perforación conectada al conjunto de preventores.

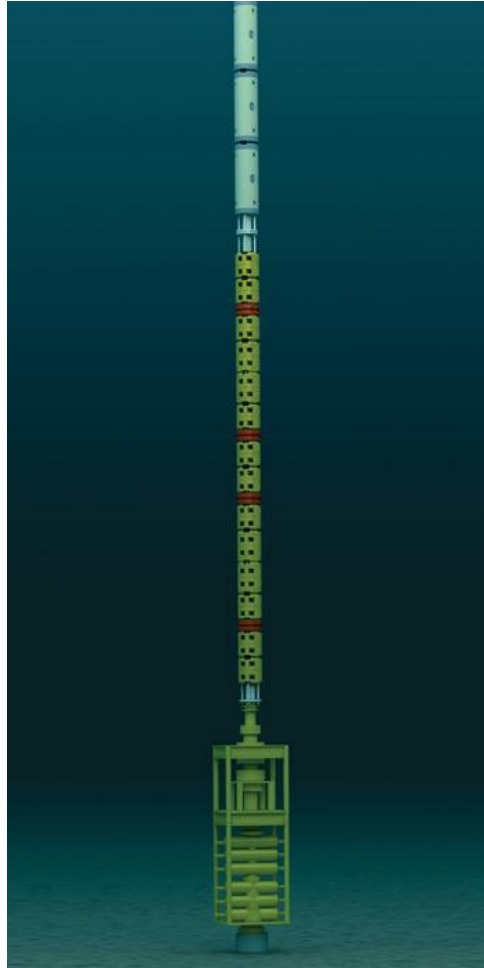


Figura 16 Risers conectados a conjunto de Preventores, Drilling Contractor Inc.

De manera similar a las líneas de flujo, los risers transportan los hidrocarburos producidos, así como materiales de producción, como fluidos de inyección, fluidos de control y fluidos para la operación de sistemas artificiales de producción. Estos equipos están aislados térmicamente para soportar las temperaturas del fondo marino y pueden ser rígidos o flexibles.

3.8 Cabezales Submarinos

Los cabezales son una pieza vital del equipo en un sistema de producción marino. El cabezal submarino realiza las mismas funciones generales que un cabezal de superficie. Este soporta y sella las tuberías de revestimiento y soporta el conjunto de Preventores durante la perforación y el árbol de producción después de la terminación.

Los sistemas de cabezales submarinos son normalmente diseñados de acuerdo a los estándares y códigos siguientes:

- API 6A, Especificaciones para el equipamiento de cabezales y árboles de producción.

- API 17D, Especificaciones de equipamiento para cabezales submarinos y árboles de producción.
- API RP 17 A, Recomendaciones prácticas para el diseño y operación de sistemas de producción marinos.
- ASME B31.3, Tuberías de proceso.
- ASME BPVC VIII, Reglas para construcción de recipientes de presión.
- DNV RP B 401, Protección Catódica.

Solo por mencionar algunos.

3.8.1 Sistema de Cabezal Submarino

La principal función del cabezal submarino es servir como una estructura de anclaje en el fondo marino que soporte las presiones para los sistemas de perforación y terminación, sirve de colgador de la tubería de revestimiento. El sistema del cabezal incorpora perfiles internos para soportar los diferentes diámetros de las tuberías de revestimiento. Además, el sistema incorpora facilidades de conexión y soporte mecánico de los sistemas utilizados para perforar y completar el pozo.

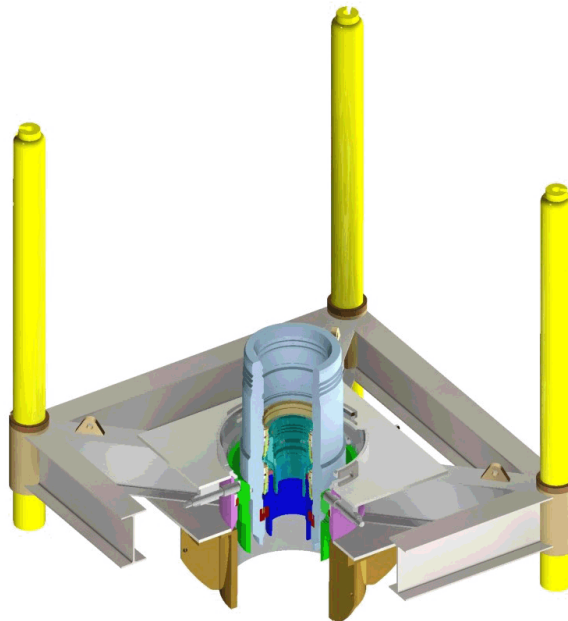


Figura 17 Cabezal Submarino, Subsea Engineering Handbook, Y. Bai and Q. Bai.

3.8.2 Requerimientos funcionales

El sistema de cabezal submarino debe:

- Proveer orientación del cabezal y el árbol de producción con respecto de la conexión del colector.
- Interface y soporte de los sistemas de preventores y árbol de producción.

- Soportar todas las cargas impuestas de los sistemas de perforación y terminación, durante las operaciones de producción, incluso soportar incrementos bruscos de temperatura y presión.
- Asegurar alineación, concentricidad y verticalidad del conductor de baja presión y el conductor de alta presión del cabezal.
- Ser de diseño probado en campo en la medida de lo posible, y diseñado para ser instalado con una sensibilidad mínima a la profundidad del agua y a las condiciones del mar.

3.8.3 Requerimientos Operativos

El cabezal submarino debe:

- Proveer la habilidad para instalar el siguiente equipo en el mismo viaje: la base de la guía de producción, el conductor, y el conductor de baja presión. El ensamble debe ser diseñado para ser preinstalado en piso antes de ser corrido al fondo marino.
- Soportar operaciones de alta presión durante la perforación, cementaciones y en un caso de contingencia.
- Incluir provisiones para el eficiente retorno de los recortes de perforación y cemento durante las operaciones de perforación.
- Proveer una protección del agujero durante las operaciones de perforación y terminación del pozo.
- Asegurar que los sellos puedan ser probados en sitio.
- Asegurar que el ensamble de sellos pueda reemplazado en caso de una prueba fallida.
- Ser diseñados para permitir probar el conjunto de preventores sin tener que quitar buje de desgaste.
- Permitir el seguro retiro de todas las instalaciones y equipo durante un abandono permanente.

3.8.4 Componentes del Cabezal

Un sistema de cabezal marino principalmente consiste en un protector de cabezal, protector de conductor, colgador de revestimientos, sellos anulares y base guía.

EL protector del cabezal de alta presión es el primer cuerpo contenedor de presión del pozo marino, el cual soporta y sella la bola colgadora y además transfiere cargas externas para el protector del conductor y la tubería las cuales son finalmente transferidas al suelo.

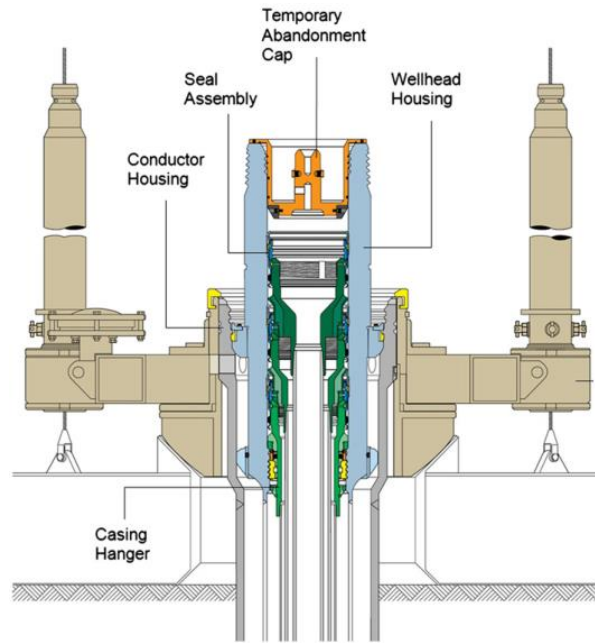


Figura 18 Sistema de Cabezal Marino, *Subsea Engineering Handbook*, Y. Bai and Q. Bai.

3.9 Fluidos de Perforación

El objetivo principal de un pozo petrolero es construir un conducto entre la superficie y el yacimiento de hidrocarburos. Se perforan varias etapas de formaciones litológicas cada vez más profundas lo cual incrementa la presión y la temperatura. Estas condiciones afectan a los fluidos de control, sobre todo a los de base agua; sin embargo, en la actualidad ya se diseñan fluidos con aditivos químicos resistentes y estables a los contaminantes, así como biodegradables y no tóxicos para proteger a los ecosistemas donde se perfora un pozo petrolero.

Fluido de Control

Es el fluido circulatorio que se utiliza en un equipo de perforación o terminación de pozo, formado por una mezcla de aditivos químicos que proporcionan propiedades fisicoquímicas idóneas a las condiciones operativas y a las características de la formación de sus parámetros fisicoquímicos, así como la variación de los mismos al contacto con los contaminantes liberados en la formación perforada son controlados mediante análisis continuos.

3.9.1 Funciones Principales

Dentro de las principales funciones de un fluido de control tenemos las siguientes:

1. Transporta a superficie los recortes y derrumbes de roca durante la perforación.
2. Mantiene en suspensión los recortes cuando la circulación se suspende (efecto tixotrópico).
3. Controla las presiones subterráneas de la formación mediante la presión hidrostática que ejerce la columna del fluido en el agujero perforado.

4. Enfría y lubrica la barrena y la sarta de perforación durante la circulación del fluido.
5. Sostiene las paredes del pozo para evitar cerramiento del agujero perforado y por ende resistencias y fricciones durante el movimiento de la sarta de perforación.
6. Mantiene en suspensión la sarta y las tuberías de revestimiento, debido al empuje ascendente del fluido de perforación conocido como factor de flotación (principio de Arquímedes). Esta depende de la presión ejercida por el fluido de control y sección transversal sobre la que esta presión ejercida por el fluido de control y de la sección transversal sobre la que esta presión se ejerce.
7. Genera la transmisión de energía hidráulica. Se produce con la presión de bombeo del fluido a través de las toberas en la barrena. Mejora la limpieza del agujero y aumenta la velocidad de penetración. Actualmente esta transmisión de energía se utiliza para operar motores de fondo en la perforación de pozos direccionales.
8. Genera la toma de información a través de registros eléctricos, al efectuarse con fluidos que no erosionen física o químicamente las paredes del agujero y que propicien la conducción eléctrica con propiedades iguales a los fluidos contenidos en la formación perforada.

3.9.2 Tipos de fluidos de control

Un fluido de perforación que es fundamentalmente líquido se denomina también lodo de perforación. Se trata de una suspensión de sólidos, líquidos o gases en un líquido. El líquido en el cual todos los aditivos químicos están suspendidos se conoce como fase continua del líquido de control o lodo y las partículas sólidas o líquidos suspendidos dentro de otro (glóbulos) constituyen la fase discontinua; Cuando se conoce la constitución de la fase continua, se obtiene el tipo de sistema de fluido conocido como base del lodo.

3.9.2.1 Fluidos base agua

La fase continua de un fluido base agua es el agua. Los sistemas de fluidos base agua se clasifican por la resistencia a los tipos de contaminantes de la formación y sus temperaturas, los cuales se van transformando en su formulación debido a la incorporación de flujos como gases, sal, arcillas, yeso, líquidos y sólidos propios de la formación o de aditivos químicos excedidos y degradados.

3.9.2.2 Fluido base aceite

El fluido de emulsión inversa se define como un sistema en el que la fase continua es aceite y el filtrado también lo es. El agua que forma parte del sistema consiste en pequeñas gotas que se hallan dispersas y suspendidas en el aceite. Cada gota de agua actúa como una partícula de sólidos. La adición de emulsificadores hace que el agua se emulsifique en el aceite y forme un sistema estable. Los emulsificantes que se utilizan en el sistema deben ser solubles tanto en agua como en aceite. El empleo de otros materiales va a proveer las características de gelación, así como la utilización de asfalto o gilsonita para la reducción de filtrado de iones de calcio o de sodio para la inhibición.

Las emulsiones inversas se formulan utilizando una amplia variedad de aceites: por ejemplo, diésel o aceites minerales. Se utilizan para perforar lutitas problemáticas por su alto grado de hidratación, zonas de arenas productoras con altas temperaturas en medios corrosivos.

4. LA EXPLOTACIÓN PETROLERA EN EL GOLFO DE MÉXICO

4.1 Introducción

Petróleos Mexicanos, a través de Pemex Exploración y Producción (PEP) se encuentra operando en la Sonda de Campeche en el Golfo de México desde el año de 1978, en la extracción del crudo pesado y ligero, así como de gas natural, en los Activos Cantarell, Ku Maloob Zaap, Litoral de Tabasco y Abkatun Pol Chuc localizados en el área.

Las actividades petroleras en el Golfo de México están siendo monitoreadas, en cierta medida, por instancias gubernamentales como Semarnat y Profepa; sin embargo, siempre existe el peligro potencial de derrames por hidrocarburos o emisiones contaminantes a la atmósfera, a pesar de las políticas ambientales y medidas tecnológicas que se han ido instrumentando gradualmente por parte de Pemex Exploración y Producción.

En este capítulo se muestra con tablas obtenidas de la CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos) datos de los campos marinos actuales en el Golfo de México. Cabe mencionar que únicamente se consideraron los campos de las Regiones Marinas Sureste y Noreste de Petróleos Mexicanos por ser actualmente las que mayor producción de aceite y gas tienen.

Los nuevos campos licitados con el nuevo modelo de explotación petrolera resultado de la Reforma Energética, han sido omitidos por falta de información disponible y porque la mayoría de ellos aún se encuentran en etapa de exploración.

4.1.1 Región Marina Noreste

La región Marina Noreste se encuentra ubicada al sureste del país, dentro de la plataforma continental y del talud del Golfo de México. Abarca una superficie de más de 166 mil kilómetros cuadrados y queda totalmente incluida dentro de las aguas territoriales nacionales, frente a las costas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Con la información geológica obtenida de los pozos perforados en la península de Yucatán, norte de Campeche y los del área continental de Chiapas y Tabasco, se inició la elaboración de mapas paleo geográficos del Jurásico y Cretácico que indicaron condiciones estructurales y sedimentológicas similares entre la Sonda de Campeche y del área de Chiapas Tabasco.



Figura 19 Región Marina Noreste, Un Siglo de la Perforación en México.

En esta porción se delinearon 30 estructuras con cierre estructural favorable para la acumulación de hidrocarburos. De las estructuras interpretadas, sobresalieron las del complejo Cantarell, una de las cuales fue perforada en 1975. El pozo exploratorio Chac-1 confirmó la acumulación de hidrocarburos en la Sonda de Campeche, en donde se producen aceite y gas en dolomías clásticas (brechas) del Paleoceno Inferior y Cretácico Superior. Su producción inicial diaria de aceite fue de 952 barriles. Este descubrimiento fue un incentivo para los trabajos de operación geológica, procesado interpretación de información sísmica, así como para la adquisición de información sísmica tradicional, en 1979.

Gracias a la elaboración de secciones geológicas estructurales y a los planos correspondientes, con el apoyo de diferentes actividades geológicas de evaluación regional y de detalle, se definieron los sistemas de depósito y su evolución geológica, y además se obtuvo una mejor caracterización de los yacimientos.

4.1.2 Región Marina Suroeste

La Región Marina Suroeste se encuentra ubicada al sureste del país, dentro de la plataforma continental del Golfo de México. Abarca una superficie de 352,390 kilómetros cuadrados; en la parte sur limita con los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche, en dirección este con la Región Marina Noreste; al norte por las líneas limítrofes de las aguas territoriales; y al oeste con el proyecto Golfo de México de la Región Norte.

Desde el punto de vista exploratorio, la región se localiza dentro de la Provincia Geológica Marina de Coatzacoalcos. Sus antecedentes se remontan a 1926, cuando compañías petroleras extranjeras realizaron estudios geofísicos en la porción continental. En 1949, bajo la administración de Petróleos Mexicanos, se hicieron estudios de la porción marina frente a las costas de Coatzacoalcos y Veracruz; se perforó un pozo terrestre con dirección al mar, denominado Tortuguero-1. La actividad exploratoria continuó en forma irregular hacia el mar y

en 1959 se descubrió el campo Santa Ana, productor de aceite en las arenas del Mioceno de la formación Encanto. El descubrimiento de ese campo confirmó el potencial petrolero del área marina. Sin embargo, es posible considerar como el verdadero inicio de la historia de la Región Marina Suroeste en 1971, cuando se concluyó el pozo Marbella-1.



Figura 20 Región Marina Suroeste, Un Siglo de la Perforación en México.

A partir de esa fecha, la actividad exploratoria se incrementó, particularmente hacia la Sonda de Campeche. En 1979, se descubrió un yacimiento de aceite ligero con el pozo Abkatún 1-A que se terminó el 10 de abril del mismo año. Ahí se produce aceite de 28 grados API, a una profundidad total de 3600 metros, en la formación Brecha Paleoceno y Cretácico Superior.

El marco geológico de la región contiene elementos que constituyen el Golfo de México: la Plataforma de Yucatán, las Cuencas Terciarias del Sureste, la Cuenca de Veracruz y la Sierra de Chiapas, sobre las cuales ocurrieron diversos eventos estructurales. La tectónica regional está definida por las placas de Norteamérica, el Caribe y Cocos.

La estratigrafía de la Región Marina Suroeste la constituyeron, básicamente, rocas terrígenas y carbonatadas. Las primeras son más frecuentes en el terciario y las segundas en el Mesozoico, como los de la franja oolítica del Kimeridgiano (Campos Uech y Och), de las calizas fracturadas del Cretácico (Campos Yum, Misón, y Kix); los de las brechas distales del Cretácico Superior (Campos Chuc, Abkatún, Pol y Caan).

4.2 Principales Activos Petroleros en el Golfo de México

4.2.1 Cantarell

En 1958, Rudecindo Cantarell, un pescador de Isla Aguada, tiró el aparejo en la sonda de Campeche y observó en la superficie una mancha de aceite. Años después, cuando fue a Coatzacoalcos a vender el huachinango que había pescado, recordó su hallazgo ante amigos camaroneros. Lo llevaron con el ingeniero Javier Meneses, entonces superintendente de exploración de Pemex, quien el 1 de marzo de 1971 envió a dos ingenieros con Rudecindo para que les mostrara su hallazgo. Ocho años más tarde, un 23 de junio empezó a funcionar el campo, con el nombre de “Cantarell”, en homenaje a su descubridor, quien, en pago, obtuvo una pequeña pensión oficial hasta su muerte, en 1997, a los 83 años.

Cantarell considerado como un mega yacimiento petrolero y de los más importantes a nivel mundial, sólo superado por el Complejo Ghawar, en Arabia Saudita. Está ubicado en la Sonda de Campeche, a 85 km de Ciudad del Carmen, Campeche, México.

Campos

El Activo Integral Cantarell es parte de la Región Marina Noreste de Pemex. Está conformado por los campos: Akal, Balam, Chac, Ek, Ixtoc, Kambesah, Kutz, Nohoch, Sihil, Takin y Utan.

Volumen Original al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Volumen original crudo [mmb]	Volumen original gas [mmpc]
Marina Noreste	Cantarell	Akal	1P	30,685.64	14,759.15
Marina Noreste	Cantarell	Balam	1P	1,018.63	257.61
Marina Noreste	Cantarell	Chac	1P	529.61	255.68
Marina Noreste	Cantarell	Ek	1P	1,017.56	130.71
Marina Noreste	Cantarell	Ixtoc	1P	300.32	342.04
Marina Noreste	Cantarell	Kambesah	1P	240.03	127.03
Marina Noreste	Cantarell	Kutz	1P	332.83	160.68
Marina Noreste	Cantarell	Nohoch	1P	2,083.01	952.97
Marina Noreste	Cantarell	Sihil	1P	1,461.64	436.24
Marina Noreste	Cantarell	Takín	1P	116.17	15.32
Marina Noreste	Cantarell	Után	1P	0.00	19.39
				37,785.46	17,456.81

Tabla 1 Volumen Original Crudo y Gas Cantarell, CNH.

Reservas al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Reserva pce [mmb]
Marina Noreste	Cantarell	Akal	1P	822.42
Marina Noreste	Cantarell	Balam	1P	87.80
Marina Noreste	Cantarell	Chac	1P	7.50
Marina Noreste	Cantarell	Ek	1P	92.81
Marina Noreste	Cantarell	Ixtoc	1P	19.11
Marina Noreste	Cantarell	Kambesah	1P	48.01
Marina Noreste	Cantarell	Kutz	1P	2.27
Marina Noreste	Cantarell	Nohoch	1P	14.39
Marina Noreste	Cantarell	Sihil	1P	51.88
Marina Noreste	Cantarell	Takín	1P	12.31
Marina Noreste	Cantarell	Után	1P	2.78
				1,161.28

Tabla 2 Reservas en Petróleo Crudo Equivalente Cantarell, CNH.

Producción Acumulada

De acuerdo con información obtenida de datos abiertos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos, la producción acumulada de los Campos del Activo de Producción Cantarell hasta mayo de 2017 es de 14,355,399,491 Barriles de Petróleo y de 9,426,295,748,200 Pies Cúbicos de Gas.

