

**PARA PÚBLICO**

**MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**N° DE CONTRATO: CE-PEP-SCSM-GIC-IMP-XXX/2006**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**CONSTRUCCIÓN DE OLEOGASODUCTO DE 24" Ø X 0.5 Km DE LA  
PLATAFORMA SATELITE ABK-B A LA PLATAFORMA ABK-A  
PERMANENTE E INTERCONEXIONES A INSTALACIONES  
EXISTENTES, INCLUYE SUMINISTRO, PROTECCIÓN, LASTRADO,  
TENDIDO, PRUEBAS HIDROSTÁTICAS"**

**No. DE PROYECTO: F.31741**



INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO  
DIRECCIÓN REGIONAL MARINA  
GERENCIA DE ATENCIÓN A CLIENTES

# RESUMEN

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, RESPONSABLE Y PROMOVENTE

### I.1 Información General

Derivado de los planes de negocio que Pemex Exploración y Producción (PEP) que tiene para la exportación de crudo ligero marino, se encuentra en proyecto la **Construcción de un Oleogasoducto Submarino de 24" de diámetro x 0.5 Km de la plataforma satélite ABK-B a la plataforma ABK-A permanente e interconexiones a instalaciones existentes, incluye suministro, protección, lastrado, tendido y pruebas hidrostáticas**, con la finalidad de transportar el hidrocarburo de la plataforma satélite Abkatun-B hacia la plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A, lo que permitirá ajustar los parámetros de operación de la batería del Centro de Proceso Abkatun-D a los requerimientos de las corrientes de hidrocarburos del proyecto crudo ligero marino, así como restituir la flexibilidad operativa del manejo de gas entre los Centros de Proceso Abkatun-A y Abkatun-D.

Además al transportar el hidrocarburo a través de este oleogasoducto para ser procesado en Abkatun-A, permitirá continuar ofreciendo al mercado internacional en los años siguientes crudo de tipo MAYA. Para lograr conservar esta calidad se tiene la necesidad de utilizar crudo ligero semiestabilizado, deshidratado, y desalado.

Uno de los insumos fundamentales para lograr una buena deshidratación es tener las mezclas a una temperatura arriba de 45° C. Para mantener esta temperatura en el proceso sin utilizar quema de combustibles fósiles que implicarían contaminar nuestra atmósfera, se aprovechará la temperatura que se tiene en la mezcla de hidrocarburos proveniente de los campos que interconectan con Abkatun-B, permitiendo con esto recuperar volúmenes y temperaturas suficientes en el Centro de Proceso para sacar adelante la producción nacional de crudo. Así mismo el proceso de deshidratación que se lleva a cabo en este centro de proceso reducirá el contenido de agua entre el 3 al 15 % en la mezcla que será transportada a la Terminal Marítima Dos Bocas.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El Ducto submarino constará de una longitud de 514.116 m. desde el punto de salida de la plataforma Abkatun-B hasta el punto de llegada de la plataforma permanente de Abkatun-A. Además se compone el proyecto de 2 curvas de expansión (1 para cada plataforma) y los ductos ascendentes hacia cada una de las plataformas.

En su trayectoria el ducto submarino se cruza con líneas existentes, el cruce I es con la línea 40, el cruce II con la línea 23 y el cruce III con la línea 36. Cada cruce consta de 2 curvas de transición de inicio y final del cruce. El ducto además consta una curva de transición de salida en la plataforma Abkatun-B.

En cada uno de los cruces se colocarán elementos protectores a base de sacos de arena/cemento de 1 X 0.5 X 0.2 m entre la línea existente y el oleogasoducto en construcción. El acolchonamiento del cruce I se encuentra a sobre el lecho marino, el cruce II tiene 1 m de profundidad y el cruce III 0.89 m enterrado.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

---

PEMEX Exploración contratará los servicios para la ejecución del PROYECTO, dicha contratación se realizará bajo el concepto de Procura y Construcción, la cual incluye desde la adquisición y traslado de materiales hasta la construcción de una o varias obras (ductos), hasta la instalación, pruebas y arranques de las mismas.

Para realizar las actividades de tendido, dragado y construcción del proyecto se contará con la participación de 3 embarcaciones con una duración aproximada de 4 meses y medio (134 días naturales aproximadamente).

La obra de construcción se llevará a cabo en una sola etapa por lo que no hay obras o actividades temporales. El personal que será requerido tendrá acceso al área vía marítima en transporte específico por parte de la compañía constructora; y si en su caso se requiere hacer uso de las instalaciones de PEMEX como plataformas habitacionales se emplearán solo durante el desarrollo de la obra.

## **II.1 Construcción**

La construcción de la obra se realiza en base a las siguientes actividades:

- Soldado de tubería.
- Tendido de la tubería.
- Instalación de elementos (curvas de expansión, ducto ascendente, juntas aislantes, trampas de diablos).
- Prueba hidrostática.
- Enterrado de la tubería.

### **Lastrado de Tubería**

El primer tratamiento consiste en aplicar un compuesto anticorrosivo, para lo cual se limpia la tubería de impurezas y óxido por medio de granalla de acero, en una máquina limpiadora (Sandblast); posteriormente se aplica la pintura primaria que sirve de enlace entre el tubo y el anticorrosivo. Ya pintado el tubo, se aplica una capa de esmalte a 230 °C, se le adhiere una cinta de "vidrioflex" cubriendo el tubo y finalmente la cinta de "vidriomat". Como paso final, los tubos se cubren con una mezcla de concreto formada de 80% de mineral de hierro y arena, 20% de cemento, reforzado con malla de alambre (Esta actividad se realiza en tierra).

Al terminar este proceso, los tubos se trasladan a los soporte-almacén (en tierra) durante 7 días, para su fraguado; después son transportados desde estas plantas de lastrado a los muelles por trailers para cargarse en chalanes que los llevarán hasta las barcasas de tendido.

Para el caso de este proyecto la tubería requiere lastrado de 2" espesor a la línea regular de acero al carbón de 24" de diámetro exterior y 0.688" de espesor con costura longitudinal DSAW, extremos biselados, desnuda de acuerdo a la norma NRF-033-PEMEX-2003 y NACE MR-01-75, para servicio amargo.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

---

### **Tendido de líneas o ductos.**

Para el tendido de líneas de gasoductos, oleoductos y oleogasoductos, se requiere realizar las subactividades de dragado y acolchonamiento de cruces con líneas existentes.

El tendido se realiza en una barcaza adecuada para tubos de gran diámetro y de considerable longitud, apoyada con un chalán de carga.