Ku Maloob Zaap

El activo fue descubierto en 1979. En 1980 se perforó el primer pozo Ha-1, del campo Ku; en 1985 inicia la explotación del campo Maloob y en 1992 la del campo Zaap. El activo Ku Maloob Zaap se encuentra en el Golfo de México, frente a las costas de Tabasco y Campeche, unos 105 km al noreste de Ciudad del Carmen, en el estado de Campeche y cubre un área de aproximadamente 150 km².

El activo Ku Maloob Zaap aporta actualmente una tercera parte de la producción nacional de crudo y es un proyecto estratégico clave para el cumplimiento de las metas de producción de Pemex Exploración y Producción.

Campos

El Activo Integral Ku Maloob Zaap es parte de la Región Marina Noreste de Pemex. Está integrado por los campos: Ayatsil, Bacam, Baksha, Chapabil, Kayab, Ku, Lum, Maloob, Mene, Nab, Numan, Pit, Pohp, Tekel, Tson, Utsil, Zaap y Zahir-Ha.

Volumen Original al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Volumen original crudo [mmb]	Volumen original gas [mmpc]
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Ayatsil	1P	3,898.35	404.92
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Bacab	1P	303.77	93.03
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Baksha	1P	0.00	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Chapabil	1P	0.00	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Kayab	1P	1,924.06	265.90
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Ku	1P	5,883.57	3,030.05
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Lum	1P	437.63	91.80
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Maloob	1P	7,196.06	2,509.34
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Mene	1P	0.00	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Nab	1P	0.00	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Numan	1P	0.00	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Pit	1P	1,516.82	114.36
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Pohp	1P	0.00	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Tekel	1P	370.73	43.08
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Tson	1P	0.00	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Utsil	1P	208.21	35.07
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Zaap	1P	5,083.71	1,941.58
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Zazil-Ha	1P	0.00	0.00
				26822.89	8529.13

Tabla 3 Volumen Original Ku-Maloob-Zaap, CNH.

Reservas al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Reserva pce [mmb]
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Ayatsil	1P	639.52
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Bacab	1P	12.76
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Baksha	1P	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Chapabil	1P	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Kayab	1P	184.31
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Ku	1P	255.99
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Lum	1P	23.08
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Maloob	1P	1,541.46
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Mene	1P	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Nab	1P	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Numan	1P	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Pit	1P	151.23

Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Pohp	1P	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Tekel	1P	60.82
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Tson	1P	0.00
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Utsil	1P	34.30
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Zaap	1P	788.61
Marina Noreste	Ku-Maloob-Zaap	Zazil-Ha	1P	0.00
				3692.079111

Tabla 4 Reservas en Petróleo Crudo Equivalente Ku-Maloob-Zaap, CNH.

Producción Acumulada

De acuerdo con información obtenida de datos abiertos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos, La producción acumulada de los Campos del Activo de Producción Ku Maloob Zaap hasta mayo de 2017 es de 5,193,404,761 Barriles de Petróleo y de 2,641,150,324,200 Pies Cúbicos de Gas.

4.2.3 Abkatun Pol Chuc

Abkatún-Pol-Chuc se ubica en la cuenca Campeche, entre los estados de Campeche y Tabasco, y unos 132 km al noreste del puerto de Dos Bocas. Está a cargo de Pemex y ha estado operativo desde 1976 cuando se descubrió el campo Pol, que forma parte de Abkatún-Pol-Chuc. El área comenzó su producción en 1980, y en febrero de 1996 esta llegaba a 754,934 [bpd].

Es el más importante para Pemex por la viscosidad del crudo producido en el campo (37°API y 40°API). Pemex se comprometió a invertir grandes sumas tanto para administrar los campos más grandes y maduros dentro de Abkatún-Pol-Chuc como para desarrollar los descubrimientos más recientes como Kuil. Abkatún-Pol-Chuc fue escenario de algunos de los primeros descubrimientos de petróleo costa afuera en México, de acuerdo con Wood Mackenzie.

Campos

El Activo Integral Abkatún Pol Chuc es parte de la Región Marina Sureste de Pemex. Está integrado por los campos: Abkatún, Alak, Batab, Caan, Ché, Cheek, Chuc, Chuhuk, Esah, Etkal, Homol, Ixtal, Kach, Kanaab, Kastelán, Kay, Kuil, Manik, Onel, Pol, Taratunich, Toloc, Tumut y Wayil.

Volumen Original al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Volumen original crudo [mmb]	Volumen original gas [mmmpc]
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Abkatún	1P	5,434.97	3,879.34
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Alak	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Batab	1P	281.45	175.84
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Caan	1P	1,563.98	2,492.90

Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Ché	1P	17.15	190.56
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Cheek	1P	25.04	18.57
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Chuc	1P	2,071.40	2,080.94
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Chuhuk	1P	130.15	158.18
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Esah	1P	38.92	43.98
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Etkal	1P	19.00	177.43
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Homol	1P	256.40	415.76
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Ixtal	1P	1,053.51	1,745.06
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kach	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kanaab	1P	93.35	49.19
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kastelán	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kay	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kuil	1P	341.93	453.83
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Manik	1P	100.27	101.62
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Onel	1P	692.15	872.20
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Pol	1P	2,253.02	2,445.36
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Taratunich	1P	1,013.92	1,059.04
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Toloc	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Tumut	1P	14.48	15.90
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Wayil	1P	36.94	118.22
				15438.04	16493.91

Tabla 5 Volumen Original Abkatún-Pol-Chuc, CNH.

Reservas al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Reserva pce [mmb]
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Abkatún	1P	6.81
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Alak	1P	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Batab	1P	8.89
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Caan	1P	8.75
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Ché	1P	3.10
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Cheek	1P	7.46
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Chuc	1P	29.92
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Chuhuk	1P	10.76
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Esah	1P	11.58
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Etkal	1P	22.64
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Homol	1P	79.69
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Ixtal	1P	42.04
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kach	1P	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kanaab	1P	8.91

Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kastelán	1P	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kay	1P	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Kuil	1P	45.82
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Manik	1P	8.80
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Onel	1P	130.48
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Pol	1P	4.13
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Taratunich	1P	13.73
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Toloc	1P	0.00
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Tumut	1P	4.11
Marina Suroeste	Abkatún-Pol-Chuc	Wayil	1P	10.94
				458.578273

Tabla 6 Reserva Abkatún-Pol-Chuc en Petróleo Crudo Equivalente, CNH.

Producción Acumulada

De acuerdo con información obtenida de datos abiertos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos, La producción acumulada de los Campos del Activo Integral de Producción Abkatún-Pol-Chuc hasta mayo de 2017 es de 5,994,669,553 Barriles de Petróleo y de 7,222,315,149,800 Pies Cúbicos de Gas.

4.2.4 Litoral de Tabasco

Ubicado en el Golfo de México, forma parte de la Región Marina Sureste de Petróleos Mexicanos, cerca de los municipios de Centla y Paraíso, Tabasco.

Este activo fue iniciado en 1996 con el proyecto Och-Uech-Kax, con el que se alcanzó 80 mil barriles de petróleo por día y 185 millones de pies cúbicos diarios de gas.

Posteriormente en el año 2002 se inició el desarrollo de otros tres proyectos: Crudo Ligero Marino, Yaxché, y Ayín-Alux, mientras que un año después, Pemex Exploración y Producción dio inicio a la producción del proyecto Crudo Ligero Marino, con el campo Sinán, además de los denominados May, Bolontikú, Tsimín, Xux, Kab y Yum.

Actualmente este activo es el tercer productor nacional del país y está proyectado a ser el primer lugar en producción nacional en el mediano o largo plazo.

Campos

El Activo Integral Litoral de Tabasco está integrado por los campos: Akpul, Alux, Ayín, Batsil, Bolontikú, Chokua, Citam, Hayabil, Itla, Jaatsul, Kab, Kax, Kix, Lakach, Makech, May, Men, Misón, Nak, Namaca, Och, Pokche, Sinán, Teekit, Tetl, Tlacame, Tsimín, Uchbal, Uech, Xanab, Xaxamani, Xicope, Xikin, Xulum, Xux, Yaxché, Yetic y Yum.

Volumen Original al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Volumen original crudo [mmb]	Volumen original gas [mmpc]
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Akpul	1P	0.00	40.86
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Alux	1P	28.36	9.39
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Ayín	1P	229.91	67.78
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Batsil	1P	46.10	7.48
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Bolontikú	1P	496.55	899.58
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Chukua	1P	0.00	54.36
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Citam	1P	31.13	13.64
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Hayabil	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Itla	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Jaatsul	1P	33.20	80.14
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Kab	1P	254.16	370.17
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Kax	1P	194.73	438.13
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Kix	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Lakach	1P	0.00	505.08
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Makech	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	May	1P	335.51	1,911.39
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Men	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Misón	1P	41.76	35.40
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Nak	1P	12.10	49.48
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Namaca	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Och	1P	313.73	693.86
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Pokche	1P	120.06	214.70
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Sinán	1P	620.80	1,449.73
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tabascoob	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Teca	1P	11.18	27.24
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Teekit	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tetl	1P	89.14	23.87
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tlacame	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tsimín	1P	250.68	1,084.53
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Uchbal	1P	27.00	13.89
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Uech	1P	256.36	524.42
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xanab	1P	1,059.43	698.54
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xaxamani	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xicope	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xikin	1P	125.00	82.09
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xulum	1P	0.00	0.00

Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xux	1P	318.50	1,156.59
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Yaxché	1P	581.39	356.28
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Yetic	1P	0.00	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Yum	1P	42.30	160.35
				5519.10	10968.94

Tabla 7 Volumen Original Litoral de Tabasco, CNH.

Reservas al 1 de enero de 2017

Región	Activo	Campo	Categoría	Reserva pce [mmb]
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Akpul	1P	6.29
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Alux	1P	3.57
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Ayín	1P	38.81
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Batsil	1P	7.24
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Bolontikú	1P	7.69
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Chukua	1P	8.14
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Citam	1P	2.28
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Hayabil	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Itla	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Jaatsul	1P	17.10
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Kab	1P	48.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Kax	1P	29.40
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Kix	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Lakach	1P	63.54
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Makech	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	May	1P	29.16
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Men	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Misión	1P	11.89
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Nak	1P	5.88
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Namaca	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Och	1P	6.95
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Pokche	1P	57.09
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Sinán	1P	12.95
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tabascoob	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Teca	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Teekit	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tetl	1P	20.37
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tlacame	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Tsimín	1P	72.23
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Uchbal	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Uech	1P	13.51

Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xanab	1P	130.56
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xaxamani	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xicope	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xikin	1P	55.85
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xulum	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Xux	1P	140.87
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Yaxché	1P	35.06
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Yetic	1P	0.00
Marina Suroeste	Litoral de Tabasco	Yum	1P	0.22
				824.66

Tabla 8 Reservas en Petróleo Crudo Equivalente, CNH.

Producción Acumulada

De acuerdo con información obtenida de datos abiertos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos, La producción acumulada de los Campos del Activo Integral Litoral de Tabasco hasta mayo de 2017 es de 1,177,598,679 Barriles de Petróleo y de 3,007,257,632,200 Pies Cúbicos de Gas.

4.3 Situación Actual de la Explotación en México

Según datos oficiales de la CNH, la producción de Petróleo en México fue de 2,013,000 barriles diarios en el mes de abril de 2017. Actualmente, los principales campos productores de petróleo en México son Maloob, Zaap, Xanab, Ku y Xux. En conjunto produjeron 1,056,000 barriles diarios en promedio durante abril. Los campos que tienen mayor producción de petróleo se encuentran en aguas someras del Golfo de México.

Actualmente, las reservas 3P de México, al 1 de enero de 2017, se ubicaron en 25,858 mmbpce. Las reservas probadas (1P) al 1º de enero de 2017 fueron de 9,161 mmbpce, de las cuales 6,136.6 mmbpce se encuentran en el Golfo de México.

Esta cifra representa una disminución del 10.6% respecto a reportado en 2016 (10,243 mmbpce). El 77% del volumen de reserva 1P corresponde a Aceite (7,037 mmb). La región Marina Noreste concentra el 53% del total de reservas 1P.

5. EL ECOSISTEMA DEL GOLFO DE MÉXICO

En este capítulo se muestra al lector una descripción del Golfo de México, incluyendo una descripción de sus diferentes ecosistemas y algunas de las especies que en él habitan. Esto con la finalidad de crear conciencia sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, y con ello evaluar, a criterio personal, los daños irreparables que las actividades del hombre causan a estos ecosistemas y a estas especies, muchas de las cuales se han extinto o están en peligro de extinción.

Una sociedad que desconoce la riqueza del Golfo de México no le dará importancia a su cuidado. Esta recopilación de información obtenida de documentos y publicaciones de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y del Instituto Nacional de Ecología (INE) reúne los puntos importantes que debemos conocer.

5.1 Introducción

El territorio de México comprende 1,964,375 km² (de los cuales 5,127 km² son de superficie insular); respecto al área oceánica (2,946,000 km²), 3,149,920 km² de la zona económica exclusiva y 231,813 km² del mar territorial, en tanto que el litoral continental tiene una extensión de 11,122 km. El mar territorial ocupa una franja marina de 22.2 km. Del litoral continental 68% corresponde a las costas e islas del Océano Pacífico y del Golfo de California y 32% a las costas, islas y cayos del Golfo de México y del Mar Caribe. Además, la zona marítima cuenta con 500,000 km² de plataforma continental, con 16,000 km² de superficie estuarina y con más de 12,000 km² de lagunas costeras. Esta zona marina y costera proporciona al país una riqueza extraordinaria. La ubicación geográfica de México, entre las influencias oceánicas del Atlántico centro occidental y del Pacífico centro oriental, explica buena parte de su enorme diversidad biológica y ecosistémica. La amplia gama de recursos y ecosistemas marinos con que cuenta significa que, en términos de litorales y superficie marina, México es el décimo segundo país mejor dotado del mundo.

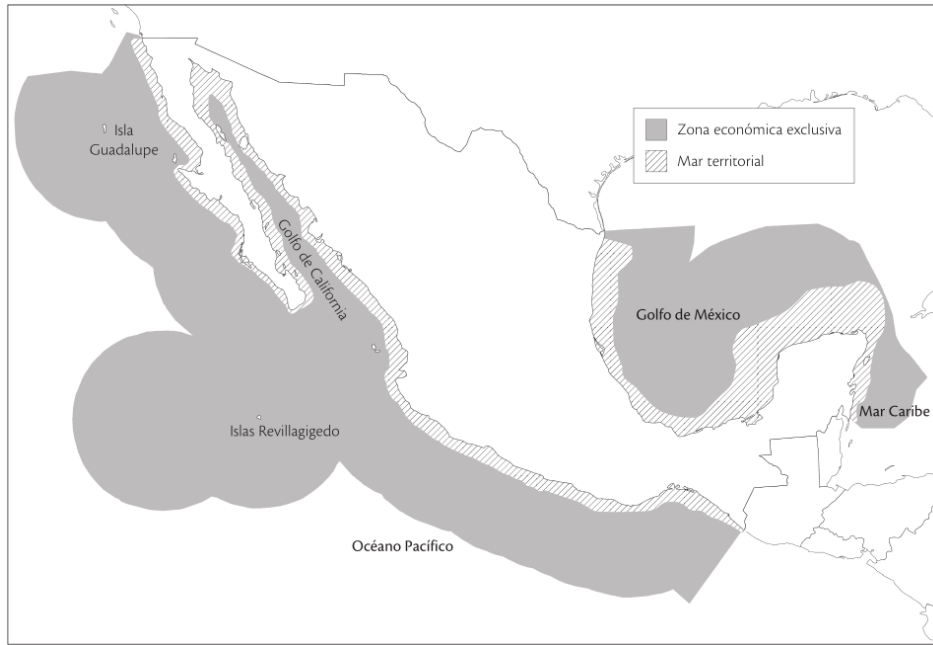


Figura 21 Mar territorial y zona económica exclusiva de México. Lara-Lara, J.R., et al. 2008.

Así, México tiene una mayor extensión oceánica (~ 65%) que terrestre (35%), curiosamente un tanto similar a la proporción entre agua y tierra del planeta. Está distribuida en la región del Pacífico mexicano, incluyendo los Golfos de California y Tehuantepec, y en el Atlántico con el Golfo de México y el Mar Caribe.

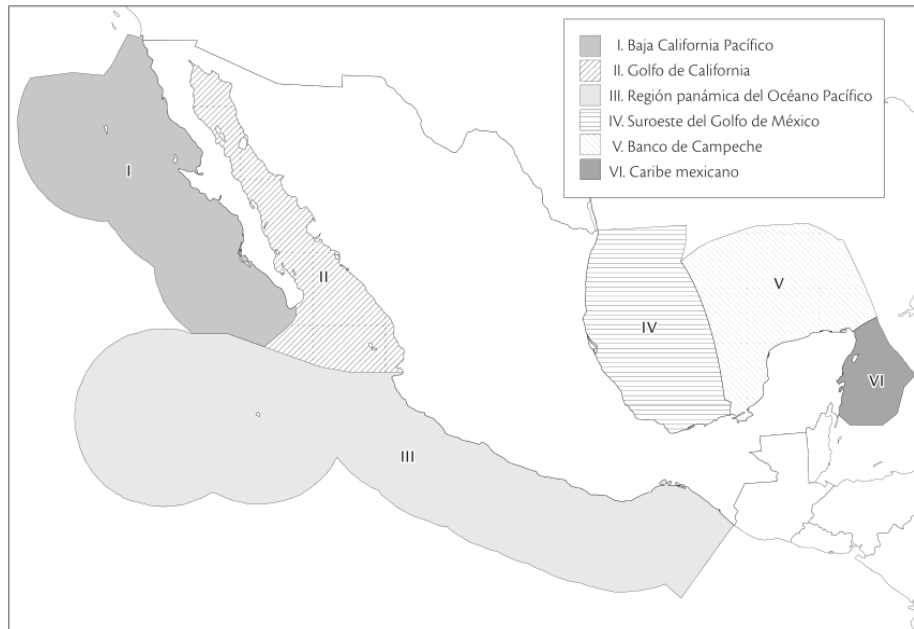


Figura 22 Provincias Marinas de México. Lara-Lara, J.R., et al. 2008.

Al igual que todos los países con áreas marino costeras, México posee una enorme riqueza y diversidad de recursos que contribuyen al desarrollo socioeconómico del país. Además de los bienes (servicios de aprovisionamiento)

que nos proporcionan los ecosistemas marinos (alimento, combustibles, fibras, materiales para la construcción, fármacos, recursos genéticos y de ornamento, etc.), nos ofrecen una variedad de servicios de soporte (hábitat, productividad primaria, reciclado de nutrientes, secuestro de gases invernadero, etc.), que son esenciales para preservar la vida.



Figura 23 Regiones Oceánicas de México. Lara-Lara, J.R., et al. 2008.

5.2 El Golfo de México

El Golfo de México es una frontera internacional de México, Estados Unidos y Cuba, hacia la región del Gran Caribe en la zona noroccidental tropical, subtropical y templada del Océano Atlántico. Cinco entidades federativas de Estados Unidos bordean el Golfo (Florida, Alabama, Misisipi, Luisiana y Texas) y suman alrededor de 2,934 km de litoral de la Unión Americana. A su vez cinco estados mexicanos bordean el Golfo y uno en la costa caribe (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo), lo que representa cerca de 3,200 km de costa. Entre México y Estados Unidos, aproximadamente 55 millones de personas viven en los estados costeros del Golfo (40 millones en Estados Unidos y 15 millones en México). Más de 80% del petróleo y más de 95% del gas natural mexicano se produce en las costas del Golfo de México.

El Golfo está localizado en una zona de transición entre clima tropical y subtropical, entre los 18° y 30° N, y 82° y 98° W. Es una cuenca semi-cerrada que se comunica con el Océano Atlántico y con el Mar Caribe, por el estrecho de Florida y por el canal de Yucatán, respectivamente. Su batimetría varía considerablemente, alcanzando profundidades cercanas a los 4,000 m en su región central. La parte occidental tiene una extensión de norte a sur de 1300 km, mientras que las regiones central y oriental promedian 900 km.

La superficie del Golfo de México, incluyendo el cuerpo de agua y los humedales costeros de México y Estados Unidos, es de aproximadamente 1,942,500 km². Solo el cuerpo de agua tiene una superficie aproximada de 1,507,639 km². La profundidad promedio del Golfo es de aproximadamente 1,615 m, y el volumen de agua es de aproximadamente 2,434,000 km³. La cuenca del drenaje total del Golfo de México es de ca. 5,180,000 km², recibe más de 80% del agua dulce de Estados Unidos a lo largo de más de 60% de su geografía continental, y más de 62% del total nacional de México a través de más de 40% de su geografía continental. Los meses de abril a mayo constituyen el periodo de mayor descarga fluvial en las costas de Estados Unidos (después de los deshielos y lluvias continentales); de septiembre a octubre es la época de mayor descarga fluvial en las costas de México (después de las lluvias continentales). En la costa mexicana del Golfo, la estacionalidad climática meteorológica se caracteriza por un periodo de secas de febrero a mayo, uno de lluvias de verano de junio a octubre con presencia de depresiones tropicales, y uno de frentes fríos anticiclónicos (nortes) de octubre a febrero. Estos tres periodos son constantes, pero se traslapan de manera relativa, y su intensidad está variando por efectos del cambio climático global.