### **Prueba hidrostática.**

Una vez concluido el tendido de la tubería se procederá a evaluar la hermeticidad del sistema mediante esta prueba. Durante la prueba, la tubería o equipos a evaluar se llenan con agua de mar filtrada, por medio de bombas, mangueras y medidores evitando la formación de bolsas de aire. Posteriormente se presuriza la tubería hasta alcanzar la presión de prueba, que es de 1,25 a 1,5 veces la presión máxima de diseño; debiendo mantenerse durante un período no menor de 10 minutos para las tuberías sobrecubierta y no menos de 4 horas para la línea submarina, registrando continuamente la ocurrencia de abatimientos en la presión por espacio de una hora, al cabo del tiempo se elevará nuevamente con objeto de repetir la prueba por dos horas, en caso de que los abatimientos observados en la segunda hora sea igual o inferior al obtenido en la primera, la prueba se dará por terminada.

### **Enterrado de la tubería.**

La tubería debe enterrarse para asegurar una mayor protección contra el peligro de huracanes, anclas de barcos, remolcadores, barcasas y, en general, para resguardarla de cualquier fenómeno que suceda en el fondo del mar.

Actualmente el enterrado de líneas submarinas existentes tiene un promedio de 65 cm a 100 cm de espesor sobre la parte superior del tubo (Norma No. PEMEX 2 421,01). Para el enterrado, se combina el efecto del chorro del agua con aire a presión alta y una bomba de succión para el dragado. Este dispositivo denominado “arado” se posiciona sobre la línea regular, corta la zanja y la limpia, saca el lodo debajo de la tubería, entierra ésta e inmediatamente acumula el lodo sobre la misma para cubrirla.

Los sedimentos que serán removidos temporalmente en el fondo marino durante la instalación del oleogasoducto, dependen del diámetro de la tubería, su longitud y la profundidad del enterrado de ésta.

La unidad de chorro-succión es operada mediante un “patín” que correrá sobre la línea cuando sea remolcada por un cable unido a la proa de la barcaza, la cual también se moverá mediante el sistema de alargar y acortar sus cables anclados. Esta etapa se aprovechará para realizar la inspección subacuática del estado que guarda el revestimiento de concreto, la profundidad de la zanja y el contacto de los rodillos con la tubería.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

*Acolchonamiento de cruces con líneas existentes.*

Se presentarán 3 cruzamientos durante la trayectoria del oleogasoducto de conducción de hidrocarburos con líneas existentes, por lo que para proteger la integridad de ambas líneas, se colocarán acolchonamientos submarinos.

## **II.2 Etapa de Operación y Mantenimiento**

### **II.2.1 Programa de Operación**

La etapa de operación del oleogasoducto que va desde Abkatun-B hasta la plataforma permanente del centro de proceso Abkatun-A trabaja bajo las condiciones de operación que se presentan en la siguiente **Tabla 1**:

**Tabla 1. Condiciones de operación.**

| <b>“Construcción de oleogasoducto de 24" Ø x 0.5 Km. de la plataforma satélite Abk-B a la plataforma Abk-A Permanente e interconexiones a instalaciones existentes, incluye suministro, protección, lastrado, tendido y pruebas hidrostáticas”</b> |  |
|--|--|
| Servicio   | Amargo   |
| Gasto (máximo / normal / mínimo)   | FLUJO GAS MMPCD (90 / 45 / 10)<br>FLUJO ACEITE MBPD (95 / 50 / 10) |
| Presión (máximo / normal / mínimo)   | 70 / 10 / 5 kg/cm <sup>2</sup>                                     |
| Temperatura (máximo / normal / mínimo)   | 100 / 70 / 40 °C   |
| H <sub>2</sub> S (máximo / normal / mínimo)  | 10 / 8 / 5 ppm   |
| Fluido   | Mezcla de crudo/gas  |

### **II.2.2 Programa de Mantenimiento**

La infraestructura una vez construida durante todo su tiempo de vida útil (estimada en 20 años), estará sujeta a los programas de mantenimiento de carácter permanente que PEP tiene implementado para sus instalaciones y equipos para que funcionen en condiciones óptimas de operación, respetando la normatividad vigente de seguridad industrial y protección ambiental.

Pemex Exploración y Producción cuenta con un programa general de mantenimiento a los ductos mediante la inspección por corridas de diablos instrumentados, que permite evaluar el desgaste de la pared del tubo originado por el flujo de hidrocarburos durante la operación.

Las fases de mantenimiento se dividen de la siguiente manera:

- Mantenimiento predictivo
- Acciones preventivas
- Acciones correctivas

### II.3 Etapa de Abandono del Sitio

El diseño y especificación de los materiales, el tipo de construcción, así como los programas de operación y mantenimiento, permiten pronosticar una vida útil para el ducto de aproximadamente 20 años. Durante este tiempo, las evaluaciones de grado de corrosión y las condiciones de operación de los ductos, además de las pruebas hidrostáticas correspondientes, determinarán si es posible continuar usando los ductos.

Al concluir el tiempo de operación de los ductos, será desmantelada la tubería sobrecubierta, los elementos que integran el ducto ascendente y la curva de expansión. La línea enterrada, previa limpieza por medio de “diablos”, se inundará y se sellarán los extremos. Por las características de los materiales de construcción y por enterrarse a 1 m de profundidad en el suelo marino, no constituirá un riesgo para el entorno.

Así mismo algunas especies de invertebrados utilizarán las estructuras sobresalientes para adherirse y formar nuevas colonias.

En todos los casos de desmantelamiento se levantará un inventario de todo el material, equipo y accesorios que puedan ser recuperables, conteniendo especificaciones y estado físico, con el objeto de calificar su disponibilidad a otras instalaciones petroleras. Las estructuras que no puedan ser reutilizables, serán consideradas como chatarra quedando a disposición de P.E.P. o de alguna compañía contratista para su manejo y destino final.

### II.4 Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos

#### a) Generación de residuos peligrosos

Durante la etapa de construcción de la oleogasoducto se generaran residuos considerados como peligrosos y listados en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Los residuos que se tiene contemplado generar son: desperdicios de soldadura, recortes metálicos, envases con residuos de pintura o anticorrosivo, restos de parcheo, estopas y telas impregnadas de grasa, recortes metálicos; los cuales son manejados y dispuestos conforme a la normativa vigente.

En la operación y mantenimiento del ducto submarino no se generaran residuos por ser un sistema cerrado y solo se le da mantenimiento interno al ducto mediante las corridas de diablos instrumentados.

#### b) Generación de residuos no peligrosos.

Dentro de los residuos sólidos no peligrosos (industriales) que se generarán durante las etapas del proyecto se encuentra, plástico, vidrio, papel, trapos y guantes. Sumados a los residuos sólidos no peligrosos señalados anteriormente se encuentran los domésticos, los cuales en su mayor parte son residuos de alimentos, de manera general se puede mencionar los siguientes: Materia orgánica, envases de tetrapack, papel, polietileno, plástico, fibra, lata, trapo.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

---

De los residuos sólidos no peligrosos generados, sólo los restos de comida son vertidos al mar, después de pasar por un proceso de trituración con dimensiones menores de 25 mm para que no representen un peligro si son consumidos por la fauna marina, de acuerdo a lo indicado en el anexo V del Convenio Internacional para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (Marpol 73/78).