5.3 Los Ecosistemas

Las áreas costeras y marinas proveen a la población humana de servicios ambientales importantes, pues regulan el clima, protegen las costas y el equilibrio químico de la atmósfera, permiten la extracción de petróleo, gas y sal, la flora y la fauna son susceptibles de explotación y, al mismo tiempo, mantienen la diversidad del patrimonio genético y nos brindan un valor estético y recreativo.

La sonda de Campeche la zona sur del Golfo de México es considerada una de las regiones de gran importancia biológica por su alto potencial biótico y de recursos naturales. la sonda de Campeche es una de las más estudiadas por su diversidad de especies, la heterogeneidad de sus hábitats y por la expansión de los puertos industriales, ya sea por la explotación petrolera o la industria pesquera.

5.3.1 Sistema Estuarino

Los estuarios o sistemas estuarinos son, en el contexto de la zona costera, identaciones costeras que tienen conexión restringida al océano y permanecen abiertas intermitentemente. Se consideran entre los ecosistemas más importantes de la zona costera, ya que constituyen zonas de transición o ecotonos entre la zona terrestre y la zona marina donde el drenaje del agua dulce terrestre se mezcla con el agua marina, creando unas de las áreas más productivas debido al continuo control hidrodinámico, la maximización de la luz y la concentración alta de nutrientes estrechamente acoplados, reteniendo y reciclando eficientemente los nutrimentos. Constan de una zona fluvial, una zona de mezcla o propiamente el estuario, y una zona turbia en la zona colindante con el océano abierta asociada a la zona de mezcla y la pluma mareal. Son complejos y varían considerablemente en su geomorfología, hidrografía, salinidad, mareas, sedimentación y energética del ecosistema. Como consecuencia de esta complejidad las comunidades biológicas cambian sustancialmente de uno a otro estuario y dentro del estuario

mismo. Las variaciones en las condiciones físicas y químicas hacen difícil el distinguir los efectos sobre las comunidades biológicas entre los cambios naturales (huracanes, tormentas, etc.) y los cambios antropogénicos.

5.3.2 Humedales, Marismas y Planicies de Inundación

Los humedales, marismas y planicies de inundación en el Golfo de México, asociadas a la zona costera en la frontera con la zona terrestre y el mar, están sujetas a la inundación por lluvia, exceso de aporte fluvial y conforman diques y canales que desempeñan importantes funciones en el paisaje costero y contribuyen a la productividad elevada de la zona costera. Las planicies de inundación contienen lodos cuya fertilidad elevada les valen el interés de la agricultura, camaronicultura y acuacultura en general. La zona costera asociada a ríos se interconecta por una red extensa de humedales y planicies de inundación temporal y perenne que permiten la retención del agua, actúan como filtros, depósitos y fuente para sustancias varias y son el hábitat de plantas diversas específicamente adaptadas a este tipo de ambientes y de la fauna asociada a esta vegetación tanto emergente como sumergida.

El principal factor externo es la hidrología, que en el Golfo de México está sujeta a fluctuaciones considerables del nivel del agua dependiendo de la estación del año, permaneciendo como humedales caracterizados por alta diversidad. Tanto la flora como la fauna requieren de las fluctuaciones del nivel del agua, interviniendo estrechamente con el reciclamiento y la transferencia de los nutrientes entre las fases terrestres y acuáticas. El reciente represado y construcción de canales o drenaje ha tenido impactos dramáticos en las poblaciones debido a la pérdida de conectividad entre la planicie de inundación y el cuerpo de agua permanente. Solamente los organismos con ciclos de vida cortos subsisten.

5.3.3 Manglares

Los manglares son los únicos bosques situados en la confluencia de tierra y el mar en el Golfo de México, poseen características únicas de ecosistemas en un ecotono y se desarrollan mejor en zonas protegidas y de baja energía. Su presencia promueve el depósito de partículas finas lo que permite la recolonización de los fondos con raíces y propágulos. Los manglares representan un gradiente continuo de tipos geomorfológicos dentro de sistemas en una clasificación más amplia de la zona costera que está dominada por el aporte fluvial, y modificado por la alternancia de las mareas, determinado hidrográficamente por el oleaje, las corrientes costeras y la naturaleza del valle inundado. La biomasa generada es en promedio mayor a la encontrada en cualquier ecosistema acuático en el Golfo de México. La biomasa de raíces por debajo del sustrato iguala la biomasa emergida. La trama alimentaria béntica es simple e interactúan especies terrestres y marinas. La complejidad arquitectónica de las raíces provee sustrato para el desarrollo larval, la acumulación de sedimento, contaminantes, nutrimentos y carbono, y para estadios juveniles y larvales de invertebrados de importancia comercial. La riqueza de hábitat que se refleja en la diversidad de especies que habita y coloniza los manglares está determinada por la amplitud de la marea y la salinidad y calidad de las aguas.

5.3.4 Pastos Marinos

Los ecosistemas compuestos por pastos marinos se han reconocido como ecosistemas clave de la zona costera del Golfo de México y se encuentran restringidos en su crecimiento al ambiente marino y salobre (valores mayores a 5 ups, irradiancia subacuática con valores mayores al 11%), definiendo su límite de ocurrencia (aprox. 30 m) y distribución dentro las lagunas costeras, bahías, estuarios y en plataforma continental. En el Golfo de México los pastos se distribuyen en sedimentos blandos cuyo contenido de materia orgánica sea menor a 6%, con concentraciones de sulfuros menores a 300 μM y un potencial redox mayor a -100 mV. La tasa de exportación a los ecosistemas marinos vecinos es de aproximadamente 20% enlazando como importantes eslabones tróficos con tramas del talud continental y de la planicie abisal. Entre las principales funciones de los pastos marinos, considerados únicos, se reconoce la provisión de oxígeno disuelto a los fondos de los estuarios, lagunas, bahías, y la plataforma interna. Así mismo, la presencia de pastos marinos permite la estabilización del sedimento, impide la re suspensión del sedimento mejorando la transparencia, atenúa el oleaje de tormenta protegiendo la línea de costa, facilita el entrampamiento de nutrimentos y funciona como hábitat y refugio para diversos organismos dada su estructura arquitectónica compleja que promueve una diversidad biológica elevada de invertebrados benthicos.

5.3.5 Costas Rocosas

La presencia y extensión de las costas rocosas en el Golfo de México está limitada a las márgenes de Campeche, los Tuxtlas en Veracruz y a una creciente presencia de espigones y muelles en los estados de Yucatán, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas. Se ubican en la interfase tierra-mar, donde la frontera es abrupta y la zonación entre invertebrados y algas marinas y plantas terrestres es incipiente. El gradiente vertical es unidireccional con estrés que aumenta de la zona emergida a las porciones más expuestas, sobre el cual la acción del oleaje tiene el impacto mayor. La conectividad de las costas rocosas es constante con el ambiente terrestre, y como sistemas abiertos tienen la capacidad de dispersar larvas, propágulos y adultos. Las comunidades benthicas que se encuentran en la costa rocosa dependen de la capacidad de colonizar localidades y tolerar los diversos gradientes que actúan sobre ellos, aunada a la interacción con otros organismos que responden rápidamente al cambio, como lo muestran las adaptaciones de tolerancia fisiológica. Las comunidades benthicas de la costa rocosa muestran gran variabilidad natural en espacio y tiempo. La diversidad de estas comunidades es generalmente más baja que la de otros ecosistemas costeros del Golfo de México y las especies son predominantemente filtradoras, lo que mantiene la calidad de agua y reduce en parte los florecimientos de algas tóxicas.

Por su accesibilidad y posición en la interfase costera, las comunidades benthicas de este ecosistema son las más vulnerables a los impactos terrestres o generados por derrames en el agua por su apertura a gradientes marcados.

5.3.6 Playas

Las playas son los ecosistemas mejor representados a lo largo del litoral del Golfo de México, y están representadas por bajos arenosos en los fondos protegidos de bahías, lagunas costeras y estuarios hasta playas abiertas. Por su ubicación en la línea de costa son ambientes dinámicos con sustratos poco estables en un intervalo de condiciones físicas variables que determinan los tipos de comunidades asociadas a los sedimentos. La acumulación de partículas de origen continental y marino depositadas por el oleaje tienen diámetros que van de 0.05 a 2 mm. En el Golfo de México el ecosistema de playa está compuesto de dunas, cara de playa y una zona de ruptura de ola; presenta un intercambio constante de materiales entre los tres subsistemas.

Las playas del sector sur del Golfo de México se caracterizan en su gran mayoría por la ausencia de vegetación vascular enraizada en la zona intermareal y la aparente ausencia de fauna béntica de talla mayor. La fauna de las playas es móvil y adaptable a las condiciones cambiantes por las mareas y la exposición aérea.

El transporte de arena a lo largo de la costa es un factor crítico del presupuesto de depósito en las playas. Va acompañado del transporte de materiales a través del sistema, esencial para el aporte nutricional a la comunidad béntica intermareal dada la reducida abundancia de productores primarios. Los restos de madera, algas y cadáveres de organismos son, en su mayor parte, el alimento de la fauna carroñera epibéntica de mayor talla como crustáceos y gasterópodos, a los cuales se unen depredadores terrestres e insectos. Las partículas suspendidas de menor tamaño sostienen a organismos filtradores como bivalvos que viven enterrados en la arena. La re mineralización de la materia no consumida se lleva a cabo a varios centímetros dentro del sedimento submareal. Las playas disipativas con sus taludes suaves, que caracterizan al Golfo de México, presentan condiciones menos hostiles para la fauna, por lo que se encuentran los valores más altos de diversidad y abundancia y las interacciones de las cadenas alimentarias son más complejas.

5.3.7 Arrecifes de Coral

Los arrecifes de coral son ecosistemas someros submareales característicos de la plataforma continental y reborde continental en el Golfo de México que proveen de un sinnúmero de recursos. Se caracterizan por el componente geológico de depositación de carbonato de calcio generado por corales, moluscos, foraminíferos y algas en fondos con aguas cuya temperatura no sea menor a 18 °C, caracterizados por iluminación elevada y de calidad, saturación elevada de aragonita, salinidad marina estable y concentración baja de nutrientes disueltos en el agua marina. Los factores fisicoquímicos influyen en la formación de arrecifes de coral, y la tolerancia a ellos determina los patrones de distribución de los organismos característicos del arrecife. Cuando las condiciones difieren de las anteriormente descritas las grandes estructuras masivas, como los arrecifes de barrera y los atolones, reducen su capacidad de agregación y crecimiento a parches pequeños e incipientes de baja diversidad. Aunque los factores

fisicoquímicos determinan la distribución, crecimiento y éxito de los organismos formadores de los arrecifes de coral, las interacciones biológicas en el arrecife determinan la abundancia de especies y la producción del carbono orgánico e inorgánico. Los arrecifes en el Golfo de México se caracterizan por una riqueza intermedia con 28 especies de corales escleractinios reconocidos de 68 descritos para la región del mar Intramericano.

Los arrecifes del Golfo de México y el mar Caribe contienen 9% de los arrecifes representados en el océano mundial. Actualmente se señala la presencia de arrecifes de tipo plataforma en Tuxpan, Blanquilla y Lobos, el complejo arrecifal de Islas Verde, de En Medio y Santiaguillo, y en Arcas, Triángulos y Alacranes.

5.4 La Biota del Golfo de México

5.4.1 Mamíferos del Golfo de México

Dentro del grupo conocido como “mamíferos marinos” se ha incluido a los vertebrados de la clase Mammalia que pasan la mayor parte de su vida y obtienen su alimento principalmente en el medio acuático, ya sea marino o dulceacuícola. Este grupo no es una categoría taxonómica propia, sino un conjunto de especies de mamíferos de tres órdenes: Carnívora (focas, lobos marinos y morsas, conocidos como pinnípedos), Sirenia (manatíes y dugongos) y Cetácea (ballenas, delfines y marsopas).

En el Golfo de México se ha registrado la presencia de 30 especies de mamíferos marinos: una especie de carnívoro, una especie de sirenio y 28 especies de cetáceos. La única especie de pinnípedo que habitó el Golfo en la edad contemporánea, la foca monje del Caribe (*Monachus tropicalis*), se extinguió a mediados del siglo pasado debido a la cacería por parte de los habitantes de la región. El manatí de las Antillas (*Trichechus manatus*) es la única especie de sirenio en la región. En cuanto a los cetáceos, las especies del suborden Odontoceti (delfines y ballenas con dientes) que se han registrado en el Golfo de México son: cachalote (*Physeter macrocephalus*), cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*), cachalote enano (K. sima), calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*), calderón pigmeo (*Peponocephala electra*), delfín de Fraser (*Lagenodelphis hosei*), delfín de Risso (*Grampus griseus*), delfín Clymene (*Stenella clymene*), delfín listado (*S. coeruleoalba*), delfín moteado del Atlántico (*S. frontalis*), delfín moteado pantropical (*S. attenuata*), delfín tornillo (*S. longirostris*), delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), orca (*Orcinus orca*), orca falsa (*Pseudorca crassidens*), orca pigmea (*Feresa attenuata*), tonina (*Tursiops truncatus*), ballena picuda de las Antillas (*Mesoplodon europaeus*), ballena picuda de Blainville (*M. densirostris*), ballena picuda de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) y ballena picuda de Sowerby (*M. bidens*). Del suborden Mysticeti, que incluye a las ballenas con barbas, se ha documentado la presencia en el golfo de la ballena franca del norte (*Eubalaena glacialis*), ballena azul (*Balaenoptera musculus*), rorcual común (*B. physalus*), rorcual tropical (*B. edeni*), rorcual del norte (*B. borealis*), ballena minke (*B. acutorostrata*) y ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*).

5.4.2 Ostrácodos Bentónicos del Sur del Golfo de México

Los ostrácodos son uno de los grupos más abundantes de la micro fauna bentónica. Además de ser importantes eslabones en la cadena alimenticia, se caracterizan por ser útiles indicadores ecológicos.

Los ostrácodos son micro crustáceos (0.5 mm en promedio) que se caracterizan por presentar un caparazón bivalvo que encierra al organismo y es parte integral del cuerpo. Esto permite que en el caparazón se preserven diversas características que proveen información sobre las adaptaciones fisiológicas de los mismos. Su estrecha relación con el medio en que se desarrollan les permite ser utilizados como indicadores de diversos parámetros ambientales como la temperatura, salinidad, tipo de sustrato, y la concentración de ciertos elementos en agua y sedimento. Al cambio de las condiciones ambientales, la ostracofauna puede responder con cambios en la composición taxonómica de la población, en su forma o su composición química. La diversidad y patrones de distribución de los ostrácodos en el sur del Golfo de México demuestran la sensibilidad que estos organismos presentan a los diferentes parámetros oceanográficos y su potencial utilización como indicadores ecológicos.

Estudios preliminares en la zona de plataformas de extracción petrolera, indican que la composición taxonómica de la ostracofauna no varía con respecto a la de las zonas aledañas, pero sí su abundancia, que se encuentra relacionada con una mayor cantidad de materia orgánica presente en las muestras de sedimento con hidrocarburos.

Aunque los estudios sobre contaminación en el Golfo de México utilizando ostrácodos como biomarcadores se encuentra en sus inicios, el potencial de estos estudios es muy promisorio y puede contribuir no sólo al estudio de la contaminación actual, sino a su variación a través del tiempo y a la historia de la calidad del ambiente en diversas regiones acuáticas.

5.4.3 Las Tortugas Marinas del Golfo de México

En México existen 11 variedades de tortugas marinas, 5 de ellas habitan las aguas del Golfo de México, cada una tiene características biológicas, abundancia y distribución geográfica muy particulares.

5.4.3.1 Tortuga Blanca (*Chelonia mydas*)

Se distribuye ampliamente tanto en aguas costeras continentales como insulares, latitudinalmente está limitada por el desplazamiento estacional de las isotermas de 20°C. Existen registros de esta especie fuera de estas fronteras, pero generalmente corresponden a individuos solitarios en fases no reproductivas. Es una especie típicamente nerítica, que forma agregaciones en aguas someras, abundantes en pastos y algas marinas. Algunas poblaciones efectúan grandes migraciones desde las áreas de alimentación hasta las de reproducción.

Hay playas de anidación importantes alrededor de todo el mundo. En México anida desde Tamaulipas hasta Quintana Roo, pero las playas más sobresalientes se encuentran en Isla Aguada, Río Lagartos, X´cabel, Isla Cozumel, etc., todas en

la Península de Yucatán. Anidan entre mayo y octubre, con mayor abundancia entre junio y agosto.

5.4.3.2 Tortuga Caguama (*Caretta caretta*)

Se encuentra en aguas costeras tropicales y subtropicales, a menudo entra a las bahías y desembocaduras de ríos, donde puede permanecer todo el invierno asentada en los fondos lodosos, también se han observado ejemplares siguiendo corrientes marinas que las pueden llevar a través del Atlántico, posiblemente hasta costas europeas. Son especies neríticas que se alimentan principalmente de crustáceos y moluscos, y realizan extensas migraciones entre las áreas de alimentación y de reproducción.

En la actualidad no son frecuentes dentro del Golfo de México; aunque anidan esporádicamente en algunas de sus playas, son más abundantes en el norte y este de la península de Yucatán, y anidan desde Holbox hasta la frontera de Belice. Es la especie más común en la costa este de EE.UU. La época de reproducción ocurre de mayo a septiembre.

5.4.3.3 Tortuga de Carey (*Eretmochelys imbricata*)

Esta especie de tortuga marina se puede encontrar solitaria o formando pequeños grupos, alrededor de casi todas las costas rocosas y coralinas. Su área de distribución se encuentra limitada por los paralelos 25° Norte y 35° Sur. Es la más costera de todas las especies y vive en ambientes con abundante fauna bentónica de arrecifes coralinos y mantos de vegetación marina, de la cual se alimenta.

La anidación es nocturna y se efectúa solitaria o en pequeños grupos. La época de reproducción varía entre las localidades; en México abarca desde abril hasta agosto, siendo las zonas más importantes de reproducción las de Campeche, que abarcan las Islas del Carmen y Aguada, Sabancuy y Champotón, las playas de Yucatán: Celestún y entre Río Lagartos e Isla Holbox; también en algunas playas de Quintana Roo anida en pequeñas cantidades.

5.4.3.4 Tortuga Lora (*Lepidochelys kempi*)

Esta es una de las tortugas marinas con distribución geográfica más restringida. La gran mayoría de los adultos se encuentran dentro del Golfo de México; sin embargo, una parte de la población de juveniles y pre-adultos deambulan por la costa este de EE.UU. por lo que algunos individuos pueden llegar hasta las aguas europeas siguiendo la Corriente del Golfo. Esta especie usualmente se encuentra en zonas costeras de fondos arenosos y lodosos con abundancia de crustáceos. Se ha registrado la presencia de juveniles en las bahías, lagunas costeras y estuarios del norte del Golfo y la costa este de EE.UU. mientras que los adultos se reúnen en las áreas de alimentación localizadas en el oeste de Florida, la desembocadura del río Misisipí y el Banco de Campeche.

La época de reproducción va de marzo a julio y anida principalmente entre el río Soto la Marina y Punta Jerez, con mayor abundancia frente a Rancho Nuevo, Tamps. En parte de la costa norte de Tamaulipas y entre Cabo Rojo y Tecolutla (Veracruz) hay varios sitios de anidación de menor importancia. Últimamente se

ha registrado un incremento de nidos en el sur de Texas, EE.UU. y Florida lo cual se podría considerar un indicador de la recuperación de esta población. Estos organismos tienden a formar arribazones para desovar. Es la única especie que de manera sistemática anida durante el día.

5.4.3.5 Tortuga Laúd (*Dermochelys coriácea*)

Está adaptada para soportar temperaturas más bajas que el resto de las tortugas marinas (hasta 10°C) por lo que también se distribuye en gran parte de la zona templada. Esta especie realiza grandes migraciones. En el Golfo de México es menos abundante que en el mar Caribe y también la anidación es más esporádica. En el Caribe las zonas de alimentación están distribuidas a todo lo largo del archipiélago de las Islas Antillas, pero sólo se reproduce en unos cuantos lugares, como Trinidad, Dominica y República Dominicana. En altamar pueden formar pequeñas flotillas, las cuales generalmente se observan en zonas de giros, frentes y surgencias marinas, donde se congregan los organismos que les sirven de alimento, en particular medusas.

Situación Actual de las Tortugas

Debido a la problemática de las tortugas y su estatus de especies en peligro de extinción, como resultado de la sobreexplotación y mal manejo de los ecosistemas, es muy importante fortalecer los programas vigentes de protección, a través de actividades de investigación, conservación y educación, orientados hacia el desarrollo de nuevas alternativas y esquemas de manejo de estos valiosos recursos.

Actualmente, en muchas de las playas las poblaciones de tortugas marinas continúan en franco deterioro por falta de suficiente apoyo a las actividades de fomento y conservación, sin embargo, en otras la respuesta ha sido positiva, como resultado de estos trabajos y la tendencia en el número de anidaciones indica un aumento importante, como sucede con *L. kemp* y algunas poblaciones de *E. imbricata* y *Ch. mydas*. Por otra parte, *C. caretta* se mantiene estable y *D. coriacea* presenta una situación incierta. Debido a lo anterior, es necesario un mayor apoyo y un monitoreo más confiable de la evolución de las poblaciones en las playas y en el mar, desarrollando todas las acciones indispensables para conocer con precisión el estado de esas poblaciones y poder definir las estrategias más adecuadas para su recuperación. Sin embargo, la información actual, obtenida a través de los coordinadores de algunos campamentos, nos indica que el saqueo continúa y es necesario actuar con medidas más drásticas y eficientes para evitar que lleguen a un colapso.

5.4.4 Las Aves del Golfo de México

Debido a que la mayoría de las especies de aves marinas dependen de organismos marinos para su alimentación, la composición de especies de la comunidad de estas aves está determinada, en gran medida, por los procesos regionales que influyen en la composición de especies de todo el ecosistema y la productividad primaria marina. La ubicación geográfica del Golfo de México, que va del límite norte del Trópico de Cáncer hasta colindar con las aguas del océano

Atlántico y mar Caribe, y las complejas condiciones ambientales que en él prevalecen, fomentan una avifauna diversa, con distintos orígenes e influencias.

Diversidad de especies

Con base en los datos disponibles hemos podido detectar que en el Golfo de México existen 231 especies de aves, de las cuales el 44% son consideradas acuáticas, el 29% terrestres y el 27% marinas. Las especies se agrupan en 17 órdenes y 46 familias. Los órdenes mejor representados, en cuanto a número de especies, son: *Procellariiformes* (pardelas y afines) con 11 especies (4.9 %), *Pelecaniformes* (pelícanos y afines) con 13 (5.8 %), *Ciconiformes* (garzas y afines) con 21 (9.4 %), *Anseriformes* (patos y afines) con 31 (13.8 %), *Gruiformes* (grullas y afines) con 15 (6.7 %), *Charadriiformes* (chorlitos y aves marinas afines) con 60 (27.7 %) y *Passeriformes* (gorriones y afines) con 44 (19.6 %).

Las familias mejor representadas específicamente son: *Procellariidae* (pardelas) con 7 especies (3.04%), *Anatidae* (patos, cisnes y gansos) con 31 (13.48%), *Rallidae* (ralos y rascones) con 11 (4.78%), *Charadriidae* (chorlitos) con 8 (3.48%), *Scolopacidae* (playeritos) con 29 (12.61%), *Laridae* (gaviotas y charranes) con 26 (11.30%), *Tyrannidae* (mosqueros y tiranos) con 11 (4.78%) y *Parulidae* (chipes, mascaritas y pavitos) con 14 (6.09); estas familias agrupan el 59 % del total de las especies.

La avifauna hasta ahora encontrada en el Golfo de México representa, aproximadamente, el 22% de las 1,060 especies de aves reconocidas para México. Esta diversidad se puede explicar con base en las características biogeográficas y ecológicas de las regiones limítrofes del Golfo. En la región se pueden encontrar algunas especies de ocurrencia irregular o errantes, con distintas afinidades biogeográficas. Por ejemplo, en la parte norte de Tamaulipas, principalmente en invierno, suelen encontrarse algunas especies de aguas templadas, como el pato colilargo (*Clangula hyemalis*), o especies de ocurrencia regular en el Caribe como la pardela de Audubon (*Puffinus lherminieri*).

En la región petrolera de la sonda de Campeche se han registrado, al menos, 18 especies de aves migratorias y locales que utilizan los complejos de proceso como sitio de descanso. Estas son especies que no residen permanentemente en los complejos, sino sólo de forma temporal. Sin embargo, se les observa alimentarse en sitios tan diversos como los basureros de los complejos y las plataformas habitacionales, o pescar de los cardúmenes que se arremolinan alrededor de las estructuras de soporte de los complejos, atraídos por los desechos orgánicos provenientes de los comedores de las plataformas habitacionales. También se han observado aves exhaustas, descansando en las cubiertas de las plataformas, así como fragatas (*Fragata magnificens*) planeando con las corrientes ascendentes de aire caliente generadas por los quemadores de gas. Las interacciones de la avifauna con la actividad industrial marina son complejas, y algunas tienen efectos que pueden interpretarse como negativos al medio ambiente y por ende a la avifauna presente.

5.4.5 Peces Bentónicos y Demersales del Golfo de México

Los peces, por su valor ecológico y económico, constituyen un elemento importante dentro de las investigaciones. Dentro de los ecosistemas marinos son transformadores de energía, incluso desde fuentes primarias (porque se alimentan de materia orgánica, vegetales, zooplancton, invertebrados y otros peces) y son reguladores energéticos por la habilidad de desplazarse entre los ecosistemas. Para el ser humano proveen los siguientes beneficios: fuente de proteína, actividad deportiva y apoyo al turismo. su estudio ofrece novedosas perspectivas de manipulación tecnológica para la acuicultura.

En las aguas de nuestro país aproximadamente se han registrado 2 692 especies de peces, entre dulceacuícolas, estuarinas y marinas, y en el Golfo de México se han registrado 1 057 especies de este grupo. Particularmente para la sonda de Campeche, frente a la laguna de Términos, se estima que pudieran estar habitando más de 270 especies, pero de todas ellas sólo una fracción mínima es comercializada. En nuestros registros sólo tenemos 193 especies de peces bentónicos y demersales (sólo las especies que viven en el fondo o que están íntimamente relacionadas con él).

5.4.5.1 Peces Bentónicos

Los peces que viven en el fondo marino son conocidos como bentónicos y se caracterizan por tener una escasa habilidad para la natación; no obstante, se extienden por casi toda la superficie del fondo del mar. Su abundancia decrece progresivamente con la profundidad y su distribución depende de los factores ambientales, ya sean físicos, químicos o biológicos, que prevalecen en los diferentes hábitats del fondo.

Lenguados

Los lenguados son los típicos peces bentónicos de los fondos marinos. En estos animales la simetría bilateral se pierde, ya que su cuerpo se aplanan y toma forma oval. sus estructuras se desplazan a una de las caras del cuerpo, mientras que la otra (la que está en contacto con el fondo) las pierde. un hecho notable es que en uno de los lados se encuentran ambos ojos, la boca es lateral y las aletas son más grandes. Cuando son larvas, su cuerpo es simétrico y nadan libremente, pero al convertirse en juveniles un ojo se traslada al lado opuesto de la cabeza y ambos ojos terminan por estar muy próximos; además, los patrones de pigmentación cambian y se hacen más evidentes en el lado ocular. A esta variación se agrega la desaparición de la vejiga natatoria. así, los juveniles cambian de hábitos pelágicos y bajan al fondo como los adultos. En el sur del Golfo de México existen varias especies de lenguados. los más comunes son lengua (*Symphurus plagiusa*), lenguado mexicano (*Cyclopsetta chittendeni*), suela o tortilla (*Trinectes maculatus*), lenguado pardo (*Cithari-chthys spilopterus*) y lenguado arenoso (*Syacium gunteri*), entre otras más que se presentan en la zona, pero sin ser abundantes.

Rayas

Otros organismos bentónicos son las rayas, peces cartilagosos que viven en los fondos de arena. Su cuerpo se caracteriza por estar aplanado en la región dorsal y por tener sus aletas pectorales enormemente desarrolladas y, de igual modo, aplastadas, y forman con la cabeza un solo disco, de donde parte un pedúnculo caudal terminado en aleta. En este grupo están la raya eléctrica (*Narcine brasiliensis*), que puede descargar hasta 200 voltios de sus órganos eléctricos situados en la cabeza, el pez guitarra (*Rhinobatos lentiginosus*), la raya tigre (*Raja texana*) y la raya redonda de estero (*Urobatis jamaicensis*).

En algunos casos, en la zona de la cola se localiza una espina o aguijón con el que pueden causar heridas al inocular sustancias tóxicas, como las rayas látigo (*Dasyatis americana*, *D. sabina* y *D. guttata*). Dentro del grupo de las rayas, existen otras más con hábitos pelágicos, pero que de alguna manera dependen del fondo.

5.4.5.2 Peces Demersales

Las especies demersales y epibénticas son las que viven asociadas con el fondo del mar, cerca de éste o temporalmente en contacto con él, y llegan hasta profundidades de aproximadamente 500 metros. Estos peces presentan poco movimiento con una tendencia a no abandonar la cercanía del fondo; generalmente suelen ocupar los huecos entre las rocas y las piedras, los arrecifes de coral o la vegetación formada por algas y pastos marinos.

Bagres

Éstos peces presentan un considerable número de receptores en sus barbas, los cuales les sirven para encontrar alimento en aguas no tan claras y les permite seguir activos en la oscuridad o en aguas turbias. Estas especies forman cardúmenes y presentan una migración entre la laguna de Términos y la plataforma continental.

Los peces lagartijas (o chiles) también son considerados demersales y abundan en el sur del Golfo de México, especialmente el chile (*Synodus foetens*). En general, son depredadores capaces de devorar un amplio rango de presas, incluyendo otros peces de su mismo tamaño. El chivito (*Upeneus parvus*) es considerado otra especie demersal abundante; tiene la peculiaridad de poseer barbas con células químicas sensoriales que usa para examinar los sedimentos y percibir pequeños organismos bénticos, que son su alimento. Por lo general, las barbas están dobladas bajo el borde del pecho y las agallas, pero cuando busca alimentarse éstas bajan para tocar el fondo del mar.

Pargos y Huachinangos

Entre los peces comerciales, los pargos y huachinangos de la familia Lutjanidae también están asociados a los fondos marinos, pues se alimentan de organismos bénticos. Su cuerpo es robusto con una coloración roja. Se les encuentra formando bancos de varios individuos. Muchas especies de esta familia están asociadas a arrecifes de coral, e incluso son abundantes alrededor de las plataformas. En el

sur del Golfo de México, la comercialización del huachinango del Golfo (*Lutjanus campechanus*) y de la rubia (*L. synagris*) conforman una pesquería de gran importancia, debido a que su carne es muy apreciada.

Truchas

Las truchas y las corvinas, de la familia sciaenidae, son otros peces demersales dominantes en la zona. Este grupo, también llamado tambores, produce sonidos fuertes especialmente durante la temporada de reproducción mediante la vibración de músculos asociados con la vejiga natatoria. Como viven en aguas turbias, es posible que hayan desarrollado la capacidad de producir y recibir sonidos para la alimentación y la comunicación con otros peces. Muchas especies son importantes para la pesca, como la trucha blanca (*Cynoscion nothus*), corvina pinta (*C. nebulosus*) y corvina de arena (*C. arenarius*).

Meros

Entre las especies de mayor importancia comercial están los meros, pertenecientes a la familia serranidae; son peces piscívoros con dientes cónicos, que viven en fondos rocosos o coralinos. Su cuerpo se caracteriza por la presencia de manchas de colores. Es característico de esta familia presentar hermafroditismo: cuando el macho dominante del harén es eliminado por un depredador, la hembra mayor se convierte en macho y toma todas sus funciones. Muchas de estas especies son explotadas comercialmente, pero la cherna americana (*Epinephelus morio*) es la más importante en el banco de Campeche por su volumen de captura y valor comercial.

5.4.6 Efectos Negativos

Exploración Geológica

Otros dos casos de actividades humanas que pueden tener un efecto negativo sobre las poblaciones de especies marinas del Golfo de México son la exploración geológica y la demolición o remoción de estructuras por medio de explosivos. Ambas actividades se asocian con la explotación de yacimientos de hidrocarburos en los fondos marinos.

La exploración ecográfica de dicho fondo se hace a través de ondas de baja frecuencia generadas por medio de explosiones. En un principio se usaba dinamita para generar las ondas pero actualmente se utilizan émbolos o “pistolas” de aire comprimido. Las ondas generadas por la explosión viajan a través de la columna de agua, penetran en el fondo del mar y se reflejan hacia la superficie de manera diferencial, dependiendo de las discontinuidades presentes en los sedimentos.

Los ecos son registrados en la superficie por una serie de hidrófonos y posteriormente se analizan para determinar la estructura de los sedimentos y la presencia de probables yacimientos. Las explosiones utilizadas por este tipo de exploración geológica producen sonidos de gran intensidad que pueden tener efectos nocivos en los mamíferos marinos y en sus presas. A pesar de que la exploración geológica ha sido muy frecuente en el Golfo de México, no se han

realizado estudios para determinar los efectos que pueda tener sobre las poblaciones de mamíferos marinos.

Demolición de Estructuras

La remoción o demolición de plataformas petroleras marinas frecuentemente se lleva a cabo utilizando explosivos. La onda expansiva puede causar la muerte de mamíferos marinos que se encuentren cerca en el momento de la explosión. En la zona económica exclusiva de los Estados Unidos de América, la industria está obligada a evitar la mortalidad de mamíferos y tortugas marinas durante la demolición de estructuras. Para ello se colocan observadores que se encargan de detener la operación cuando existan mamíferos o tortugas marinas cerca del sitio de demolición. Es conveniente instaurar un programa similar en el sur del Golfo de México.

5.4.7 Áreas naturales protegidas

Las principales áreas naturales protegidas en la región del Golfo de México se encuentran clasificadas dentro de las categorías de Reserva de la Biosfera, Parque Nacional, Área de Protección de Flora y Fauna, Santuario y Área de Protección de Recursos Naturales. Las reservas de la biosfera de la zona son: Los Tuxtlas en Veracruz, Pantanos de Centla en Tabasco, Los Petenes en Campeche, Ría Celestún en Campeche y Yucatán y Ría Lagartos en Yucatán. Los parques nacionales de la región son el Sistema Arrecifal Veracruzano y el Arrecife Alacranes en Veracruz. En las tres últimas categorías se encuentran: Playa de Rancho Nuevo en Tamaulipas, La Mancha en Veracruz y Laguna de Términos en Campeche, respectivamente.

6. LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN Y SUS RIESGOS AMBIENTALES

6.1 Introducción

La exploración y producción de los yacimientos de aceite y gas involucran una serie de riesgos continuos, los cuales, si no son correctamente administrados, tienen el potencial de resultar en un incidente o accidente.

La gestión del riesgo es el proceso sistemático de identificación, análisis y respuesta al riesgo del proyecto. Implica minimizar la probabilidad y las consecuencias de eventos adversos y maximizar la probabilidad y las consecuencias de eventos positivos basados en los objetivos del proyecto.

El negocio petrolero marino es una industria única en muchos sentidos, pero su singularidad no se limita a la diversidad inherente a cualquier proyecto o a las diferencias entre todos los proyectos. Su diversidad también incluye a las personas que trabajan dentro de la industria. En su conjunto, estas personas están a la vanguardia de una industria de alto riesgo y al mismo tiempo altamente gratificante. Por lo tanto, sería beneficioso para la industria, en su conjunto, adoptar una metodología y una filosofía generales de gestión de riesgos con el fin de utilizar esfuerzos conjuntos que puedan ayudar a maximizar el éxito de sus proyectos.

Este capítulo da una breve explicación del análisis de riesgos y describe en palabras sencillas, algunas de las operaciones importantes durante la perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros.

Se describen además, dos casos históricos de derrames petroleros en el Golfo de México, Ixtoc-1 y Macondo.

6.2 Evaluación de Riesgos

El riesgo es definido como el resultado de la probabilidad de que un evento ocurra (amenaza) por la magnitud del daño.

La evaluación de riesgos es el proceso de evaluación de riesgos y factores que influyen en el nivel de seguridad de un proyecto. Implica investigar cómo los eventos o estados peligrosos se desarrollan e interactúan para causar un accidente. El esfuerzo de evaluación del riesgo debe adaptarse al nivel y la fuente del riesgo técnico que conlleva el proyecto y la etapa del proyecto que se está considerando. La evaluación del riesgo técnico tendrá diferentes formas en las diferentes etapas del proyecto; por ejemplo:

- Una simple revisión técnica de alto nivel puede filtrar los equipos con incertidumbre técnica.
- Los análisis de consecuencias/gravedad pueden utilizarse para identificar equipos con mayor impacto en la producción o la seguridad y el medio ambiente.

- Se pueden identificar los posibles modos de fallo o el riesgo de falla.
- Las revisiones técnicas de riesgos pueden utilizarse para identificar dónde se está diseñando el equipo más allá de la experiencia actual.

6.2.1 Métodos de Evaluación de Riesgos

Al evaluar el riesgo, el parámetro de probabilidad debe ser considerado para obtener una evaluación global porque no todos los riesgos se convertirán en certezas del proyecto. Durante la evaluación, los riesgos se eliminan para obtener una visión global. Este método se basa en la experiencia funcional y se utiliza un valor de puntuación fijo para lograr resultados equilibrados.

Por ejemplo, si un riesgo se evalúa teniendo una probabilidad de ocurrencia entre 1% y 20%, entonces la media del rango, 10%, se utilizará en el cálculo. La tabla 9 ilustra los valores utilizados para diferentes probabilidades en diversos niveles de riesgo en una evaluación de riesgos.

Riesgo	Probabilidad	Utilizar
Improbable	<20%	10%
No es probable	20-40%	30%
Posible	40-60%	50%
Probable	60-80%	70%
Cerca de serlo	>80%	90%

Tabla 9 Probabilidad de Riesgo, Subsea Engineering Handbook, Y. Bai and Q. Bai.

Una probabilidad del 100% no aparece en la tabla porque la probabilidad del 100% es una certeza del proyecto. La evaluación de riesgos se ocupa únicamente de los escenarios que podrían ocurrir. Una vez identificada la probabilidad y establecido el nivel de riesgo, es necesario priorizar las acciones a emprender.

Los criterios de riesgo definen el nivel al cual el riesgo puede ser considerado aceptable / tolerable. Durante el proceso de toma de decisiones, los criterios se utilizan para determinar si los riesgos son aceptables, inaceptables o necesitan ser reducidos a un nivel razonablemente practicable. Se requieren criterios numéricos de riesgo para una evaluación cuantitativa del riesgo.

Como se describió anteriormente, la evaluación del riesgo implica incertidumbres. Puede que no sea adecuado utilizar los criterios de riesgo en una vía inflexible. La aplicación de criterios numéricos de riesgo no siempre es apropiada debido a las incertidumbres de ciertos insumos. Los criterios de riesgo pueden ser diferentes para diferentes individuos y también varían en diferentes sociedades y alteran con el tiempo, la experiencia del accidente y las expectativas cambiantes de la vida. Por lo tanto, los criterios de riesgo sólo pueden ayudar con juicios informados y deben usarse como guías para el proceso de toma de decisiones.

La categorización del riesgo es basada en ambas cosas, consecuencia y probabilidad, aplicando términos cuantitativos. Las categorías pueden ser definidas para los siguientes aspectos:

- Seguridad del personal;
- Medio Ambiente;
- Bienes;
- Reputación.

Se recomienda una matriz de riesgos para definir el criterio de aceptación como se muestra en la tabla 10.

Descripción	Personal	Medio Ambiente	Bienes	Reputación	Remota (A)	Improbable (B)	Probable (C)	Frecuente (D)
Extenso	Muertes	Efecto Global o Nacional. Restauración > 10 Años.	Costo consecuencia en la producción del proyecto > 10 millones USD.	Impacto negativo a nivel internacional	A1 = S	B1 = S	C1 = U	D1 = U
Severo	Daño mayor	Restauración > 1 Año. Costo de restauración > 1 millón USD.	Costo consecuencia en la producción del proyecto > 1 millón USD.	Gran impacto a nivel nacional	A2 = A	B2 = S	C2 = S	D2 = U
Moderado	Daño menor	Restauración > 1 mes. Costo de restauración > 1000 USD.	Costo consecuencia en la producción del proyecto > 100 mil USD.	Impacto menor a nivel nacional.	A3 = A	B3 = A	C3 = S	D3 = S
Menor	Enfermedad o heridas leves	Restauración < 1 mes. Costo de restauración < 1000 USD.	Costo consecuencia en la producción del proyecto < 1000 USD.	Impacto Local	A4 = A	B4 = A	C4 = S	D4 = S

Tabla 10 Matriz de Riesgos, Subsea Engineering Handbook, Y. Bai and Q. Bai.

 Alto Riesgo

Si se considera que el evento no deseado después de las medidas de mitigación tiene un riesgo inaceptable (U), la operación no se llevará a cabo. Si la operación aún no se ha llevado a cabo, la solicitud formal de desviación se presentará de acuerdo con los procedimientos establecidos.

 Riesgo Medio

La operación se puede ejecutar después de que se implementan medidas eficientes en costos y el equipo de análisis ha encontrado el riesgo satisfactorio (S).

 Riesgo Bajo

Riesgo aceptable sujeto a la aplicación del principio de ALARP (tan bajo como sea razonablemente posible).

6.2.2 Identificación de Riesgos

Muchas herramientas y técnicas son utilizadas en la identificación de riesgos. A continuación, se mostrarán algunas de ellas.

Análisis de identificación de Peligros (HAZID)

La técnica de identificación de peligros es utilizada para identificar todos aquellos peligros con potencial de causar un accidente mayor.