### **Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos**

La descripción general y por etapa sobre el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, el acopio, almacenamiento temporal y el uso final de los mismos se desglosa en incisos posteriores, sin embargo, es importante subrayar que estos serán manejados y controlados en conformidad con las legislaciones y normatividades ambientales existentes

#### **Etapa de Construcción.**

##### **a) Manejo de residuos peligrosos**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente señala que el manejo de residuos peligrosos contempla las acciones de almacenamiento, reciclaje, disposición, identificación, transporte y tratamiento. Además de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos, otro elemento importante lo constituyen las Normas Oficiales Mexicanas que en su conjunto proporcionan los lineamientos para el correcto manejo de los residuos peligrosos generados en las instalaciones (NOM-052-SEMARNAT-1993, NOM-053-SEMARNAT-1993 y NOM-054-SEMARNAT-1993). De la misma manera, existe una Ley específica para el manejo integral de los residuos peligrosos y no peligrosos “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”

##### **b) Manejo de residuos no peligrosos**

Para el control de los residuos generados se aplicarán los procedimientos y programas que incluyen sistemas de selección, formas de recolección, sistemas de transporte, almacenaje, reciclaje y disposición final; de acuerdo a la legislación vigente.

Todos los materiales se separarán según su clasificación y se colocarán en contenedores metálicos identificados por un color y con una leyenda que especifique el tipo de residuo.

El material orgánico como cartón, papel se colectará a diario y se depositará en incineradores colocando las cenizas en tambos y confinados temporalmente para su posterior desembarque a tierra (Dos Bocas o Cd. Del Carmen) y se llevará al sitio que para tal fin señalen las autoridades, previa obtención del permiso correspondiente.

Los desechos de alimentos se depositarán en trituradoras para reducir a partículas con un tamaño de 25 mm y serán depositados en el mar de acuerdo a lo mencionado en el anexo V del Convenio MARPOL 73/87.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

El material inorgánico como latas y vidrio serán compactados y depositados en tambos para almacenarlos temporalmente en las instalaciones de Pemex y posteriormente de su desembarque se deberá contratar a una compañía especializada para su tratamiento y disposición final de acuerdo a la normatividad establecida.

### **Etapas de Operación y Mantenimiento**

#### **a) Manejo de residuos peligrosos**

Los residuos sólidos peligrosos serán generados por las actividades del personal que realiza la operación y el mantenimiento, siendo similares a los producidos en la etapa de construcción: estopas y telas impregnadas, sobrantes de soldadura, envases industriales y grasas, aceites combustibles y lubricantes.

Estos residuos serán almacenados temporalmente en contenedores metálicos en áreas dispuestas en las plataformas para el almacenamiento provisional, siendo trasladados posteriormente a tierra por alguna compañía contratista, para su reacondicionamiento y/o su venta posterior a una compañía especializada para su uso final.

#### **b) Manejo de residuos no peligrosos**

Los residuos sólidos no peligrosos del tipo doméstico en esta etapa serán generados principalmente por las actividades propias de la operación y el mantenimiento de las plataformas, los cuales serán confinados en tambores, cajas y botes de basura identificados plenamente para la segregación de dichos desperdicios. Estos desechos serán transportados a tierra por personal de la compañía contratista o por personal de PEP, según sea el caso, el cual determinará si el material recopilado es aprovechado para su reuso o al basurero municipal.

### **Etapas de Abandono**

#### **a) Manejo de residuos peligrosos**

Los residuos sólidos peligrosos serán generados por las labores de desmantelamiento de los ductos, los cuales serán al igual que en las etapas anteriores serán telas, estopas y otro tipo de textiles usados para labores de desconexión y carga de equipo, maquinaria e instalaciones, dichos materiales serán impregnados por grasas, aceites lubricantes y diesel. Estos materiales serán recolectados en botes y/o en tambores y almacenados temporalmente en un área destinada para este fin, por personal de la compañía encargada de las labores, para su envío posterior a la TMDB por medio de lancha para su tratamiento, y realizar la concesión a una compañía que cumpla con la normatividad de manejo y disposición de residuos peligrosos.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

**b) Manejo de residuos no peligrosos**

Los residuos sólidos no peligrosos del tipo doméstico e industrial, en esta etapa serán generados por las tareas de desmantelamiento de los ductos, los cuales serán almacenados temporalmente en tambores, cajas y botes de basura identificados plenamente. Estos desechos serán transportados por personal de la compañía contratista encargada de las obras de desmantelamiento, la cual dispondrá si el material recopilado es aprovechado para su reuso o para su envío al basurero municipal.

**II.5 Generación, Manejo y Descarga de Aguas Negras**

Los efluentes líquidos que se producirán durante las diferentes etapas del proyecto serán: fluidos de las pruebas hidrostática, aguas sanitarias, aguas pluviales y aceitosas, que serán recuperadas en una barcaza que le denominan letrina, estas aguas residuales, se generarán principalmente durante la etapa de construcción del oleogasoducto durante la actividad del tendido de líneas. Cuando el ducto se encuentre en la etapa de operación no generará aguas residuales.

**b) Manejo de aguas negras.**

Las aguas negras producto de los servicios sanitarios tendrán lugar en las barcasas durante la etapa de construcción. Se manejarán y tratarán adecuadamente en las barcasas de la compañía contratista antes de su descarga al mar, la cual deberá cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

**c) Disposición final.**

Para su disposición final se debe cumplir con la normatividad en materia de descargas de aguas residuales, en particular con la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la NOM-001-SEMARNAT-1996; por lo tanto, todas las aguas generadas durante las diferentes etapas del proyecto sin importar su origen o fuente generadora serán tratadas antes de su vertimiento al mar y deberán cumplir con los límites máximos permisibles de descarga marcados por la ley; en caso contrario, se deberá aplicar el pago correspondiente por ese concepto y estipulado por la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.

**II.6 Generación y Emisiones a la Atmósfera**

**a) Características de la emisión**

Las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera estarán dadas por las actividades a realizarse durante las etapas de construcción de la obra. Producto de la combustión interna de los motores de las embarcaciones y equipos -turbogeneradores de electricidad, grúas-. Los cuales emplean diesel o gasolina como combustible. Prácticamente la emisión de gases será temporal.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

Los gases que se estarán emitiendo, serán principalmente monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>x</sub>), hidrocarburos, partículas de carbón y vapor de agua.

El volumen de las emisiones se establecerán en función de la cantidad y calidad del combustible que utilicen los equipos de combustión interna, ya sea diesel, gas o gasolina.