La identificación del peligro se debe hacer en la primera etapa del proyecto y se llevará a cabo en las etapas de ingeniería conceptual y de ingeniería. HAZID es una técnica que implica el uso de personal capacitado y experimentado para determinar los peligros asociados con un proyecto. Se pueden elegir riesgos significativos a través de HAZID mediante la detección de todos los riesgos identificados. La técnica también se utiliza para evaluar los riesgos potenciales en una etapa temprana del proyecto.

Revisión de Diseño

La revisión de diseño es utilizada para evaluar el diseño basada en opiniones de expertos en diversas etapas, También se utiliza para identificar las debilidades de un diseño para un sistema, estructura o componente en particular.

FMECA (Failure mode, effects, and criticality analysis)

Un modo de falla, efectos y análisis de criticidad (FMECA) se lleva a cabo para identificar, abordar y, si es posible, diseñar modos de falla potenciales. El uso de un proceso FMECA para identificar fallas potenciales que podrían ocurrir durante cada paso del procedimiento con miras a encontrar mejores formas (de reducción de riesgo) de completar la tarea (sólo operaciones de alto riesgo). Todas las acciones relacionadas con el procedimiento de cualquier diseño detallado FMECA y las revisiones por pares deben ser incorporados en el proyecto.

Las ventajas de FMECA son las siguientes:

- Aplicable a todas las etapas del proyecto;
- Versatilidad, aplicable para sistemas de alto nivel, componentes y procesos;
- Puede dar prioridad a áreas de debilidad de diseño;
- Identificación sistemática de todos los modos de falla;

Las desventajas de FMECA son dos:

- No identifica la razón real del modo de falla.
- Puede ser una tarea que consume mucho tiempo.

6.2.3 Plan de Gestión de Riesgos.

El plan de gestión de riesgos incluye recursos, roles y responsabilidades, calendarios e hitos, y así sucesivamente. Sin embargo, sólo debe incluir elementos que se puedan lograr dentro del calendario y las restricciones presupuestarias. Al aplicar el plan de gestión de riesgos al proyecto de desarrollo total, se reducirán los riesgos y se podrán tomar decisiones con una mejor comprensión de los riesgos totales y de los posibles resultados.

6.3 Operaciones de Perforación

Antes de iniciar la perforación, el buque perforador o la plataforma semi-sumergible deben posicionarse dinámicamente utilizando geo-localización satelital, si se trata de aguas someras no tan profundas, la plataforma podrá ser anclada, si se trata de aguas someras, la plataforma podrá ser fija o auto-elevable, ambas enterradas en el lecho marino.

La primera etapa de perforación en un pozo petrolero en aguas profundas se realiza sin riser, los recortes son esparcidos en el lecho marino. Se baja el cabezal submarino y se perfora unos cuantos metros bombeando agua de mar, este agujero permite sentar y cementar el primer tubo revestidor e instalar el cabezal submarino. Si el pozo es en aguas someras, normalmente el primer conductor ya está instalado junto con la plataforma satélite o fija (octópodos, tetrápodos, etc.).

La siguiente etapa consiste en instalar el conjunto de preventores, armando la sarta de riser de perforación desde la superficie hasta conectar el preventor con el cabezal submarino. Si el pozo es en aguas someras, el conjunto de preventores se instala en superficie.

Una vez que el conjunto de preventores está correctamente instalado en el cabezal submarino y los risers están conectados al sistema de tensores hidráulicos en superficie, se continúa la perforación de las etapas que sean necesarias utilizando lodos de perforación en lugar de agua de mar.

La secuencia para las operaciones de perforación involucra inicialmente perforar un agujero de un diámetro determinado y correr (introducir) una tubería de revestimiento de diámetro menor al del agujero, para después cementarla.

Conforme el proceso de perforación va progresando, se van instalando de manera sucesiva tuberías de revestimiento más pequeñas y más resistentes si es que son corridas hasta la superficie, de otra forma se instalan liners en lugar de tuberías de revestimiento. Un Liner es una tubería de revestimiento corta que no llega hasta la superficie, sino que es colgada de la tubería de revestimiento anterior.

Al final de cada etapa de perforación se deben correr registros geofísicos con el fin de tener conocimiento de las formaciones perforadas y del fluido que contienen para garantizar que las condiciones de operación establecidas en el diseño del pozo son seguras o de ser necesario se deban realizar modificaciones.

6.3.1 Corrida de tuberías de revestimiento

Cada que se termina de perforar una etapa o se logra cierta profundidad programada, se deja el pozo en bombeo continuo para que circule el lodo de perforación a través de todo el agujero y se limpie de todos los recortes.

Una vez que el pozo está limpio y bajo control, se procede a sacar la sarta de perforación con el fin de dejar el agujero libre para insertar la tubería de revestimiento. Esta operación debe ser realizada monitoreando el nivel de lodo en presas, así como llenando el pozo de lodo cada ciertos tramos de sarta recuperada.

Ya que fue retirada toda la sarta de perforación y después de que fueron realizados los registros geofísicos, se instala el equipo para correr la tubería de revestimiento, se inicia la corrida bajando tubo por tubo, y llenando de lodo el interior de la tubería introducida, esto se repite hasta llegar a la profundidad programada.

Dependiendo la etapa, la corrida puede ser hasta la superficie o puede ser una tubería corta o liner con tie back, es decir, colgada de la tubería de revestimiento anterior.

Esto se hace con el fin de minimizar costos, resultado del diseño de pozo en cuanto presiones internas y externas, tensión colapso y estallido.

La selección del tipo de tubería en cuanto a grado de acero y el tipo de rosca son factores determinantes en la seguridad del pozo, además de representar un alto costo en la construcción del pozo.

6.3.2 Cementaciones

La cementación es un proceso con el cual se asegura la tubería de revestimiento a la pared del pozo, esto brinda resistencia y protección al revestimiento de diversos factores como son la corrosión por fluidos presentes en la formación, además de brindar resistencia a las presiones externas que ejerce la formación sobre el pozo.

La cementación también protege los acuíferos someros de contaminación de fluidos del pozo.

Consiste en bombear cemento a través de la tubería de revestimiento para después salir por dispositivo especialmente diseñado para ello y cubrir el espacio entre la tubería y el agujero perforado.

El diseño de las lechadas de cemento y de la cementación en general es un factor importante en la seguridad del pozo. Después de cada etapa de cementación se deben realizar pruebas de adherencia de cemento, así como correr registros eléctricos que confirmen que la cementación cumple con la seguridad para lo que fue diseñada.

6.3.3 Terminación

Las operaciones de terminación básicamente consisten en instalar el cabezal de producción en lugar del conjunto de preventores y bajar la tubería de producción junto con los empacadores necesarios de acuerdo al diseño de producción del pozo.

Instalado el equipo de producción en superficie, se puede seguir con el proceso de los disparos. Estos consisten en introducir en el pozo herramientas especiales las cuales contienen cargas explosivas capaces de perforar la tubería de revestimiento, el cemento y penetrar en la formación varias pulgadas dependiendo el diseño de cada carga.

Una vez disparado el pozo, se retiran las herramientas de disparos y se procede a instalar el equipo de inducción de pozo. Este proceso se encargará de limpiar los residuos de los disparos e inducirá al yacimiento a producción.

6.4 Operaciones de Mantenimiento de Pozos

Las operaciones de mantenimiento de pozos pueden dividirse básicamente en dos tipos; intervención o reparación menor, e intervención o reparación mayor.

Estas se realizan a los pozos ya en etapa de producción con la finalidad de restaurar, prolongar o mejorar la producción de hidrocarburos.

La reparación mayor es aquella remediación al pozo que implica la remoción y el reemplazo de la sarta de tubería de producción, así como re disparar intervalos productores después de que se ha matado o agotado el pozo.

La reparación menor es aquella en la que se utilizan equipos de tubería flexible, entubación bajo presión o línea de acero sin necesidad de cambiar la tubería de producción y se realizan de manera rutinaria para completar tratamientos o actividades de servicio al pozo que evitan una reparación mayor.

6.5 Taponamiento y Abandono de Pozos Marinos

El taponamiento puede definirse como el sellado de intervalos seleccionados de un pozo seco o con un grado de agotamiento. Los operadores pueden colocar tapones de cemento a una cierta profundidad para ayudar a prevenir la comunicación y migración de cualquier fluido que pudiese infiltrarse en fuentes de agua subterránea.

El Abandono puede definirse como la serie de actividades de retiro de materiales y desmantelamiento de equipo, incluyendo el taponamiento, preservando las condiciones de integridad que debe mantener el pozo posterior a dicho taponamiento, la deserción del pozo, el desmontaje y retiro de plantas, plataformas, instalaciones, maquinaria y equipo utilizado en la realización de las actividades petroleras.

El Abandono puede ser temporal o permanente. El temporal se realiza en pozos que tienen posibilidad de incorporarse a producción de hidrocarburos en el futuro,

o ser usados con otro fin diferente al de producción, con el objetivo de mantener la integridad. EL abandono permanente incluye el taponamiento definitivo del pozo una vez que concluyen las operaciones para las que éste fue diseñado.

6.7 Descontrol de pozo, derrames Históricos en el Golfo de México

El descontrol de pozo o reventón de pozo ocurre cuando se pierde el control de la presión de la formación rocosa perforada. Esto puede ocurrir debido a que la presión ejercida por la columna de fluido de perforación es mucho menor a la presión de la formación. Otro caso sería aquel dónde repentinamente se pierde el fluido de perforación dentro de la formación rocosa y de repente brota el gas o el fluido del yacimiento con una presión capaz de reventar incluso los preventores y la tubería de revestimiento.

La cementación también es un factor importante para evitar reventones, ya que si una cementación falla y colapsa ante la presión del influjo de la formación, podría resultar en un descontrol de pozo.

A continuación, se describirán los hechos ocurridos en estos dos eventos de alto impacto en el Golfo de México.

6.7.1 Ixtoc-1

Fue un pozo petrolero exploratorio localizado en el Golfo de México, a 965 km del sur de Texas y 94 km de Ciudad del Carmen, Campeche.

El 3 de junio de 1979, sufrió un descontrol de pozo y se convirtió en el derrame no internacional más grande de la historia hasta entonces.

Descripción de los hechos

Pemex estaba perforando a una profundidad de 3630 m cuando se perdió la barrena y la circulación de lodo de perforación. Debido a esto, se perdió la estabilidad y esto originó una explosión de alta presión la cual provocó el reventón. El gas y aceite entraron en ignición debido a una chispa y la plataforma colapsó.

Las corrientes llevaron el petróleo a las zonas costeras de Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas, y también zonas de Texas resultaron contaminadas, por lo cual Estados Unidos pidió compensación, pero México rechazó.

Se estima que el derrame del Ixtoc-1, erogó 30 millones de pesos diarios para controlar el derrame dando un total de 840 millones de pesos (aproximadamente 1000 millones de pesos actuales) gastados en todo el desastre, movilizando 200 barcos, 12 aeronaves y 500 hombres.

En 1982, se discutía la competencia para fincar responsabilidades a Pemex. La discusión señalaba que, si PEMEX estaba realizando actos con una conexión a la actividad comercial, podría ser acreedor a la probable reparación del daño (según lo establece la Foreign Sovereign Immunities Act de 1976), daño que ascendía a

cantidades sorprendentes, pues la sola limpieza en las playas norteamericanas ascendía de 75,000 a 85,000 dólares por día.

Consecuencias

- La empresa paraestatal Pemex tardó nueve meses en controlar el flujo, y durante ese tiempo casi 3,3 millones de barriles de petróleo se esparcieron por el mar; la marea negra llegó hasta las costas de Texas.
- El petróleo afectó gravemente a las especies y los ecosistemas en la Bahía de Campeche a través de su toxicidad química (en la cercanía del pozo), y a través de sus propiedades físicas (cualidad pegajosa) en un área marina más amplia y a lo largo de la costa.
- El desastre costó más de 30 millones de pesos diarios.

6.7.2 Macondo

La Deepwater Horizon era una plataforma petrolífera semisumergible de posicionamiento dinámico de aguas ultra-profundas construida en el año 2001 y situada en el Golfo de México. Su construcción comenzó en diciembre de 1998 y fue entregada en febrero del 2001 después de la compra de R&B Falcon por Transocean. Fue la segunda torre petrolífera construida de una clase de dos, aunque la Deepwater Nautilus, su predecesora, no tenía posicionamiento dinámico. Después de arribar al Golfo de México, Deepwater Horizon fue utilizada bajo contrato por BP Exploration.

Descripción de los hechos

El 20 de abril de 2010 la Plataforma que perforaba el pozo de petróleo “Macondo” otorgado a B.P, explotó y se hundió.

El vertido de crudo en el Golfo de México provocado por la explosión de la plataforma Deep Water Horizon ha sido, hasta la fecha, el mayor de la historia de entre los acaecidos accidentalmente, ya que sus cifras solo se ven superadas por el masivo vertido voluntario perpetrado por el régimen de Saddam Hussein durante la primera guerra del Golfo.

El panel encontró que una causa central de la explosión fue la falla de una barrera de cemento en la cubierta del tubo de revestimiento. La falla de la barrera de cemento permitió a los hidrocarburos fluir hacia arriba por el pozo y llegar hasta la plataforma, lo que resultó en la explosión.

Consecuencias

- Muriendo 11 personas y derramando unos 211 millones de barriles de petróleo a las aguas del Golfo de México.
- La empresa y sus contratistas resultaron culpándose mutuamente.
- La British Petroleum enfrentó más de 200 mil demandas, casi un cuarto de millón de reclamos, entre ellos de los gobiernos de Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo, juicios que tardaron mucho en concluir.

- Una de las sentencias señala que “aunque se han comprobado fallas de Halliburton y otras, la British Petroleum es la finalmente responsable”, por ser la operadora.

7. LA NOM-149-SEMARNAT-2006

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006, Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.

CONSIDERANDO

Que la etapa de exploración petrolera conlleva a realizar estudios geofísicos de campo con el objeto de constatar la presencia de hidrocarburos en el subsuelo. La confirmación de la presencia de hidrocarburos se logra con la perforación de pozos petroleros exploratorios, que permiten obtener información real del subsuelo, la selección de la capacidad del equipo de perforación, la logística e instalación del equipo, así como las operaciones propias de la perforación y terminación del pozo. Dichas actividades permiten determinar la cantidad de pozos a perforar para el desarrollo de un campo petrolero; así como la instalación de una infraestructura fija marina para su explotación.

Que las actividades requeridas para la perforación de pozos petroleros marinos, traen consigo diversas alteraciones al medio ambiente natural. Por ello, se hace evidente la necesidad de normar la perforación y el mantenimiento de pozos petroleros marinos, para que estas actividades se lleven a cabo previendo los impactos ambientales que puedan producir.

Que resulta necesario establecer medidas adecuadas para el manejo de los productos que se involucran en la perforación de pozos petroleros y de los residuos que se generan. Para tal efecto, la actividad estará sujeta a las especificaciones de esta Norma Oficial Mexicana, los convenios internacionales de los que el país sea parte y la legislación aplicable. Tales previsiones constituyen el marco de referencia para elaborar y aplicar esta Norma Oficial Mexicana.

Que el Proyecto de Norma Oficial Mexicana se sometió a consideración y fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en sesión celebrada el 22 de junio de 2006, y se publicó el 15 de agosto de 2006, para consulta pública de conformidad con el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a efecto de que los interesados dentro de los 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, presentaran sus comentarios ante el citado Comité, sito en Boulevard Adolfo Ruiz Cortines número 4209, quinto piso, colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210, Distrito Federal, o en el correo electrónico: cmartinez@semarnat.gob.mx

Que durante el plazo mencionado la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el Artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité antes señalado.

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 47 fracciones II, III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma en cuestión, los cuales fueron analizados por el citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes al Proyecto.

Las respuestas a los comentarios y modificaciones antes citados fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el veintisiete de diciembre de 2006.

Que una vez cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales en sesión de fecha 9 de noviembre de 2006, aprobó para publicación definitiva la presente Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006.

Por lo expuesto y fundado, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-149-SEMARNAT-2006, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE PROTECCION AMBIENTAL QUE DEBEN OBSERVARSE EN LAS ACTIVIDADES DE PERFORACION, MANTENIMIENTO Y ABANDONO DE POZOS PETROLEROS EN LAS ZONAS MARINAS MEXICANAS

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

- Dirección General de Energía y Actividades Extractivas
- Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental
- Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables
- Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- Comisión Nacional del Agua
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION

- Dirección General de Ordenamiento Acuícola y Pesquero

SECRETARIA DE RELACIONES EXTERIORES

- Consultoría Jurídica

SECRETARIA DE ENERGIA

- Dirección General de Exploración y Explotación de Hidrocarburos

SECRETARIA DE MARINA

- Dirección General de Investigación y Desarrollo

PETROLEOS MEXICANOS

- Subdirección de Seguridad Industrial, Protección Ambiental y Calidad de PEMEX Exploración y Producción
- Subdirección de la Unidad de Perforación y Mantenimiento de Pozos

ASOCIACION DE INGENIEROS PETROLEROS DE MEXICO

- Comisión Nacional de Estudios

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

- Dirección Ejecutiva de Medio Ambiente y Seguridad

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

- Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

- Instituto de Ingeniería
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

INDICE

0. Introducción

1. Objetivo

2. Campo de aplicación

3. Referencias

4. Definiciones

5. Especificaciones

Anexo

0. Introducción

Los hidrocarburos son compuestos químicos de carbono e hidrógeno que provienen de materia orgánica. Estos compuestos se encuentran generalmente confinados en un estrato impermeable o una barrera geológica en el subsuelo.

En las actividades de exploración, se pretende identificar las condiciones geológicas del subsuelo para localizar las áreas en las que se pueden encontrar estructuras y/o trampas estratigráficas susceptibles de contener hidrocarburo. Una vez detectadas dichas condiciones, se procede a comprobarlas a través de la perforación de un pozo exploratorio, hasta la profundidad en donde se identifique

la presencia de hidrocarburos. Al constatar la existencia de hidrocarburos y que éstos se encuentran en cantidades comercialmente explotables, se inicia la instalación de infraestructura para su explotación.

Durante el proceso de perforación de pozos, es susceptible que se presenten derrames accidentales de compuestos que contaminen el medio marino, impactando y afectando especies de flora y fauna acuáticas, así como ecosistemas circundantes. En este sentido, resulta necesario establecer medidas adecuadas para la perforación y mantenimiento de pozos petroleros en la región marina para prevenir y controlar los impactos ambientales que puedan producir estas actividades.

1. Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse durante las etapas de la perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en zonas marinas mexicanas, con objeto de prevenir y mitigar los impactos ambientales que puedan generar estas actividades.

2. Campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana aplica a las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros que se lleven a cabo en las zonas marinas sobre las que la nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción, con excepción de la perforación de pozos petroleros que se realicen en áreas naturales protegidas, humedales o dentro de las doce millas del mar territorial.

3. Referencias

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

4. Definiciones

Además de las establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se considerarán las siguientes:

4.1 Acrónimos

Secretaría: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Profepa: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Miércoles 31 de enero de 2007 DIARIO OFICIAL (Primera Sección) 35

4.2 Abandono de pozos

Retiro de la infraestructura correspondiente, taponando el pozo de forma temporal o definitiva.

4.3 Campo petrolero

Región o zona con subsuelo formado por cuencas y estructuras geológicas y/o trampas estratigráficas que alojan hidrocarburos.

4.4 Contenedor

Depósito empleado para la transferencia y transporte de residuos, con las características necesarias para permitir su uso repetido; así mismo, cuenta con elementos estabilizadores exteriores para que pueda ser elevado, estibado e integrado a transporte marítimo o terrestre.

4.5 Descripción del ambiente

Análisis de componentes bióticos y fisicoquímicos, realizado en el área del proyecto, con el objeto de identificar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área, considerando aspectos de tiempo y espacio.

4.6 Embarcación

Toda construcción diseñada para navegar sobre o bajo vías navegables.

4.7 Equipos de perforación y mantenimiento de pozos petroleros marinos

Infraestructura diseñada para perforar o dar mantenimiento a pozos petroleros marinos de exploración o desarrollo de hidrocarburos, la cual puede estar instalada en embarcaciones, plataformas móviles o plataformas fijas.

4.8 Flora y fauna acuáticas

Especies biológicas y elementos biogénicos que tienen como medio de vida temporal, parcial o permanente, las aguas en el territorio nacional y en las zonas marítimas sobre las que la nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción.

4.9 Humedales

Extensión de marisma, pantano, turbera o superficie cubierta de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

4.10 Lecho marino

Piso marino en el cual se depositan los sedimentos y la materia orgánica provenientes de suelos continentales, así como el generado por el ecosistema marino.

4.11 Mantenimiento a pozos petroleros

Conjunto de actividades necesarias para intervenir un pozo petrolero perforado, con el fin de mantener o restituir la producción de hidrocarburos, a través del reemplazo de la tubería de producción, trabajos de limpieza (desparafinar y desarenar), entre otros.

4.12 Plataforma marina de perforación

Estructura móvil o cimentada en el lecho marino que se emplea de base o soporte para la instalación y operación de un equipo de perforación o mantenimiento de pozos.

4.13 Perforación de pozos petroleros

Conjunto de actividades necesarias para construir en un lugar específico un agujero adomado en el subsuelo, con el propósito de obtener información geológica o extracción de hidrocarburos, incluye la terminación del pozo.

4.14 Pozo de exploración

Pozo perforado sin conocimiento detallado de la estructura rocosa subyacente.

4.15 Pozo petrolero de desarrollo

Pozo perforado con la finalidad de explotar hidrocarburos.

4.16 Recortes de perforación

Fragmentos de roca que se obtienen en el proceso de perforación de un pozo y están constituidos usualmente de arcillas, lutitas, areniscas, carbonatos, haluros y que se encuentran impregnados con los lodos de perforación.

4.17 Responsable de las actividades de perforación o mantenimiento de pozos

El Organismo que en sus actividades perfore o dé mantenimiento a los pozos petroleros marinos, por sí o por conducto de terceros.

4.18 Transporte marítimo

Embarcaciones utilizadas para el traslado de personal, materiales y equipo empleados en las actividades de perforación o mantenimiento de pozos, así como para la transferencia de residuos generados en plataformas.

4.19 Taponar

Trabajos necesarios para aislar las formaciones atravesadas durante la perforación, de tal manera que se eviten invasiones de fluidos o manifestaciones de hidrocarburos al lecho marino.

4.20 Ubicación de equipo de perforación

Arribo, anclaje y acondicionamiento del equipo de perforación, que puede estar instalado en embarcaciones, plataformas móviles o fijas.

5. Especificaciones

5.1 Disposiciones generales

El responsable de las actividades de perforación de pozos petroleros marinos debe obtener la autorización en materia de impacto ambiental, que debe solicitarse en la modalidad de Informe Preventivo, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y conforme al campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana.

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, la descripción del ambiente para la actividad de perforación de pozos petroleros marinos, solicitada en el Informe Preventivo, debe presentarse con apego al Anexo A y conforme al último crucero oceanográfico realizado por PEMEX-PEP.

5.2 Perforación y mantenimiento de pozos petroleros

5.2.1 El responsable debe dar instrucciones a su personal para que, durante las actividades de perforación o mantenimiento de pozos, no realice actividades de pesca comercial o afecte las especies de flora y fauna acuáticas que habiten en el área del proyecto o de sus instalaciones, así como informarle sobre el manejo de residuos.

5.2.2 Se debe contar con letreros alusivos en las instalaciones que induzcan al personal a no arrojar basura ni materiales hacia el medio marino ni afectar especies de flora y fauna acuáticas.

5.2.3 Los lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos petroleros, así como los recortes de perforación impregnados con los mismos no deben verterse al mar.

5.2.4 Los residuos domésticos deberán clasificarse y trasladarse a tierra en contenedores, atendiendo a lo dispuesto en el artículo 18 de la LGPGIR.

5.2.5 Para la eliminación de los residuos alimenticios, éstos podrán arrojarse al mar desde las plataformas o embarcaciones, previo paso por trituradores y que las partículas tengan tamaño máximo de 25 mm (veinticinco milímetros).

5.2.6 Para el manejo de las aguas residuales se debe contar con plantas de tratamiento, a las cuales se les debe dar mantenimiento preventivo. Las descargas de aguas residuales deben cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 o con las

condiciones particulares de descarga determinadas por la Comisión Nacional del Agua.

5.2.7 Los lodos resultantes de la planta de tratamiento de aguas no se verterán al mar, éstos serán manejados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Para las áreas a que se refiere el artículo 71 inciso d fracción I del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se estará a lo siguiente:

5.2.8 Se debe destinar un área para los contenedores con los residuos generados en las plataformas de perforación marina durante las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros. La capacidad de captación instalada debe ser suficiente para los residuos conforme se generen.

5.2.9 En el área se deben separar e identificar los residuos peligrosos conforme a su incompatibilidad, conforme a la normatividad en la materia.

5.2.10 En el área se deben observar los siguientes lineamientos:

- Contar con charolas de contención de capacidad suficiente para la captación de derrames o de lixiviados provenientes de los residuos;
- Contar con equipos contra incendio, acorde al tipo y volumen de residuos generados;
- Instalar señalamientos que indiquen que es un área de residuos; y
- Mantenerse separada del almacén de materias primas o insumos.

Transporte

5.2.11 El transporte marítimo de los recortes de perforación será en los mismos contenedores en los que fueron colectados. Los contenedores deben estar cerrados para prevenir derrames durante su manejo y su diseño deber ser de tal manera que puedan soportar caídas o golpes sin que presenten daños en su estructura.

5.2.12 Los contenedores identificarán el tipo de residuo recolectado y no se llenarán a más de 90% de su capacidad, a fin de evitar la contaminación por derrames.

5.2.13 Los embalajes o envases que contengan materiales peligrosos deben protegerse de la intemperie o agua de mar, de conformidad a la normatividad vigente.

5.3 Mantenimiento del equipo electromecánico

5.3.1 Las áreas donde operen y se realice el mantenimiento a los motores de combustión interna y equipo electromecánico, debe contar con charolas de contención y/o dispositivos de captación y recuperación para evitar derrames de aceites o desengrasantes que contaminen el mar.

5.4 Abandono del pozo marino

5.4.1 El proceso de abandono de un pozo petrolero marino debe contemplar el taponamiento del pozo y, en su caso, el retiro de la infraestructura de perforación del sitio.

5.4.2 Las acciones de taponamiento se deben efectuar conforme al Reglamento de Trabajos Petroleros y deben realizarse al término de la vida útil de un pozo; suspensión temporal de actividades del mismo, y cuando el pozo no puede ser explotado ni empleado para otros fines.

6. Procedimiento de evaluación de la conformidad

6.1 Este procedimiento es aplicable a la evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana.

6.2 Para efectos de este procedimiento, se considerarán las definiciones contenidas en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

6.3 La evaluación de la conformidad se realizará a petición de parte por la PROFEPA o por las Unidades de Verificación acreditadas y aprobadas para la presente Norma, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 68, 73 y 74 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

6.4 La Unidad de Verificación o, en su caso, la Profepa debe constatar al inicio de la perforación de pozos petroleros lo siguiente:

- Localización de la plataforma conforme al campo de aplicación.

6.5 La Unidad de Verificación o, en su caso, la Profepa debe constatar durante la perforación y el mantenimiento de pozos petroleros lo siguiente:

- Verificación con el personal de que esté informado para no capturar ni realizar actividades de pesca comercial, y a manejar los residuos;
- Instalación de letreros alusivos de prohibición a realizar actividades de pesca comercial, afectación de especies de flora y fauna acuática;
- Verificación en campo / Constatación ocular sobre el manejo que reciben los lodos de perforación base aceite.
- Verificación en campo / Constatación ocular sobre la clasificación y traslado de los residuos domésticos.
- Verificación en campo / Constatación ocular sobre el manejo de restos de comida e instalación del equipo para su trituración.
- Funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales y programa de mantenimiento preventivo;
- Manejo de los lodos provenientes de plantas de tratamiento conforme a las especificaciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002;
- Verificación en campo / Constatación ocular de la existencia de áreas para los residuos generados y de que éstos no rebasan la capacidad de captación instalada;
- Separación e identificación de residuos conforme a su incompatibilidad;

- Verificación en campo / Constatación ocular de los lineamientos de áreas para residuos (charolas de contención, equipos contra incendio, señalamientos y separación del almacén de materias primas o insumos);
- Características de los contenedores;
- Identificación de los contenedores conforme al residuo colectado, así como el llenado de los mismos a un máximo de 90%;
- Verificación en campo / Constatación ocular del manejo de embalajes o envases; y
- Charolas de contención y/o dispositivos de captación y recuperación en las áreas para el mantenimiento del equipo electromecánico.

6.6 La Unidades de Verificación o, en su caso, la Profepa debe constatar al término de actividades lo siguiente:

- Verificación en campo / Constatación de que en el proceso de abandono de un pozo se retire la infraestructura de perforación del sitio; y
- Taponamiento de acuerdo al Reglamento de Trabajos Petroleros.

6.7 Para la emisión del dictamen correspondiente, las Unidades de Verificación deberán apegarse a lo que para tal efecto se establece en el Acuerdo mediante el cual se establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad para normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

6.8 El responsable podrá obtener el directorio de Unidades de Verificación en la oficialía de partes de la Profepa, ubicada en Camino al Ajusco número 200, 8o. piso, colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210, en la Ciudad de México, Distrito Federal o vía Internet en la siguiente dirección www.profepa.gob.mx, o en las Delegaciones Federales de la Secretaría y Profepa en los estados.

7. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales

7.1 La presente Norma Oficial Mexicana no coincide con ninguna norma o lineamiento internacional, por no existir al momento de su formulación.

8. Observancia de esta Norma

8.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría, por conducto de la Profepa, así como a los gobiernos estatales y municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus reglamentos, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Los proyectos que hayan sido autorizados en materia de impacto ambiental con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Norma Oficial

Mexicana, se deben sujetar a los términos y condiciones en que éstos fueron autorizados.

SEGUNDO.- La Secretaría conjuntamente con la Entidad Mexicana de Acreditación, dentro de los 60 días hábiles siguientes a la entrada en vigor del presente instrumento, publicará en el Diario Oficial de la Federación una Convocatoria Nacional para la Acreditación de Unidades de Verificación.

TERCERO.- La presente Norma entrará en vigor a los sesenta días posteriores al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación. México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de noviembre de dos mil seis.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, José Ramón Ardavín Ituarte.- Rúbrica.

ANEXO A

- La descripción del ambiente se debe proporcionar conforme a un muestreo oceanográfico que garantice un control de calidad en la colecta de muestras, derivado del último crucero oceanográfico realizado por PEMEX-PEP.

- La descripción del ambiente se sujeta a los valores obtenidos del análisis de los componentes bióticos y fisicoquímicos que a continuación se señalan:

<p>Detección de Hidrocarburos y de metales adsorbidos en el sedimento marino</p>	<p>Bario Cadmio Cobre Cromo Hierro Níquel Plomo Vanadio Zinc Hidrocarburos totales</p>
<p>Análisis fisicoquímico y biológico de la calidad del agua</p>	<p>Alcalinidad total, turbidez, clorofilas (A y B) Hidrocarburos totales en agua y metales disueltos (bario, cadmio, cobre, cromo, hierro, níquel, plomo, vanadio y zinc) Nutrientes (nitratos NO3, nitritos NO2, amonio NH4, fosfatos PO4, y Silicatos</p>

	<p>SIO₂)</p> <p>Oxígeno disuelto (OD)</p> <p>Potencial de hidrógeno (pH)</p> <p>Salinidad (UPS)</p> <p>Temperatura</p>
Análisis de biodiversidad (flora y fauna acuática)	<p>Bentos (por arrastre)</p> <p>Fitoplancton</p> <p>Hidrocarburos aromáticos en crustáceos y peces</p> <p>Macrofauna bentónica por red de arrastre estándar</p> <p>Microfauna bentónica (meiofauna: nematodos y foraminíferos)</p> <p>Metales (los mismos señalados en sedimento) en hígado</p> <p>Peces por red de arrastre estándar</p> <p>Pruebas de toxicidad en líquido sanguíneo en peces</p> <p>Zooplancton</p>

8. LA ASEA Y EL FUTURO DE LA NOM-149-SEMARNAT-2006

En este capítulo se muestra al lector una descripción de lo que es la ASEA, sus funciones principales y algunos de los trámites ambientales que allí se realizan.

Se decidió incluir este capítulo ya que la ASEA es el nuevo órgano regulador ambiental en las actividades del Sector Hidrocarburos. Por lo tanto, quizás resulte desconocido para algunos y es por ello que se muestra a continuación una breve descripción.

8.1 Introducción

Según el Artículo Transitorio 19 de la Reforma Energética que dice “*regular y supervisar, en materia de seguridad industrial, operativa y protección del medio ambiente, las instalaciones y actividades del sector hidrocarburos*” se crea la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, mejor conocida como Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), que es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión.

Tiene como objeto regular y supervisar en materia de seguridad industrial, operativa y de protección del medio ambiente, las instalaciones y actividades del sector hidrocarburos, incluyendo las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, así como el control de residuos.

La Misión, garantizar la seguridad de las personas y la integridad del medio ambiente con certidumbre jurídica, procedimental y de costos en el sector hidrocarburos.

Su Visión, ser la agencia que lleve al sector hidrocarburos de México a ser el más limpio y seguro del mundo.

8.2 Funciones Generales de la ASEA

Las funciones de la Agencia inciden en el diseño, la regulación y la supervisión de:

- La seguridad industrial y la seguridad operativa.
- Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones.
- El control integral de los residuos y las emisiones contaminantes.

Seguridad Industrial: Área multidisciplinaria que se encarga de identificar, reducir, evaluar, prevenir, mitigar, controlar y administrar los riesgos en el Sector, cuyo principal objetivo es preservar la integridad física de las personas, de las instalaciones, así como la protección al medio ambiente.

Seguridad Operativa: Área multidisciplinaria que se encarga del análisis, evaluación, prevención, mitigación y control de los riesgos asociados de proceso, desde la fase de diseño, construcción, arranque y puesta en operación, operación rutinaria, paros normales y de emergencia, mantenimiento preventivo y correctivo.

También incluye los procedimientos de operación y prácticas seguras, entrenamiento y desempeño, investigación y análisis de incidentes y accidentes, planes de respuesta a emergencias, auditorías, aseguramiento de calidad, pre-arraque, integridad mecánica y administración de cambios, entre otros.

8.2.1 En materia de seguridad industrial.

1. La adopción y observancia de estándares técnicos nacionales e internacionales.
2. La prevención y contención de derrames y fugas de hidrocarburos.
3. Las coberturas financieras contingentes frente a daños o perjuicios, previa opinión de SENER y SHCP.
4. La integridad física y operativa de las instalaciones.
5. El análisis de riesgo y los planes de atención de contingencias y emergencias, así como su cumplimiento.

8.2.2 En materia de medio ambiente.

1. La protección, conservación y restauración de ecosistemas y recursos naturales.
2. La caracterización y manejo de residuos.
3. El control de las emisiones contaminantes.
4. Los elementos técnicos para la política ambiental y energética del país.
5. Las autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del sector hidrocarburos.
6. Las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

8.3 Organización y Atribuciones de la ASEA

La ASEA está conformada de la siguiente manera:

- Dirección Ejecutiva
- Consejo Técnico y Comité Científico (Externo)
- Unidad de Planeación, Vinculación Estratégica y Procesos
- Unidad de Normatividad y Regulación
- Unidad de Gestión Industrial
- Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial
- Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial
- Unidad de Asuntos Jurídicos
- Unidad de Administración y Finanzas
- Dirección General de Comunicación
- Dirección General de Cooperación Internacional

8.3.1 Unidad de Planeación, Vinculación Estratégica y Procesos

Direcciones Generales adscritas a la Unidad:

1. Dirección General de Planeación y Evaluación
2. Dirección General de Vinculación Estratégica
3. Dirección General de Procesos y Tecnologías de Información

Corresponde a Unidad de Planeación, Vinculación Estratégica y Procesos:

- Dirigir las actividades relativas a la planeación estratégica de la Agencia.
- Emitir observaciones y recomendaciones sobre las políticas públicas, planes o programas de gobierno, derivadas de la evaluación estratégica del Sector.
- Apoyar en el diseño y en la ejecución de las políticas que desarrolle la Secretaría en materia de planeación, en el ámbito de su competencia.
- Coordinar la integración del programa de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente del Sector, así como del informe anual sobre las actividades de la Agencia y presentarlos al Director Ejecutivo para su aprobación.
- Participar en la elaboración y aplicación del Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, en las materias correspondientes a la Agencia.
- Participar en la elaboración y aplicación de los Programas Nacionales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y el de Remediación de Sitios Contaminados, con la información correspondiente.

8.3.2 Unidad de Normatividad y Regulación

Se encarga de coordinar la integración de la información relativa a las normas oficiales mexicanas del Sector para su inclusión en el Programa Nacional de Normalización correspondiente o, en sus suplementos.

Direcciones Generales adscritas a la Unidad:

1. Dirección General de Regulación.
2. Dirección General de Normatividad de Exploración y Extracción.
3. Dirección General de Normatividad de Procesos Industriales, Transporte y Almacenamiento.

Corresponde a la Unidad de Normatividad y Regulación:**Normatividad**

- Proponer los anteproyectos de normas oficiales mexicanas en materia de protección al medio ambiente para las actividades del Sector,
- Dictaminar la procedencia técnica de anteproyectos de normas oficiales mexicanas en materia de protección al medio ambiente para las actividades del Sector,
- Proponer al Comité Consultivo Nacional de Normalización, los anteproyectos de modificación, cancelación o ratificación de normas oficiales mexicanas,
- Coordinar la integración de la información relativa a las normas oficiales mexicanas del Sector para su inclusión en el Programa Nacional de Normalización correspondiente o, en sus suplementos,
- Expedir los lineamientos y procedimientos de evaluación de la conformidad de las normas oficiales mexicanas,
- Autorizar las manifestaciones de impacto regulatorio,

- Inscribir en el Registro Federal de Trámites y Servicios los relativos a las materias de seguridad industrial y seguridad operativa del Sector.

Regulación

- Proponer al Director Ejecutivo los proyectos de reglas de carácter general en materia de seguridad industrial (SI) y seguridad operativa (SO),
- Preparar el proyecto de reglas para el requerimiento de garantías o cualquier otro instrumento financiero de coberturas financieras frente a daños o perjuicios que se pudieran generar,
- Diseñar y proponer al Director Ejecutivo los lineamientos para la conformación y operación de los Sistemas de Administración,
- Proponer al Director Ejecutivo los proyectos de bases y criterios para que los Regulados adopten las mejores prácticas de SI, SO y protección al ambiente (PA),
- Proponer al Director Ejecutivo las reglas de carácter general en materia de SI y SO, para el diseño y construcción, operación y mantenimiento de instalaciones destinadas al expendio al público de petrolíferos y de equipos e infraestructura para realizar las actividades de transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos,
- Diseñar y proponer al Director Ejecutivo las medidas técnicas que deben incluirse en los protocolos de actuación para la atención de emergencias del Sector,
- Diseñar y proponer al Director Ejecutivo las reglas de carácter general para autorizar y acreditar a personas físicas o morales para que lleven a cabo las actividades de supervisión, inspección y verificación, evaluaciones e investigaciones técnicas, así como de certificación.

8.3.3 Unidad de Gestión Industrial

Direcciones Generales adscritas a la Unidad:

1. Dirección General de Gestión de Exploración y Extracción de Recursos Convencionales.
2. Dirección General de Gestión de Exploración y Extracción de Recursos No Convencionales Marítimos.
3. Dirección General de Gestión de Exploración y Extracción de Recursos No Convencionales Terrestres.
4. Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento.
5. Dirección General de Gestión de Procesos Industriales.
6. Dirección General de Gestión de Operación Integral.

Corresponde a la Unidad de Gestión Industrial:

- Expedir, modificar, suspender, revocar o anular, los permisos, licencias y autorizaciones en materia de Seguridad industrial, seguridad operativa y protección del ambiente en: cambio de uso de suelos forestales; Evaluación del impacto ambiental para las obras; Actividades del Sector que se identifiquen como altamente riesgosas; Seguros o garantías; Manejo de

materiales y residuos peligrosos; Liberación de organismos genéticamente modificados para biorremediación,

- Expedir, modificar, suspender, revocar o anular, los permisos, licencias y autorizaciones en materia de SI y SO para la realización de las actividades en materia de recursos convencionales, no convencionales marítimos y no convencionales terrestres,
- Expedir, modificar, suspender, revocar o anular los permisos, licencias y autorizaciones en materia de sistemas de administración,
- Expedir, modificar, suspender, revocar o anular, las certificaciones como auditores externos,
- Autorizar y acreditar a personas físicas o morales para que lleven a cabo las actividades de supervisión, inspección y verificación, evaluaciones e investigaciones técnicas
- Expedir, modificar, suspender, revocar o anular los permisos, licencias y autorizaciones en materia de protocolos de atención de emergencias.

8.3.4 Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial

Direcciones Generales adscritas a la Unidad:

1. Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Exploración y Extracción de Recursos Convencionales.
2. Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Exploración y Extracción de Recursos No Convencionales Marítimos.
3. Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Exploración y Extracción de Recursos No Convencionales Terrestres.
4. Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Transporte y Almacenamiento.
5. Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Procesos Industriales.
6. Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Operación Integral.

Corresponde a la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial:

- Supervisar, inspeccionar, vigilar, imponer las sanciones que correspondan en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección del ambiente las actividades del Sector,
- Supervisar, en relación con las materias de su competencia, las actividades de captura, exploración, extracción, transporte e inyección industrial de bióxido de carbono, así como de biocombustibles,
- Supervisar y vigilar a las personas físicas o morales autorizadas y acreditadas por la Agencia,
- Supervisar y vigilar los protocolos de actuación autorizados por la Agencia para la atención de emergencias,
- Supervisar y vigilar a los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y las unidades de verificación acreditados,
- Coordinar las investigaciones de causa raíz en caso de incidentes y accidentes operativos.