**b) Prevención y control**

La prevención de emisiones se realizará verificando que los equipos y maquinaria empleados durante el proyecto estén en óptimas condiciones de operación y se mantengan afinados para minimizar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Para ello la compañía constructora será la responsable de las emisiones y del control de las mismas a través de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

**III. NORMATIVIDAD**

Dentro de las normas que son de observancia para llevar a cabo el proyecto y con el fin de cuidar al máximo el ambiente y sus recursos se encuentran las siguientes:

**Flora y Fauna**

*NOM-059-SEMARNAT-2001.* Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

**Aguas Residuales.**

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

**Residuos Peligrosos.**

*NOM-052-SEMARNAT-1993.* 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.

*NOM-053-SEMARNAT-1993.* 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.

*NOM-054-SEMARNAT-1993.* Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

*NOM-012-SCT4-1994. Lineamientos para la generación del plan de contingencias para embarcaciones que transportan mercancías peligrosas*

*NOM-023-SCT4-1995. Condiciones para manejo y almacenamiento de mercancías, terminales y unidades mar adentro.*

*NOM-027-SCT4-1995. Requisitos que deben cumplir las mercancías peligrosas para su transporte en embarcaciones.*

*NOM-028-SCT4-1996. Documentación para mercancías peligrosas transportadas en embarcaciones: requisitos y especificaciones.*

**Normas de Referencias.**

*NRF-013-PEMEX-2005. Diseño De Líneas Submarinas En El Golfo De México*

*NRF-033-PEMEX-2003. Lastre de concreto para tuberías de Conducción*

*NRF-106-PEMEX-2005. Construcción, Instalación y Desmantelamiento de Ductos Submarinos.*

*NRF-003-PEMEX-2000. Parámetros sísmicos para diseño de instalaciones marinas en el Golfo de México*

**IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

El Oleoducto de 24" Ø X 0.5 Km se instalará desde la plataforma satélite Abkatun-B y hasta la plataforma Abkatun-A permanente del centro de proceso Abkatun-A. Estas instalaciones se encuentran en la Sonda de Campeche, en el Golfo de México, ubicadas a, aproximadamente, 86 Km al noroeste de Ciudad del Carmen, en el Estado de Campeche. Las coordenadas geográficas de la plataforma satélite Abkatun-B son 19°17'43" latitud norte y 92°10'14" longitud oeste, sus coordenadas UTM son: X = 587,474, Y = 2,134,205 y las coordenadas geográficas de la plataforma Abkatun-A permanente son 19°17'39" latitud norte y 92°10'04" longitud oeste, sus coordenadas UTM son: X = 587,424, Y = 2,133,595.

Debido a que no se cuenta con una descripción del sistema ambiental específico para la zona en la que se encuentran las instalaciones antes mencionadas; ésta se realizó en función a estudios realizados en la Sonda de Campeche y del Golfo de México, la cual se presenta en el Capítulo IV de la presente manifestación y de la cual, a continuación se presenta un resumen de lo más relevante.

**IV.1 Aspectos Abióticos**

La Sonda de Campeche forma parte de la plataforma continental al noroeste de la Península de Yucatán, en el Sur del Golfo de México, esta situada de los 18° a 21° latitud

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

Norte y de los 90.5° a 94.5° latitud Oeste y ocupa un área aproximada de 114,965 Km<sup>2</sup> de los cuales 111,698 Km<sup>2</sup> corresponden a aguas marinas y 3,267 Km<sup>2</sup> a estuarios y aguas protegidas, siendo esta una zona de intensa actividad pesquera y petrolera.

Ecológicamente, la Sonda de Campeche es una región amplia, donde los procesos costeros y ecológicos están estrechamente interconectados. Los procesos climático-meteorológicos, la descarga de los ríos y los procesos sedimentarios son las principales variables físicas que controlan a los procesos biológicos.

**a) Tipo de clima**

En el área de estudio situada en el Sur del Golfo de México, frente a las costas de los límites estatales entre Campeche y Tabasco (en el área de plataformas marinas,) así como en el área de influencia económica (Ciudad del Carmen) se encuentra en la clasificación Am(w), el cual es un clima Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano con menos de 5% de lluvia invernal.

**b) Temperatura.**

La temperatura máxima promedio en el área de estudio es de 37 °C, en tanto que la temperatura promedio del mes más caliente es de 38 °C. La temperatura mínima extrema es de 18 °C.

**c) Precipitación pluvial.**

La estación de Cayo Arcas mostró una precipitación media anual de 334.5 mm. Las precipitaciones máximas se presentaron en los meses de agosto a octubre, siendo septiembre el mes que presentó los valores más elevados.

La precipitación pluvial máxima en el área de estudio es de 100 a 110 mm/h.

**d) Eventos climáticos extremos.**

El clima de la región está condicionado, básicamente, por el régimen de los vientos alisios que viran hacia el Sur, por la influencia de la barrera que forma la sierra madre oriental, buscando salida por la depresión del sistema de Tehuantepec. Asimismo, el régimen de vientos alisios se encuentra bajo la influencia del anticiclónico de los azores.

La velocidad de los vientos dominantes por periodos de un minuto bajo condiciones de tormenta es de aproximadamente 150 Km/h.

**• Nortes**

Los nortes se caracterizan por presentar una onda de deformación isobárica de norte a Sur, en conjunto con variaciones de presión atmosférica; al desplazarse las masas anticiclónicas de aire frío procedentes del polo norte hacia las regiones de baja presión, afectan al Golfo de México y áreas cercanas.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

Los fenómenos de los “nortes” se desarrollan normalmente entre octubre y marzo y cada año se presentan entre 15 y 20, con una duración de uno hasta cinco días. Los vientos frecuentemente exceden los 40 Km/h, creando mareas de tormenta que inundan las tierras bajas, erosionan playas y transportan sedimentos en diversas direcciones. Hay movimiento de arenas en las playas de dunas con una orientación de norte a Sur, progradando a las lagunas costeras situadas en sotavento. Aunque la altura de mareas es pequeña a lo largo del Golfo (<0.5m), es importante en las zonas de mezcla de ambientes estuarinos con movimiento de agua y sedimentos, particularmente en las desembocaduras fluviales, los esteros, brazos deltaicos y bocas de lagunas.

La circulación general de los vientos en el Golfo de México y en la Sonda de Campeche es anticiclónica y tiene su origen en el Atlántico Norte, la velocidad media es de 4 m/s. Los vientos dominantes provienen del este – sudeste durante la mayor parte del año, así mismo ocurren en otoño e invierno vientos del norte – noroeste y del este – noreste. La velocidad media con la que se presentan se encuentra dentro del rango de los 24 a los 55 m/s.

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Dirección predominante del viento: | Sudeste         |
| Promedio de velocidad:             | 4.3 m/s         |
| Velocidades máximas registradas:   | 120 a 135 Km/hr |

- **Huracanes**

El Golfo de México constituye un área favorable en el desarrollo de ciclones tropicales en el verano, mismos que son acompañados de oleaje y mareas de tormenta.

Los vientos generados por el poder destructivo de un huracán, son muy fuertes. Con velocidades de viento de 74 millas por hora en un huracán mínimo, hasta 155 millas por hora o más en un huracán catastrófico, la marejada se presenta debido al viento y las fuerzas de presión en un sistema tropical. En general, la marejada ocurre cerca y a la derecha de donde el centro del huracán hace su entrada a tierra. El área costera más peligrosa durante una marejada ciclónica es a lo largo de costas con elevación baja, las cuales permiten que el agua penetre tierra adentro o a través de bahías, lagos y ríos. El área típica afectada por la marejada es de aproximadamente 50 a 100 millas y dura varias horas con acumulaciones de lluvia asociadas al paso de un huracán de entre 5 y 10 pulgadas, lo que puede causar inundaciones extensas inclusive, tormentas tropicales relativamente débiles son capaces de producir grandes cantidades de lluvia, principalmente si el ciclón interactúa con frentes fríos y/o terreno montañoso.

## **Geología y geomorfología.**

### **a) Característica geomorfológica del área.**

El Golfo de México está dividido en 5 provincias ecológicas (Planicie de Florida Este, Planicie Texas-Louisiana, Planicie del Oeste de México, Bahía de Campeche, Península de Yucatán) y 11 provincias geológicas (Banco de Campeche, Terraza de Campeche,

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

Cañón de Campeche, Lomas Dómicas de Campeche, Cuenca Abisal Sigsbee, Llanura Sigsbee, Planicie Sigsbee, Banco Sigsbee, Cañón de Mississippi, Cañón de Soto, Cañón de Florida.

La Sonda de Campeche se localiza en la parte Sur del Golfo de México, entre dos provincias geológico-sedimentarias: al oeste la provincia "Bahía de Campeche" con sedimentos de tipo terrígeno-clástico proveniente del sistema fluvial (limo-arcillosa); y al este la provincia denominada "Banco de Campeche", caracterizada por sedimentos calcáreos provenientes de la plataforma carbonatada de Yucatán, que se extiende en un área de aproximadamente 90000Km<sup>2</sup> desde los 200m de profundidad hasta la línea de playa.

El Golfo de México forma parte de la placa americana y es un área geológicamente antigua que ha experimentado movimientos verticales descendentes es una cuenca intracratónica formada por hundimiento, cuya reducción y depresión se relacionan con el crecimiento de las plataformas carbonatadas de Campeche y Florida durante el Cretácico.

**b) Característica del relieve**

En lo referente al relieve submarino, hacia el extremo austral de la Sonda de Campeche, el aporte de sedimentos procedentes principalmente de los ríos Grijalva-Usumacinta ha acrecentado sobre la plataforma continental a una llanura deltáica submarina de amplitud moderada y sensiblemente cóncava, desde el litoral hasta los 80 m de profundidad, donde la pendiente se inflexiona y acentúa conforme se incrementa la profundidad. La configuración general de la superficie deltáica es convexa. Frente a la Barra de Santa Ana, el extremo exterior de la plataforma se localiza a 130 m de profundidad y a 46 Km del litoral. El gradiente del piso marino es moderado y varía desde 1:240 frente a la Barra de Santa Ana hasta 1:420 en la Punta Xicalango.

**c) Fisiografía**

El Golfo de México comprende a un conjunto de provincias y subprovincias fisiográficas que son consecuencia de su origen y evolución a partir del Triásico Superior; de la carga litostática subsidente que cubrió a la zona distensiva basamental que originó a la cuenca marina; de la presencia de extensos depósitos de sal precipitada durante el Jurásico Medio y que se movilizó diapíricamente desde el Terciario, a través de la columna estratigráfica del subsuelo hasta aflorar en el fondo marino actual.

**d) Susceptibilidad de la zona**

• **Sismicidad.**

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. La zona A es una franja donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una franja donde se han

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Mediante los datos obtenidos por el Servicio Sismológico Nacional, desde el año de 1995 a la fecha, únicamente se han registrado 8 eventos para el área de estudio y sus alrededores, todos ellos de magnitud 4.

- **Posible Actividad Volcánica.**

La actividad volcánica registrada en la zona es muy baja, ya que el Golfo de México se encuentra en estabilidad geomorfológica por lo que donde se localiza la obra no existe un riesgo de actividad volcánica.

### **Hidrología superficial**

#### **Golfo de México**

La zona recibe un importante aporte de agua dulce, ya que desembocan las descargas de los principales ríos de Norteamérica: la sección mexicana recibe el 60% de la descarga nacional de los ríos y tiene el 75% de la superficie de ambientes estuarinos; por parte de Estados Unidos, el Río Mississippi descarga un promedio de 580 Km<sup>3</sup> de agua dulce por año en el norte del Golfo de México y es responsable de cerca del 90 por ciento del influjo de agua dulce hacia el Golfo de México.

La superficie del Golfo de México, incluyendo el cuerpo de agua y los humedales costeros, de México y Estados Unidos, es 1,942,500 Km<sup>2</sup>. Sólo el cuerpo de agua tiene una superficie aproximada de 1,507,639 Km<sup>2</sup>. La profundidad promedio del Golfo es, 1,615 m, y el volumen de agua es aproximadamente 2,434,000 Km<sup>3</sup>).

#### **Embalses y cuerpos de agua**

Las condiciones de humedad han dado lugar a la formación de gran número de lagunas entre las que destaca la de Términos, cuya área aproximada es de 2,500 Km<sup>2</sup>; en sus alrededores se encuentran las de Puerto Rico, Carlos, Sitio Viejo, Chacajito, Panlao.

#### **Batimetría**

La Sonda de Campeche es una extensión marina de la cuenca Tabasco-Campeche. La estructura de la plataforma es compleja e indicada por largos pliegues paralelos al límite externo de la plataforma continental.

Cuenta con 3 isobatas, delimitando una porción de acuerdo a las profundidades norte y otra sur. Las aguas de la porción sur son someras, de tipo costero y la mayoría sobre la plataforma continental.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

---

### **Composición de los sedimentos**

La superficie de la plataforma de Tabasco y parte sur de Campeche es terrígena. En la región, frente a la Laguna de Términos se presenta el área de transición sedimentológica entre las provincias deltáica (al Occidente) y carbonatada (al Oriente) del Golfo de México.

### **Ciclo de mareas.**

Las mareas en el Golfo de México son predominantemente diurnas con excepción de la Sonda de Campeche. En Ciudad del Carmen la marea es mixta-diurna. El promedio del intervalo de mareas para el Sur del Golfo de México es de 0.48 m y la variación del nivel del mar anual promedio es de -0.0504 a +0.0892 m de acuerdo con las tablas de predicción de mareas del Instituto de Geofísica de la UNAM, periodo 1993 a 1996.