8.3.5 Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial

Direcciones Generales adscritas a la Unidad:

1. Dirección General de Gestión Comercial
2. Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial

Corresponde a la Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial:

Normatividad

- Proponer al Director Ejecutivo, las reglas de carácter general para el diseño y construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones destinadas a la distribución y expendio al público de gas natural, gas licuado de petróleo o petrolíferos; los requisitos y procedimientos aplicables para expedición y modificación de las autorizaciones, licencias y permisos que correspondan en materia de SI y SO para el establecimiento y operación de la distribución y expendio al público de gas natural, gas licuado de petróleo o petrolíferos,
- Proponer al Director Ejecutivo, las reglas de carácter general y las normas oficiales mexicanas para el cierre de las instalaciones de distribución y expendio al público de gas natural, gas licuado de petróleo o petrolíferos,
- Expedir, modificar, suspender, revocar o anular, los permisos, licencias y autorizaciones para el establecimiento y operación de la distribución y expendio al público de gas natural, gas licuado de petróleo o petrolíferos,
- Coordinar las investigaciones de causa raíz en caso de incidentes y accidentes operativos.

Regulación

- Implementar los lineamientos y criterios de actuación, para la supervisión, inspección, vigilancia, imposición de las sanciones que correspondan en materia de SI, SO y PA las actividades del Sector, incluyendo las etapas de desmantelamiento y abandono de las instalaciones, así como de control integral de los residuos y las emisiones a la atmósfera,
- Requerir a las autoridades competentes de la Agencia la revocación o suspensión de autorizaciones, permisos, licencias o concesiones, cuando así se haya impuesto como sanción, y solicitar, en su caso, la cancelación de la inscripción en los registros de la Secretaría,
- Supervisar las investigaciones y determinar las infracciones a la normatividad ambiental,
- Implementar los lineamientos y criterios de actuación, para la supervisión y vigilancia de los protocolos de actuación autorizados por la Agencia para la atención de emergencias o situaciones de riesgo crítico del Sector,
- Implementar los lineamientos y criterios de actuación, para la autorización, la acreditación, la supervisión y la vigilancia de las personas físicas o morales que lleven a cabo las actividades de supervisión, inspección y verificación, evaluaciones e investigaciones técnicas.

8.4 Trámites y Permisos en materia de Impacto Ambiental

8.4.1 Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)

La MIA es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales.

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.

Este trámite debe solicitarse previo al inicio de cualquier obra o construcción.

La evaluación de un estudio de impacto ambiental lo realiza la autoridad mediante un procedimiento de tipo técnico administrativo, hay tres modalidades mediante las cuales puede presentarse dependiendo del control que se tenga sobre los impactos y la magnitud del área donde se pretende desarrollar un proyecto:

- a) Informe preventivo,
- b) MIA particular
- c) MIA regional

a) Informe preventivo

En los siguientes casos:

1. Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;
2. Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente, o
3. Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.

En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, 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 o si se está en alguno de los supuestos señalados.

¿Quién presenta Manifestación de Impacto Ambiental?

La MIA se trata de un documento con base en estudios técnicos con el que las personas (físicas o morales) que desean realizar alguna de las obras o actividades previstas en el artículo 28 de la LGEEPA:

II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.

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.

Dichas personas físicas o morales, analizan y describen las condiciones ambientales anteriores a la realización del proyecto con la finalidad de evaluar los impactos potenciales que la construcción y operación de dichas obras o la realización de las actividades podría causar al ambiente y definir y proponer las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar esas alteraciones.

La MIA se presenta por única vez, pero también debe presentarse la adecuación y/o actualización, cuando el promotor pretende realizar modificaciones a las obras y actividades que cuenten con autorización de impacto ambiental, y/o solicitud de ampliación de términos y plazos establecidos a los proyectos autorizados en materia de impacto ambiental.

8.4.2 Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)

El artículo 17 del Reglamento de EIA de la LGEEPA indica que aquellos establecimientos industriales, comerciales o de servicio que realicen actividades consideradas altamente riesgosas de acuerdo a lo establecido en el Primer y Segundo Listados de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992, respectivamente, en cantidades iguales o mayores a las que se encuentran definidas en los listados, deberán incluir un estudio de riesgo.

El estudio de riesgo debe incluir la siguiente información:

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.

Actividad Altamente Riesgosa (AAR)

Se es actividad altamente riesgosa cuando se maneja alguna de las sustancias contenidas en el Primer listado de AAR publicado el 28 de marzo de 1990 o en el Segundo Listado de AAR publicado el 7 de mayo de 1992 en cantidades iguales o mayores a las que se encuentran definidas en los listados.

Cuando una sustancia se encuentre en ambos listados se utilizará la cantidad menor.

8.4.3 Licencia Ambiental Única (LAU)

Es la autorización en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica que emite la Agencia para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal del Sector Hidrocarburos. La LAU se otorga como resultado de una evaluación y dictamen a partir de los diferentes permisos, licencias y autorizaciones con que cuenta el establecimiento ante la Federación para su operación y funcionamiento.

Características

- Instrumento de regulación directa, para establecimientos industriales de jurisdicción federal en materia de atmósfera.
- Única por establecimiento industrial.
- Es obligatoria para establecimientos de jurisdicción federal en materia de atmósfera, nuevos o que deban regularizarse.
- Puede solicitarse de manera voluntaria vía relicenciamiento.

Permite coordinar en un solo proceso la evaluación, dictamen y seguimiento de los trámites ambientales de dichos establecimientos ante la Federación. Integra trámites de:

- Impacto ambiental y riesgo
- Emisiones a la atmósfera
- Programa de Prevención de Accidentes
- Residuos peligrosos
- Servicios hidráulicos

La Licencia Ambiental Única se emite por única vez.

Según lo establecido en la LGEEPA. En el Artículo 17-BIS del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, se indican los subsectores específicos considerados como fuentes fijas de jurisdicción federal.

Los Artículos 109 Bis 1 y 111 Bis, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Así mismo, los Artículos primero, segundo, tercero, quinto, séptimo y octavo del "Acuerdo que establece los mecanismos y procedimientos para obtener la Licencia Ambiental Única, así como la actualización de la información de emisiones mediante una cédula de operación", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11/04/1997 y modificado el día 9 de abril de 1998, mediante el "Acuerdo por el que reforman y adicionan diversas disposiciones al diverso que establece los procedimientos para obtener la Licencia Ambiental Única, mediante un trámite único, así como la actualización de la información de emisiones mediante una Cédula de Operación Anual".

8.4.4 Cédula de Operación Anual (COA)

El COA es un instrumento de reporte y recopilación de información de Emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y

residuos peligrosos empleado para la actualización de la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

El trámite sirve para reportar las emisiones y transferencias de los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal (fuentes fijas de jurisdicción federal), grandes generadores de residuos peligrosos, prestadores de servicios de manejo de residuos, los que descarguen aguas residuales a aguas nacionales, y 25,000 toneladas o más CO₂ equivalente de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país.

Están obligados a presentar COA las Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal (FFJF) 11 sectores federales en materia de atmósfera, incluye el sector hidrocarburos;

- Los grandes generadores de residuos peligrosos (GGRP). Más de 10 toneladas anuales.
- Manejadores Residuos Peligrosos (EMRP) Los prestadores de servicio y de manejo de residuos peligrosos y suelos contaminados.
- Aquéllos que descarguen aguas residuales (DACN) en cuerpos receptores que sean aguas nacionales.
- Sujetos a reporte de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) por el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE) y sus emisiones excedan las 25,000 ton de CO₂.

Cuando el establecimiento sea una Fuente Fija de Jurisdicción Federal en Atmósfera, artículo 111 Bis párrafo 2° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA):

“Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias químicas, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos.”

Y los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con Licencia Ambiental Única o Licencia de Funcionamiento otorgada por la SEMARNAT.

8.4.5 Registro de Generadores de Residuos Peligrosos y Especiales

El registro de generador de residuos peligrosos es una obligación prevista en la LGPGIR que las actividades del Sector Hidrocarburos deben realizar ante la ASEA.

Los Regulados categorizados como grandes, pequeños y micro generadores de residuos peligrosos que provengan de las actividades del Sector Hidrocarburos señaladas en el artículo 3° Fracción XI de la Ley de la ASEA, incluyendo aquellas que se dedican al transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos. Estas últimas comprenden a las estaciones de servicio.

8.5 El futuro de la NOM-149-SEMARNAT-2006

La NOM-149-SEMARNAT-2006 además de permitir a la autoridad el establecer límites máximos permisibles en la emisión de contaminantes al ecosistema marino y las condiciones para su verificación, desempeña un papel fundamental en la generación de una atmosfera de certidumbre jurídica y una no menos importante función de promover el cambio tecnológico.

Sin duda alguna ha resultado importante para prevenir y controlar los impactos ambientales que puedan producir las actividades de perforación y explotación petrolera en las zonas marinas del Golfo de México, sin embargo, en los últimos años se han presentado cambios tecnológicos a nivel mundial y cambios en el marco regulatorio ambiental en México que hacen necesario modificar o incluir nuevas especificaciones en la norma, a la luz de mejores prácticas internacionales.

Existen Normas Internacionales que podrían ser utilizados para referenciar las actividades de perforación, mantenimiento y abandono, por ejemplo, la Norma NORSOK-D010 de Noruega, desarrollada por la industria petrolera noruega para garantizar la seguridad adecuada, agregar valor y rentabilidad para los desarrollos y operaciones de la industria petrolera.

9. Caso Práctico MIA Regional

Aun cuando se conoce que la MIA-R no aplica para este Proyecto, el Promovente decidió realizar la integración de la MIA Regional para evaluar los impactos que generará el Proyecto y proponer medidas de mitigación para minimizar daños al ecosistema de la región tomando en cuenta la potencial realización de estudios similares en el área.

9.1 Descripción del Proyecto

El promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) del proyecto denominado *“Perforación exploratoria del Área Contractual 7 para aguas someras de la primera licitación de la Ronda 1 en el Golfo de México”*. El proyecto consiste en la perforación de tres pozos de prueba en el área contractual 7 (AC7), dentro de dos áreas conocidas como Zama y Xlapak. El área contractual 7 se encuentra en el sector somero del Golfo de México, a 33 km de las costas de Tabasco.

El proyecto se llevará a cabo por medio de una plataforma de tipo semi-sumergible de 8 anclas en las zonas más profundas del AC7, correspondientes a los pozos Zama-1 y Zama-ST01. Para el pozo de menor profundidad (Xlapak-1), podría utilizarse una plataforma auto-elevable.

Los objetivos de esta campaña son:

- Incrementar el nivel de conocimiento de los modelos geológicos de los campos y el grado de confianza sobre los volúmenes de hidrocarburos totales estimados en los tres descubrimientos. Los pozos de prueba permitirán conseguir una mejor evaluación de la extensión de las acumulaciones de hidrocarburos y averiguar la presencia y la efectividad de los yacimientos identificados mediante puntos de calibración adicional de sus propiedades petrofísicas.
- Incrementar el nivel de conocimiento de los modelos geológicos del área contractual 7 y el grado de confianza sobre los volúmenes de hidrocarburos totales estimados en la zona, así como determinación de la mejor tecnología para su posterior extracción.

Este estudio solo contempla las etapas de operación y abandono, debido a que no se tendrán actividades ligadas a preparación del sitio ni construcción.

9.2 Ubicación Física del Proyecto

El AC7 está localizada en la provincia geológica Cuenca Salina contigua, dentro de la Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEE) a una distancia aproximada de 33 km (18.3 millas náuticas) de las costas de Tabasco desde el vértice I y a 45 km de la ciudad de Paraíso, Tabasco. Dicha área se encuentra dentro de la zona marina de competencia federal y tiene un área aproximada de 460 km². La ilustración muestra la ubicación del AC7.

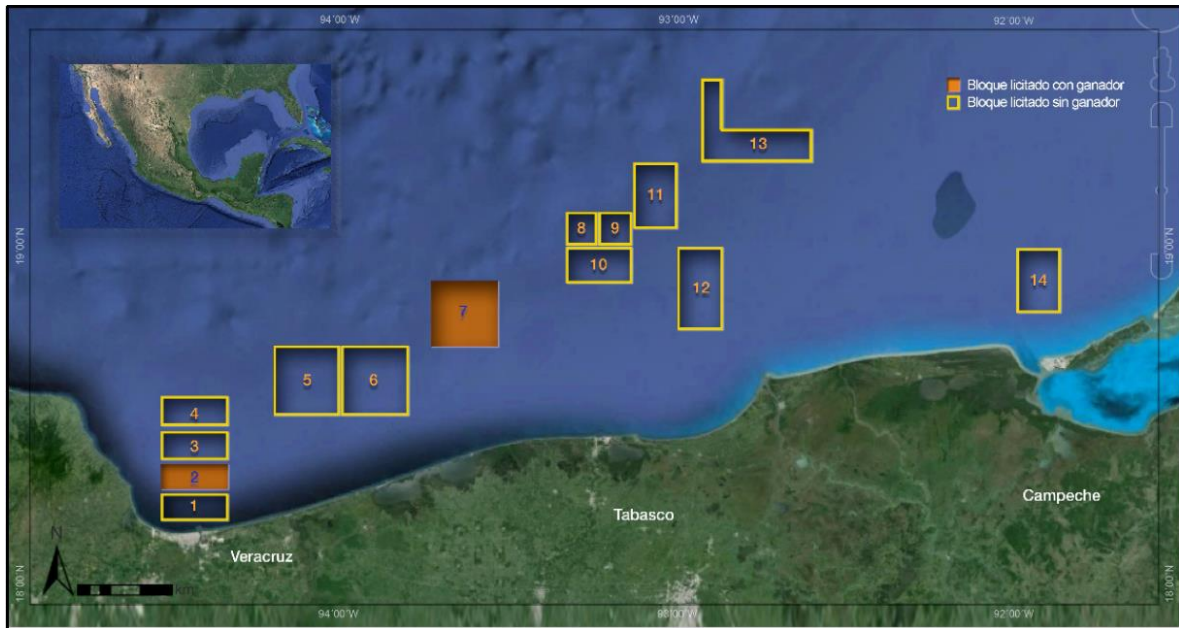


Figura 24 Ubicación de Área Contractual 7, CNH 2016.

9.3 Tipo de obra o actividad

Se perforarán tres pozos exploratorios dentro del AC7; dos pozos en la región prospecto Zama (Zama-1 y Zama-ST01) y uno en la región prospecto Xlapak (Xlapak-1).

- Los trabajos de perforación exploratoria consistirán en:
- Movilización de embarcaciones;
- Perforación exploratoria;
- Muestreo de presión, fluidos exploratorios sin flujo de hidrocarburos a superficie;
- Sello de pozos exploratorios; y
- Retiro del sitio.

9.4 Programa de ejecución de obra

Los trabajos asociados con el prospecto Zama se realizarán de Abril a Agosto del 2017 con una duración estimada de 120 días. Completada esta fase, se suspenderán los trabajos y se reiniciarán de Abril a Agosto de 2018 para la fase de Xlapak también con una duración de 120 días. Durante la etapa de sello de pozos y desmovilización de embarcaciones, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes para evitar contaminación o daños al medio ambiente.

9.5 Sustancias, Materiales y Maquinaria que serán utilizados

Insumos

El equipo necesario para llevar a cabo las actividades de perforación exploratoria para el AC7 son una plataforma semi-sumergible de 8 anclas y una plataforma auto-elevable para el caso de perforación en Xlapak-1, que se encuentra a una menor profundidad. Ambas plataformas contarán con un dispositivo preventor de reventones.

Plataforma semi-sumergible

Las plataformas semi sumergibles son estructuras flotantes en el mar, la mayoría de los componentes de la plataforma se encuentran en contacto con el agua. Para mantener su posición, la plataforma se mantendrá fija con 8 anclas en el fondo marino, las cuales serán controladas por computadoras a fin de mantener la posición inicial para perforar. La plataforma estará diseñada para soportar las fuerzas axiales o verticales producidas en su estructura por efecto de las maniobras de izaje, transporte e instalación y también absorber las fuerzas y momentos axiales por efecto de las cargas ambientales como vientos, corrientes, olas, entre otros.

Sobre la plataforma semi sumergible se encuentra instalado el equipo de perforación, el cual tiene montado una torre que cuenta con tubería de perforación, malacate de gran capacidad para el levantamiento y descenso de la sarta de perforación, fuerza motriz para el abastecimiento de energía eléctrica de toda la unidad, motores y accionamiento del "Top Drive" que hace girar la sarta de perforación con la barrena, los lodos, el tanque de tratamiento de los lodos, tanques de almacenamiento de combustible, almacenes de químicos, sistemas de seguridad contra incendio, área de habitabilidad para el personal en turno, oficinas de control y otras instalaciones auxiliares.

Plataforma auto-elevable

Las plataformas Jack-up, son plataformas de perforación móviles con sistemas auto elevables en su parte inferior que son apoyados en tres puntos sobre el lecho marino. Las Jack-up son utilizadas en aguas poco profundas, hasta cien metros de profundidad, son habitualmente en forma de barcaza triangular o rectangular y remolcada a la región de perforación. Una vez in situ, las tres o cuatro bases de soporte de la plataforma son hundidas en el agua hasta que establecen contacto con el fondo del mar.

Embarcaciones de apoyo

Habrá un total de tres embarcaciones de apoyo cerca de la plataforma perforadora, con una potencia de entre 860 y 3000 caballos de fuerza (HP). Las principales funciones de estas embarcaciones son el abastecimiento de combustible a la plataforma, transporte de alimentos, residuos y sustancias peligrosas y transporte de personal a tierra.

Agua

El proyecto contempla la utilización de agua potable para el consumo de la tripulación, misma que será desalinizada a bordo de los buques y plataformas. En la Tabla se detalla la capacidad de agua potable de las embarcaciones de este proyecto.

Buque	Capacidad de agua potable (m ³)
Embarcación de suministro	200
Embarcación de suministro rápida	151
Embarcación de suministro rápida	151

Tabla 11 Capacidad de agua potable a bordo de los buques, Talos Energy LLC.

Requerimientos de energía eléctrica

La electricidad será generada por moto generadores que operan con diesel y que estarán instalados en el barco de apoyo. Se estima que el consumo será de 250 KW/hr.

Combustible

El consumo de combustible es aplicable para ambas partes de la exploración. El combustible empleado para todas las embarcaciones, incluyendo plataformas, será de tipo Diesel Marino con bajo contenido de azufre (0.5-0.8%). Para la recarga inicial de los tanques de almacenamiento de combustible se acudirá al puerto de Dos Bocas, Tabasco.

El abastecimiento de combustible se realizará cada cuatro semanas por medio de embarcaciones de apoyo con capacidad de 500 m³. El consumo de combustible calculado se encuentra en el orden de 2.68 m³ por día, dependiendo de las operaciones realizadas.

Sustancias Peligrosas

Durante la perforación exploratoria se utilizarán químicos para mantener las propiedades de los lodos de perforación y los cuales se enlistan en la Tabla.

Nombre	Tipo de envase	Cantidad (promedio por pozo)
Barita	-	379 ton
Aditivos de base agua	Sacos	3306
Aditivos de base aceite	Sacos	2393
Aditivos de base aceite	Barriles (0.159 m ³)	80
Diesel	-	235 m ³

Tabla 12 Sustancias químicas utilizadas en el Proyecto, Talos Energy LLC.

9.6 Residuos y destino final de los mismos

Residuos

Se espera la generación de los líquidos, sólidos y gaseosos durante el proyecto. Los residuos sólidos que se producirán serán en cantidades relativamente pequeñas y consistirán en:

- Desechos sólidos no peligrosos, entre ellos, residuos alimenticios y basura doméstica en general.
- Desechos peligrosos, como aceite lubricante usado, baterías de litio, filtros de aceite, estopas o trapos impregnados, pilas de litio, solventes, diluyentes, fluidos hidráulicos, trapos aceitosos, entre otros.

Finalmente, habrá emisiones a la atmósfera que estarán conformadas por dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), Dióxido de azufre (SO₂), metano (CH₄) y material particulado.

La Tabla y Tabla muestran las cantidades de residuos sólidos y líquidos del proyecto.

	Tipo de Residuo	Cantidad (lbs/día)	Transporte	Cantidad total (lbs) por pozo	Método disposición final
No peligrosos	Basura común (residuos sólidos urbanos, plástico, papel, aluminio)	142.9	Supersacos de 40 pies cúbicos.	23,000	Clasificado según categoría, reciclado o llevado a un relleno sanitario.
Peligroso	Aceite usado	0.2	Tanque de 550 galones transportado o por bote	32	Reciclado
Peligroso	Productos Químicos	26.7	Tambos metálicos de 200 L transportados por bote	4,293	Reciclado

Tabla 13 Residuos sólidos generados por el proyecto, Talos Energy LLC.

Residuos estimados del proyecto			Descargas estimadas al oceano	
Tipo de descarga	Composición	Cantidad Estimada (bl/pozo)	Tasa de descarga (bl/hr) por pozo	Método de descarga
Aguas domésticas	Aguas grises	23,000	6	Removido de sólidos previo a la descarga
Descargas sanitarias	Aguas sanitarias tratadas	5,760	1.5	Clorado previo a la descarga
Descargas de cubierta	Agua del lavado de cubierta	11,520	3	Descarga directa por la borda
Agua de enfriamiento	Agua de mar	8,000,000	50,000	Descarga directa por la borda

Tabla 14 Residuos líquidos generados por el Proyecto, Talos Energy LLC.