A pesar de que las mareas presentan amplitudes pequeñas, motivo por el cual no es un factor importante para la navegación, la desnivelación del mar genera transportes de masa relativamente fuertes, los cuales juegan un papel importante en el transporte de material en suspensión. A partir de la modelación numérica se concluye que la batimetría y la fuerza astronómica de marea son los factores que producen las modificaciones más fuertes en la configuración y desplazamiento de la onda de marea, así como de la circulación residual en el Golfo.

### **Corrientes.**

La circulación en el Golfo de México está determinada fundamentalmente por la variación interanual de la corriente de Lazo con influjo a través del canal de Yucatán siendo éste, el factor principal de renovación del agua en la capa superficial; esta corriente genera giros anticiclónicos. Estos anticiclones promueven la formación de ciclones de centro frío por fricción con aguas adyacentes o por colisión contra el talud continental occidental del Golfo. Se señala que al incrementarse la velocidad aumenta la penetración de la Corriente del Lazo hacia la costa oeste del Golfo, lo que forma meandros que posteriormente al disminuir la velocidad forman giros anticiclónicos que se desprenden y desplazan hacia el oeste, en dirección a las costas de Tamaulipas.

### **Área Natural Protegida.**

La laguna de Términos es clasificada por la CONABIO como una región marina prioritaria (área natural protegida), se encuentra localizada en las coordenadas 91.8417 longitud oeste y 18.6333 de longitud norte, al suroeste del estado de Campeche, en los municipios del Carmen, Palizada y Champotón. Cubre una superficie de 705,016 ha. La Laguna de Términos también es considerada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves y el 2 de febrero de 2004 ingresó a la lista de humedales RAMSAR.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.

## IV.2 Medio biótico

### IV.2.1 Flora.

- **Pastos Marinos.**

Los pastos marinos son productores primarios y juegan un papel importante para mantener el equilibrio en los ecosistemas costeros tropicales y aunque están sumergidos, sus hojas sobresalen del fondo y favorecen la retención, acumulación de sedimentos y el depósito de los restos calcáreos de los organismos que se albergan en ellos.

Esta comunidad vegetal es de gran importancia, al prevenir la erosión de las playas, mantener pesquerías viables y proteger a la comunidad arrecifal coralina. En las costas del Golfo de México están distribuidas siete especies de pastos marinos, siendo la más abundante *Thalassia testudinum*, conocida como ceibadal, zacate o hierba de tortuga. En sus praderas se reproducen y crían peces arrecifales y pelágicos, moluscos, langostas y otros organismos, dando cabida a una alta diversidad en formas de vida. Sobre sus hojas y tallos se distribuyen hidozoos, protozoos, serpúlidos, algas, esponjas, balanos y caracoles pequeños, que forman parte de la dieta de ciertos depredadores como otros moluscos, crustáceos, estrellas de mar, peces y otros animales ramoneadores que con su actividad facilitan la llegada de la luz a las plantas. También, asociados a sus raíces y a todo el nutritivo ambiente de su sustrato viven copépodos, poliquetos, nemátodos, bivalvos, crustáceos, holoturias y erizos, además de algas microscópicas llamadas diatomeas y de otros microorganismos capaces de degradar y enriquecer el detrito producido principalmente por la fragmentación de las hojas. Otros animales muy relacionados con los pastos marinos y que han tenido desde tiempos muy antiguos un interés económico para el hombre son los manatíes, que se alimentan en gran medida de las especies de pastos marinos, conocidas como hierba de manatí (*S. filiforme*) y zacate o hierba de tortuga (*Thalassia testudinum*). Por su parte, la tortuga verde, junto con algunas especies de peces ramoneadores (loros y cirujanos), también se alimenta de los pastos marinos.

- **Macroalgas.**

Las macroalgas son habitantes importantes de los litorales al formar parte de la base de la cadena trófica y al contribuir significativamente con oxígeno para la atmósfera. Las familias de algas existentes en la zona de estudio son:

- Bryopsidaceae
- Hamelidaceae
- Udotaceae
- Caulerpaceae
- Cladophoraceae
- Anadyomenaceae
- Siphonocladaceae
- Polyphysaceae
- Ulvellaceae
- Dasycladaceae

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

---

- Phaeophilaceae
- Gomontiaceae
- Monostromataceae
- Chordariaceae
- Dictyotaceae
- Ectocarpaceae
- Pilayallaceae
- Ralfsiaceae
- Scytosiphonaceae
- Sargassaceae

**Fitoplancton.**

El fitoplancton, componente vegetal del plancton con su carácter autótrofo, constituye el primer eslabón de la llamada “cadena alimenticia” y es responsable, en forma directa, de la productividad primaria. Su nivel de presencia en el mar puede servir como indicador de variaciones anormales en el medio. En el Golfo de México, existen dos grandes zonas muy importantes para la producción primaria. La primera abarca la parte Sur del Golfo, principalmente la Sonda de Campeche, la segunda se encuentra entre los Ríos Bravo y Mississippi.

El fitoplancton está constituido por células fotosintéticas que flotan en ambientes acuáticos y que utilizan luz y nutrientes inorgánicos disueltos para desarrollarse

El fitoplancton se ve disminuido en la región pelágica, con respecto a la zona más cercana a la costa; en la distribución vertical también disminuye proporcionalmente con la profundidad, excepto en las cotas de 40 y 100 m, en las cuales existen incrementos notables de individuos.

Los valores de células por litro fluctúan entre los límites impuestos de 138 000 como registro máximo y 1 000 como registro mínimo

**Algas bentónicas.**

La cubierta vegetal algal marina de México es muy variada pues en el territorio están representadas varias zonas fitogeográficas marinas, el número total de especies de algas marinas del Golfo de México es de 647, de las cuales 52 especies de algas pardas se ubican en México. En cuanto a la distribución de estas especies esta dada por la respuesta a factores como: temperatura, salinidad y sustrato. La lista de especies reportadas en el Golfo de México, tomadas de la publicación “*Una clave de campo de las algas pardas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe*”.

#### IV.2.2 Fauna acuática.

En general, la fauna marina de la zona de estudio suma 584 especies en los ambientes marinos como son plancton, necton y bentos. Los principales grupo taxonómicos en la zona son:

- Crustáceos
- Poliquetos
- Nemátodos
- Moluscos
- Peces
- Mamíferos
- Equinodermos
- Cnidarios
- Nemertinos
- Sipuncúlidos

#### Invertebrados.

- **Macrobentos**

Dentro de los macrobentos que habitan en el área de estudio, podemos encontrar especies de poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos.

Los componentes bénticos ocurren a lo largo de todo el gradiente batimétrico, desde la zona litoral hasta los abismos. La asociación del bentos, temporal o permanente, con el sustrato se presenta a través de las actividades de bioturbación, horadación, oxigenación y cementación del sedimento. Las interacciones con otras especies le permiten la subsistencia a lo largo del ciclo de vida.

De los resultados existentes de estudios del bentos en el Golfo de México se puede reconocer que existe una diversidad grande de ecosistemas y hábitats. Esta diversidad en escalas de ecosistemas, y paisajes permite extrapolar que en el Golfo de México existe una diversidad potencial elevada equivalente a la reconocida en hotspots terrestres de ambientes tropicales y subtropicales.

En la región de plataformas de extracción petrolera se encuentran distribuidas 35 familias de poliquetos, las cuales representan el 38, 50 y 60% de las registradas para el mundo, México y Golfo de México, respectivamente, así como 80 géneros y 144 especies, lo que representa aproximadamente el 24 % de las especies registradas en la Plataforma Continental Golfo de México.

El número de anélidos poliquetos asociado a plataformas petroleras en el sector externo de la plataforma continental en la Bahía de Campeche sostiene 14 especies de las familias Phyllodocidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae y Pilargidae, 14 de la familia Spionidae y seis más de las familias Orbiniidae y Cossuridae. Se encontraron un total de

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

135 especies de anélidos poliquetos en la gran diversidad y riqueza que caracteriza al área de estudio

**Microinvertebrados.**

- **Zooplancton**

El zooplancton está representado por numerosos protistas, crustáceos, moluscos, gusanos y gran cantidad de huevos y larvas de ictiofauna. De acuerdo con su tamaño, el zooplancton se ha dividido en diferentes categorías: macroplanktónicos (1 mm a 1 cm), como medusas y peces pequeños; microplankton, que varía de 60 micras a 1 mm e incluye dinoflagelados y los huevos de peces; nanoplankton, que varía entre 5 y 60 micras de tamaño y el aún más pequeño, ultraplankton, donde se encuentran los tamaños menores a 5 micras. En este grupo se hallan los flagelados muy pequeños, así como picoplankton el cual está constituido por células del tamaño de 0.2 a 2.0 micrones y que pesan alrededor de un picogramo.

En general, para la campaña SGM-9 se registraron 35 taxa. Los cladóceros, copépodos, decápodos, thaliáceos, gasterópodos y quetognatos constituyeron más del 91 %. Los copépodos fueron los más abundantes con valores alrededor del 30% de la abundancia total. Por otra parte, en las zonas terrígena y oceánica se registró el menor número de taxa 25 y 27, respectivamente; mientras que la mayor riqueza se encontró en las zonas de transición y carbonatada (31 y 34 taxa respectivamente).

- **Ictiofauna**

Puede considerarse que la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos es un ecosistema de alta diversidad de peces, como consecuencia de la gran adaptación morfofisiológica de ellos a un extenso ecosistema costero de alta heterogeneidad de hábitats, alta disponibilidad de alimento, microinvertebrados y otros peces y la integración de procesos físicos y biológicos a las estrategias reproductivas y alimentarias. Las especies encontradas son: *Charcharhinus limbatus*, *Sphyrna tuburo*, *Dasyatis americana*, *Dasyatis guttata*, *Dasyatis sayi*, *Gymnura micrura*, *Raja texana*, *Raja olsoni*, *Raja garmani*, *Raja senta*, *Malacoraja purpuriventralis*, *Rhinobatus lentiginosus*, *Narcine brasiliensis*.

**Ictiofauna de valor comercial**

La información fue obtenida del Diario Oficial de la Federación, 15 de marzo 2004, estudio estadístico de pesca, SAGARPA.

**Armado y Xlavita**

Las especies de armado y xlavita que se capturan en el Golfo de México son: armado (*Orthopristis chrysoptera*) y xlavita (*Algodon rhimboides*). Con las especies asociadas de mojarra blanca (*Diapterus auratus*), mojarra plateada (*Eucinostomus argenteus*), mojarra

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

de río (*Eucinostomus gula*), sargo amarillo (*Archosargus rhomboidalis*), postá o pollito amarillo (*Bairdiella chrysoura*), burro croco (*Pomadasys croco*), ronco listado (*Larimus fasciatus*), croca (*Leiostomus xanthurus*) y ronco rayado (*Bairdiella ronchus*). Cabe mencionar que la pesquería de armado en Campeche ha tendido a disminuir debido a una baja en el precio del producto.

### **Banderas y Bagres**

Las especies de banderas y bagres que se capturan en el Golfo de México son: bagre bandera (*Bagre marinus*), bagre (*Ariopsis felis*), bagre maya (*Ariopsis assimilis*) y bagre prieto (*Cathorops melanops*). Así como las especies asociadas: chile (*Synodus foetens*), chucho (*Aetobatus narinari*), raya del Golfo (*Raja texana*), raya grande, bala, manta (*Dasyatis americana*), diablo (*Rhinobatos lentiginosus*), serrano arenero, bolo (*Diplectrum formosum*), trucha blanca (*Cynosctrum arenarius*), aguavina (*Diplectrum radiale*), lenguado arenoso (*Syacium gunteri*) y chivo (*Upeneus parvus*).

Estas especies se encuentran en la zona costera del Golfo de México, siendo los estados de Campeche (15.01%) y Tabasco (71.9%), los principales productores. En la zona de Tabasco estas especies desovan desde la barra de Tupilco en el municipio de Paraíso hasta la desembocadura del río San Pedro, municipio de Centla.

### **Huachinangos y Pargos**

En el Golfo de México se capturan 13 especies objetivo de huachinangos y pargos, y 18 especies asociadas

La producción estatal del huachinango, entre 1991 y 2001, fue de 16.9% en Campeche y 16.7% en Tabasco, estos estados fueron los más productores después de Tamaulipas (33.3%).

### **Lisa y Lebrancha**

Las especies objetivo que se capturan en el Golfo de México son lisa (*Mugil cephalus*) y lebrancha (*Mugil curema*); las especies asociadas son: trucha pinta (*Cynoscion nebulosus*), trucha blanca (*Cynoscion arenarios*), corvina ocelada (*Sciaenops ocellata*), croca (*Leiostomus xanthurus*), gurrubata (*Micropogonias undulatus*), tambor (*Pogonias cromis*), sargo (*Archosargus probatocephalus*), mojarra blanca (*Diapterus auratus*), mojarra rayada (*Eugerres plumieri*), mojarra plateada (*Diapterus argentus*), ronco (*Conodon nobilis*), robalo (*Centropomus undecimalis*), chucumite (*Centropomus parallelus*), burriquete (*Anisotremus surinamensis*), guabina de río (*Eleotris pisonis*), ratón (*Menticirrhus* sp.), zorro (*Bairdiella* sp.) y tilapia (*Oreochromis* sp.).