Se generarán también lodos de perforación que serán preparados para que la barrena se deslice mejor durante la perforación, evitar el sobrecalentamiento de la

misma, así como dar estabilidad al pozo y permitir la limpieza de cortes durante la perforación.

Una vez que se usen dichos lodos, serán re-circulados hasta la plataforma (cantina de lodos) para que se les añadan químicos y puedan re utilizarse.

Emisiones de Ruido

Durante las operaciones de perforación el ruido es típicamente de baja frecuencia. El área de contacto entre la plataforma y el mar define la cantidad de ruido introducido en el agua. La unidad de perforación contemplada para el proyecto, el cual se prevé sea una semi sumergible generará de manera estimada una presión sonora durante la perforación de 115 dB re 1 μ Pa a 405 metros de distancia con emisión en la fuente de 167 dB (rms) re 1 μ Pa. En (Genesis Oil and Gas Consultants, 2011) se presentan datos de niveles de ruido medidos en diferentes tipos de unidades de perforación durante los periodos en perforación y no perforación. Estos niveles se presentan en la siguiente tabla como referencia.

Tipo de Fuente	Actividad	Profundidad de hidrófonos (m)	Nivel de presión sonora reportado, SPLr	Frecuencia	Nivel de presión sonora estimado en la fuente, SL
Buque de perforación-carguero convertido	Logging	17	125 dB (rms) re 1 μ Pa@170m	Tono Continuo mayor a 1850 Hz	170 dB (rms) re 1 μ Pa@1m
	Perforación	27	134 dB (rms) re 1 μ Pa@200m	tono fuerte continuo 277 Hz	180 dB (rms) re 1 μ Pa@1m
Buque de perforación "West Navion 250m eslora"	Perforación	50,100 & 200	195 dB (rms) re 1 μ Pa@1m	Frecuencia baja continua 100-400 Hz de Banda	195dB (rms) re 1 μ Pa@1m
Semi-Sumergible	Activo (no perforado)	110	117 dB (rms) re 1 μ Pa@125m	Frecuencia continua	159 dB (rms) re 1 μ Pa@1m
	Perforación	110	115 dB (rms) re 1 μ Pa@405m	Tonos producidos por sarta de perforación en baja frecuencia bandas<70Hz	167 dB (rms) re 1 μ Pa@1m
Plataforma	Perforación, producción e inyección de agua	Si	162 dB (rms) re 1 μ Pa@1m	Ruido de banda ancha	162 dB (rms) re 1 μ Pa@1m

Tabla 15 Niveles de ruido en unidades de perforación, Genesis Oil and Gas, 2011.

9.7 Normas Oficiales Aplicables

Las Normas Oficiales Mexicanas con las que se alineará el promovente se enlistan a continuación:

Residuos sólidos peligrosos y no peligrosos

1. NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
2. NOM-053-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
3. NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.
4. NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
5. NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
6. NOM-003-SCT-2008, Para el transporte de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos.
7. NOM-007-SCT2/2010, Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.
8. NOM-010-SCT2/2009, Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
9. NOM-011-SCT2-2003, Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas.
10. NOM-012-SCT4-2007, Lineamientos para la generación del plan de contingencias para embarcaciones que transportan mercancías peligrosas.
11. NOM-023-SCT4-1995, Condiciones para manejo y almacenamiento de mercancías, terminales y unidades mar adentro.
12. NOM-023-SCT2-1994. Información técnica que debe contener la placa que portarán los autotanques, recipientes metálicos intermedios para granel (rig) y envases con capacidad mayor a 450 litros que transportan materiales y residuos peligrosos.
13. NOM-027-SCT4-1995. Requisitos que deben cumplir las mercancías peligrosas para su transporte en embarcaciones.
14. NOM-028-SCT2-1998, Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3, líquidos inflamables transportados.

15. NOM-028-SCT4-1996, Documentación de las mercancías peligrosas transportadas en embarcaciones.

Emisiones a la Atmósfera

16. NOM-045-SEMARNAT-2006, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
17. NOM-043-SEMARNAT-1993, Establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

Ruido

18. NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Contaminación Marina

19. NOM-036-SCT4-2007, Administración de la seguridad operacional y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales.
20. NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Puertos

21. NOM-002-SCT4-2003, Terminología Marítima Portuaria.

Actividad perforación de pozos petroleros

22. NOM-149-SEMARNAT-2006, Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse durante las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.

Protección a especies de flora y fauna

23. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies.

9.8 Características Generales

Temperatura

No se encontraron valores de temperatura media exclusivamente para el área contractual 7, sin embargo, tal como se describió anteriormente, las condiciones en el Golfo son relativamente uniformes. La temperatura superficial del océano varió entre los 21 °C (valor mínimo registrado en febrero) hasta los 27° C (registrado en agosto). Con los intervalos de variación mensual de TSO

(Temperatura Superficial del Oceano) a lo largo del año; se identificó una temperatura fría en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo (invierno) donde se registran valores desde los 24° C hasta los 26° C.

Precipitación

La precipitación promedio anual en las costas de Tabasco oscila entre 1,100 y 2,000 mm (García, 2004). El promedio de los datos registrados para la precipitación en el periodo comprendido entre 1951-2010, en la estación meteorológica Paraíso (Lat. 18°04'00" N, Long 94°25'00"W) es de 2,626.4 mm (CONAGUA, 2010).

Vientos

La estacionalidad climática meteorológica del área de estudio se caracteriza por un periodo de secas (febrero a junio), uno de lluvias de verano (junio a octubre) con presencia de depresiones tropicales y uno de frentes fríos anticiclónicos (Nortes) de octubre a febrero (Wiseman y Sturger, 1999). Estos tres periodos son constantes, pero se empalman de manera relativa, y su intensidad varía por efectos del cambio climático global.

Batimetría y fondos marinos

Para obtener una batimetría predictiva específica para el área contractual 7, se usó un conjunto de datos especiales primarios y de información batimétrica para la zona en donde se ubica el área de estudio. Dicha información batimétrica, se obtuvo del GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans), el cual es una fuente pública de información (COI et al., 2003). Se estima que la zona presenta profundidades entre los 27 y 40 metros.

Corrientes Marinas

De forma regional, la circulación de gran escala en el Golfo de México está denominada por dos características semi-permanentes (Behringer et al., 1997): la Corriente de Lazo y un gran giro anticiclónico, los cuales se sitúan en la parte Oriental y Occidental del Golfo respectivamente.

La corriente de Lazo, que es una porción del sistema de la corriente del Golfo, tiene sus orígenes en el Canal de Yucatán y une a la corriente de Yucatán con la de Florida en la parte Este del Golfo. En lo concerniente al gran giro anticiclónico del oeste del golfo, este giro se debe al rotacional del esfuerzo del viento (Sturges y Blaha, 1976). De acuerdo con la literatura, el área de estudio se encuentra comprendida dentro de una zona de baja velocidad de corrientes, comprendida entre los 0.025 m/s y 0.13 m/s. Así mismo, el patrón de circulación predominante presenta una dirección este-sureste hacia las costas de Allende.

Oleaje

De acuerdo con la información reportada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en la temporada de lluvias (julio a octubre), el oleaje en el área de estudio no supera el metro de altura y la dirección que siguen las olas es al Suroeste. En la temporada de Nortes (octubre a febrero), el oleaje en el área de

estudio es mayor al registrado en la temporada de lluvias; en época de Nortes, la altura de las olas tiene un promedio de 2.5 m y estas siguen una dirección hacia la línea de costa. No obstante, dos días antes del inicio de los trabajos de línea base en campo se registraron olas de hasta 5 m ocasionadas por un frente frío, mismo que ocasionó demoras en la misma campaña por el cierre de navegación.

Mareas

Con la finalidad de obtener una descripción del ciclo de mareas en el área de estudio, se obtuvo información sobre mareas mediante el uso del programa MAR V1, del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) de Baja California, México. Por su parte, los valores de mareas del programa MAR V1 se obtuvieron de datos históricos de estaciones mareográficas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Secretaría de Marina y del propio CICESE. (CICESE, 2016).

Para el área de estudio del Proyecto, se utilizó información por hora de mareas de la estación más cercana (Frontera, Tabasco) con datos disponibles para el periodo que comprende desde el 1 de enero de 2015 a las 0:00 horas hasta el 1 de enero de 2016 a las 0:00 horas (ver ilustración siguiente). La otra estación mareográfica cercana al sitio (aproximadamente 47 km del área contractual) reporta que las mareas predominantes son diurnas presentando un pleamar y un bajamar por día con rangos que no rebasan los 0.5 metros (SEMARNAT, 2016).

Arrecifes

Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad del mundo. Debido a su alta productividad biológica sostienen al mayor número de especies animales que cualquier otro ecosistema marino o terrestre conocido. La intensa actividad física y ecológica que se desarrolla en los arrecifes juega un papel decisivo en el mantenimiento del equilibrio químico de las aguas oceánicas, al procesar los enormes volúmenes de sedimento arrastrados al lecho marino por las corrientes oceánicas y las descargas de los ríos. En las inmediaciones del Área Contractual 7 no se ha reportado la presencia de arrecifes de coral.

Fitoplancton

De los muestreos efectuados con red estándar se registraron 30 taxa de micro algas: 15 diatomeas, 13 dinoflagelados, 1 cianofita y 1 silicoflagelado.

El fitoplancton se caracterizó por los niveles bajos de abundancia y sin dominancia de alguna especie en particular. Las microalgas reportadas en la mayoría de puntos de muestreo fueron dinoflagelado *Neoceratium furca*, la diatomea *Thalassionema* sp. Y un dinoflagelado tecado no determinado taxonómicamente.

Otras especies de registro frecuente fueron la cianofícea *Oscillatoria* ssp., la diatomea *Chaetoceros* spp. Y el dinoflagelado *Protoperdinium* spp.

Zooplancton

Se registró un total de 40 taxa de organismos del zooplancton, siendo el grupo Copepoda el de mayor abundancia.

Los organismos registrados con un 100% de frecuencia relativa, o presentes en todos los puntos de muestreo, fueron los taxa Protozoa, Medusa, Siphonophora, Anthozoa, Polychatea, Gasteropoda, Pteropoda, Lamellibranchiata, Ostracoda, Copepoda, Mysidacea, Amphipoda, Lucifer, Decapoda, Bryzoa, Stomatopoda, Sagitta, Thaliacea, Echinodermata, larvas de peces y el quetognato *Pterosagitta draco*.

Inctioplancton

Se registró presencia de huevos y larvas de peces en todos los puntos de muestreo. Se determinaron 38 taxa de peces, siendo las larvas de Gobiidae los organismos con los mayores niveles de abundancia.

Las larvas de Clupeiformes fueron registradas frecuentemente, aunque en menores concentraciones. Asimismo, los Myctophidae presentaron una mayor diversidad, determinándose a las especies *Benthoosema suborbitale*, *Diaphus raffinesquii*, *Ceratoscopelus warmingii* y *Lampadena luminosa*. Los organismos del ictioplancton reportados esporádicamente fueron las taxa *Anchoa* spp., *Selene setapinnis*, *Polydactylus* sp., *Symphurus plagiusa* y *Vinciguerria* spp.

Peces

Los resultados obtenidos para el Área Contractual 7 evidencian zonas de baja diversidad para especies de escama artesanal, aunque pesquerías como el “dragón” indicarían la existencia de una red trófica más diversa, toda vez que este recurso pesquero se encuentra asociada a otras especies como “huachinangos”, “pargos” o “meros”. Todas las especies se encuentran incluidas en la última Carta Nacional Pesquera de México, así como el registro de la mayoría de especies en la Zona I, II y III del Golfo de México.

No se reportaron capturas de especies acuáticas amenazadas, en peligro de extinción o con algún nivel de protección ambiental (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Mamíferos Marinos

Se registraron 2 especies de mamíferos marinos: el “delfín pantropical” o “delfín moteado” (*Stenella attenuata*) y la “tonina” o “delfín nariz de botella” (*Tursiops truncatus*). El esfuerzo de observación en el crucero bioceanográfico fue de 16 horas y 41 minutos, registrándose 18 individuos de “delfín manchado pantropical” o “delfín moteado” (*Stenella attenuata*) y 2 individuos de “tonina” o “delfín pico de botella” (*Tursiops truncatus*). Durante las observaciones fuera de sesión se avistaron tiburones llamados localmente cazones y aves como gaviotas reidoras y fragatas tijeretas.

En cuanto a la Legislación Nacional, NOM-059-SEMARNAT-2010, las dos especies de mamíferos marinos registradas se encuentran en la categoría de Sujetas a Protección (Pr).

En la lista de la UICN se incluye a ambas especies en la categoría de Preocupación Menor (LC), vale decir que no existe ningún peligro sobre sus poblaciones. Para el caso de CITES, ninguna especie está incluida en los

Apéndices del año 2015, y de manera similar ocurre con los Apéndices de la Convención de Bonn o CMS.

Tortugas Marinas

En el Área Contractual 7 durante la realización del crucero bio-oceanográfico se recorrieron 110 millas náuticas, lo cual representó un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 16 horas 41 minutos de observaciones continuas. Sin embargo, no se registró ningún ejemplar de tortuga marina en el área evaluada.

Cabe indicar que no hay ninguna zona prioritaria de anidación en las costas que se encuentran frente al Área Contractual 7.

Debido a la ausencia de individuos en el Área Contractual 7 la diversidad es cero. La ausencia de registros no implica la inexistencia de individuos de las especies señaladas anteriormente, y estaría asociada a la estacionalidad, la baja oferta alimenticia y las condiciones ambientales desfavorables para su avistamiento.

Áreas Naturales Protegidas

No existen ANP en las cercanías del Área Contractual 7. La más próxima sería la Reserva de la Biósfera “Pantanos de Centla” en el estado de Tabasco, la cual se ubica a una distancia aproximada de 85 km. Esta Reserva de la Biósfera fue decretada en 1992 y se encuentra dentro de los municipios de Centla, Jonuta y Macuspana.

9.9 Medidas de Prevención y Mitigación

Con fines de este documento de revisar la aplicación de la NOM-149-Semarnat-2006, sólo se revisaron los impactos del proyecto y las medidas de control que apliquen para esta norma.

Impactos

- Modificación de la estructura del suelo marino por colocación de anclas de la plataforma semi-sumergible y durante la perforación de pozos.
- Disminución de comunidad bentónica durante la perforación de los pozos e instalación de la plataforma temporal.
- Alteración física al fondo marino y comunidad bentónica por el desarrollo de proyectos de exploración de hidrocarburos (impacto acumulativo).
- Contaminación al fondo marino y comunidad bentónica por vertimientos provenientes de embarcaciones y plataformas (impacto acumulativo).
- Alteración de la calidad del agua por descarga de aguas residuales y residuos orgánicos.
- Aumento temporal de turbidez por perforación de pozos.
- Alteración de las características fisicoquímicas del agua por tránsito de embarcaciones y desarrollo de otros proyectos (impacto acumulativo).
- Alteración del comportamiento del necton por el ruido generado durante las actividades de perforación.

- Posibles colisiones de embarcaciones con fauna por tránsito marítimo y presencia de infraestructura.

Medidas de control o manejo

- La perforación de los pozos se realizará utilizando las mejores prácticas y tecnología disponible, apegándose a los diseños específicos para cada pozo controlando la profundidad, diámetro y condiciones de la perforación.
- Uso de equipos y geoposicionadores evitando afectaciones a zonas adyacentes a la localización final de las plataformas.
- Apego al programa de abandono el cual contiene:
 1. Evaluación de estructuras
 2. Reciclado de estructuras
 3. Retiro de estructuras
 4. Taponeamiento de pozos
 5. Manejo de residuos
- Uso de plantas de tratamiento de aguas residuales en las embarcaciones y plataformas.
- Control de los contaminantes provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Uso de trituradores de desperdicios alimenticios.
- Descarga de aguas a distancias específicas de la costa.
- Recolección de los efluentes provenientes de los potenciales goteos de conexiones temporales, sentinas y cubierta de la unidad de perforación y envío de estos a tanques especialmente destinados para su reciclaje, tratamiento y disposición final en tierra.
- Geo posicionamiento de la sarta de perforación con coordenadas para evitar realizar más de una perforación, por pozo.
- Correcto aprovechamiento y disposición final de los residuos generados en los buques y las plataformas.
- Contar con un plan de manejo de residuos peligrosos.
- Contar con sitios y contenedores específicos para cada tipo de residuo.
- Informar a los trabajadores sobre los residuos generados, así como su peligrosidad.
- Evitar el vertimiento de estos residuos al mar.
- Reutilización y reciclaje de envases que hayan estado en contacto con residuos peligrosos.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de una revisión detallada de la norma citada, puedo concluir los siguientes puntos:

- Se recomienda revisar la NOM-149-Semarnat-2006 debido a que tiene más de 5 años de su publicación y entrada en vigor, y no se tiene fecha de su última revisión. Según la Ley Federal de Metrología y Normalización, Art. 51, las NOM perderán su vigencia si no cumplen con esta revisión.
- Se debe modificar la Norma para sustituir las funciones de la PROFEPA por la ASEA, como nuevo encargado de la protección ambiental del sector hidrocarburos.
- Establecer que los proyectos de perforación para la exploración y extracción de hidrocarburos deben presentar Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional.
- Es necesario fortalecer a los organismos e instituciones nacionales encargados de regular la protección ambiental, con el fin de crear leyes más estrictas, y exigir y vigilar de manera responsable que estas se cumplan.
- Se debe realizar catálogos sobre las especies marinas, su estado actual y vulnerabilidad. Esta información debe ser difundida y de fácil acceso.
- Debe incorporarse en forma permanente la normatividad ambiental existente en los temarios de Ingeniería Petrolera en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y de todas las instituciones de educación que se encarguen de impartir la carrera.

11. BIBLIOGRAFÍA

“Reporte de Indicadores de Extracción”, Comisión Nacional de Hidrocarburos. Consultado en <https://datos.gob.mx/busca/dataset/reporte-de-indicadores-de-extraccion>. El 2017-08-02.

“Reservas por Campo 2017”, Comisión Nacional de Hidrocarburos. Consultado en <http://www.gob.mx/cnh/documentos/presentaciones-sobre-reservas>. El 2017-08-08.

“Resumen Ejecutivo MIA Talos AC7”. Rondas México. Consultado en <http://rondasmexico.gob.mx/wp-content/uploads/2017/08/Resumen-ejecutivo-MIA-Talos-AC7.pdf>. El 2017-10-10.

Constancia de no peligrosidad de residuos, trámite SEMARNAT-07-007 en Acuerdo por el que se dan a conocer todos los trámites y servicios inscritos en el Registro Federal de Trámites y Servicios que aplica la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de junio de 1983.

Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación desde los Buques (MARPOL 73/78), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de octubre de 1993.

Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en caso de Accidentes que causen Contaminación por Hidrocarburos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de mayo de 1976.

Convenio Internacional sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otras Materias, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio de 1975.

Guidelines and standars for the removal of offshore installations and structures on the continental shelf and in the exclusive economic zone. IMO. Consulted in http://www.imo.org/blast/mainframe.asp?topic_id=1026, August 15, 2017.

Lara-Lara, J.R., et al. 2008. Los ecosistemas marinos, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 135-159.

Ley de Aguas Nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Agosto de 2014.

Ley de la Agencia Nacional De Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.

Ley Federal del Mar, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1986.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de Mayo de 2016.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.

Lista de verificación para equipos de perforación y mantenimiento de pozos petroleros, Documento interno de Petróleos Mexicanos.

Margarita Caso, Irene Pisanty, Exequiel Ezcurra. Diagnóstico Ambiental del Golfo de México, INE-SEMARNAT, México 2004.

Montgomery M.: Inspection and testing procedures improve BOPs for HPHT drilling, WEST Hou Inc. Oil & Gas Journal 1995.

NMX-Z-013/1-1977 "Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas".

Plan Nacional de Contingencias para Combatir y Controlar Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en el Mar.

Rasso Z. Carlos, Equipos de Perforación. Un siglo de la Perforación en México. México.

Rasso Z. Carlos, Fluidos de Control. Un siglo de la Perforación en México. México.

Rasso Z. Carlos, Seguridad Industrial. Un siglo de la Perforación en México. México.

Rasso Z. Carlos, Técnicas Especiales de Perforación. Un siglo de la Perforación en México. México.

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.

Reglamento de Trabajos Petroleros, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de febrero de 1974.

Reglamento Interior de la Ley de la Agencia Nacional De Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.

Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Sustancias publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1979.

Shank E., Reynolds S, Daley H., Williams D.,: New Generation Control System for 20 KSI Subsea BOP: OTC 23473: 2012

Subsea Drilling, Well Operations And Completions: Working Document of the NPC North America Resource Development Study Made Available: Septiembre 2011.

Tom Proehl, Fred Sabins: DeepStar CTR 7501 Drilling and Completion Gaps for HPH Wells in Deep Water Final Report. MMS Project No.: 519, 21 June 2006.

Yong Bai, Quiang Bai. Subsea Engeneering Handbook, Elsevier. USA, 2010.