### **Mero, Negrillo y Abadejo**

Las especies que se capturan en el Golfo de México son: mero (*Epinephelus morio*), negrillo (*Mycleroperca bonaci*), extraviado (*Epinephelus flavolimbatus*), chema

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

(*Epinephelus drummondhaly*), payaso (*Epinephelus adscensionis*), lenteja (*Epinephelus drummondhayi*), mero negro (*Epinephelus nigritus*), gallina (*Mycteroperca intersittialis*), payaso (*Epinephelus guttatus*), chema pinta (*Epinephelus niveatus*), cabrilla roja (*Cephalopholis fulva*), guacamayo (*Mycteroperca venenosa*) y abadejo (*Mycteroperca microlepis*). Las especies asociadas son: huachinango de castilla (*Lutjanus campechanus*), huachinango ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*), huachinango aleta negra (*Lutjanus buccanella*), pargo criollo (*Lutjanus analis*), pargo mulato (*Lutjanus griseus*), pargo perro (*Lutjanus jocu*), rubia (*Lutjanus synagris*), canané (*Ocyurus chrysurus*), boquilla (*Haemulon plumieri*), mojarras (*Calamus* sp.), besugo (*Rhomboplites aurorubens*), boquinete (*Lachnolaimus maximus*), corvinato (*Lopholatilus chamaeleonticeps*) y coronado (*Seriola zonata*).

### **Rayas y Mantas**

Las especies objetivo son: raya látigo blanca (*Dasyatis americana*), raya látigo de espina (*Dasyatis sabina*), raya látigo hocicona (*Dasyatis guttata*), raya (*Raja texana*), raya pinta (*Aestobatus narinari*), raya mariposa (*Gymnura micrura*), pez diablo (*Rhinobatus lentiginosus*), manta común (*Rhinoptera brasiliensis*), manta cubanita (*Rhinoptera bonasus*), raya eléctrica torpedo (*Narcine brasiliensis*) y raya coluda del Atlántico (*Himantura schmardae*). Las especies asociadas son: bandera (*Bagre marinus*), esmedregal (*Rachycentron canadum*), tiburón chato (*Carcharhinus falciformis*), tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), tiburón poroso (*Carcharhinus porosus*), tiburón martillo (*Sphyma tiburo*), tiburón martillo (*Sphyma lewini*), huachinango (*Lutjanus campechanus*), rubia (*Ocyurus chrysurus*), cazón (*Squalus cubensis*), tiburón tintorera (*Galeocerdo cuvier*), cazón de ley (*Rhizoprionodon terranova*), raya espina de estero (*Urolophus jamaicensis*), raya de papel (*Gymnura altavela*), raya cola de rata (*Gymnura micrura*) y raya tigre (*Raja texana*).

El desarrollo de rayas y mantas en el Golfo de México presentó un aumento desde el año 1990, en el cual se observa un despegue de la producción especialmente en Campeche, con 3000 toneladas. Sin embargo, en 1999 la producción disminuyó en todas las entidades. Es así que Campeche aporta el 33.5% de la producción total del Golfo de México, mientras que Tabasco aporta el 21.2 %.

### **Robalo y Chucumite**

Para los estados de Tabasco y Campeche se capturan las especies: robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) y chucumite (*Centropomus parallelus*); mientras que el robalo prieto (*Centropomus poeyi*) únicamente se captura en Tabasco.

La participación estatal de producción de robalo desde 1986 y hasta el 2001 fue de 24.2% en Tabasco y 23.1% en Campeche, por lo que estos son dos de los tres principales estados productores en el Golfo de México.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

### **Sardina**

Las especies objetivo son: sardina vivita de hebra (*Opisthonema oglinum*), sardina vivita escamuda (*Harengula jaguana*), sardina carapachona (*Harengula clupeiola*), sardina de escama fina (*Brevortia gunteri*) y sardina lacha (*Bervoortia patronus*). Las especies asociadas son: Anchoa legítima (*Anchoa hepsetus*), anchoa de caleta (*Anchoa mitchilli*), anchoa ojuda (*Anchoa lamprotaenia*), anchoveta rabo amarillo (*Cetengraulis edentulus*), bonito del Atlántico (*Sarda sarda*), macarela (*Scomber japonicus*), macarela salmón (*Elagatis bipinnulata*) y sardina (*Etrumeus teres*).

Para la producción de sardina en el Golfo de México, Campeche aporta solo el 2.2%, evidenciando una producción muy baja.

### **Sierra y Peto**

Las especies objetivos son el peto (*Scomberomorus cavalla*) y la sierra (*Scomberomorus maculatus*). Las especies asociadas son: cojinuda (*Carangoides bartholomaei*), tolete (*Sphyræna guachancho*), bonito (*Euthynnus alletteratus*), jurel negro (*Caranx lugubris*), cojinuda carbonera (*Carangoides ruber*), ronco (*Conodon nobilis*), cintilla (*Trichiurus lepturus*), pámpano (*Trachinotus carolinus*), palometa (*Trachinotus falcatus*), ratón (*Polydactylus octonemus*), cazón (*Rhizoprionodon terraenovae*), sargo (*Archosargus probatocephalus*), villajaiba (*Lutjanus sinagris*), jurel amarillo (*Caranx* sp.), zapatero (*Oligoplites saurus*), trucha blanca (*Cynoscion nothus*), trucha pinta (*Cynoscion nebulosus*), sabaleta (*Selar crumenophtalmus*), jorobado (*Selene* sp.), chema (*Epinephelus itajara*), rubia (*Ocyurus chrysurus*), pargo mulato (*Lutjanus griseus*), chopá negra (*Kyphosus sectatrix*), chopá amarilla (*Kyphosus incisor*), chac chi (*Haemulon plumieri*) y esmedralga (*Seriola* sp.).

La participación estatal para la pesca de sierra y peto (*Scomberomorus* sp.), entre 1986 y 2001 fue de 35.3% en Campeche y 18.8% en Tabasco, siendo dos de los principales productores en el Golfo de México.

### **Tiburones**

Las especies de tiburón que se capturan en el Golfo de México son: cazón de ley (*Rhizoprionodon terraenovae*), cazón cabeza de pala (*Shyma tiburo*), tiburón puntas de pala (*Carchartinus limbalus*), cazón canguay (*Carchartinus acronotus*), martillo (*Sphyma lewini*), tiburón chato (*Charchartinus leucas*), tiburón sedoso (*Carchartinus falciformis*), cazón espinoso (*Squalus cubensis*), cazón poroso (*Carchartinus porosus*), tiburón curro (*Carchartinus brevipinna*), cornuda grande (*Sphyma mokarran*), tiburón aleta de cartón (*Carchartinus plumbeus*), tiburón ángel (*Squatina dumerili*), tiburón prieto (*Carcharhinus obscurus*), tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*), tiburón azul (*Carcharthinus isidon*), cazón mamón (*Mustelus canis*), tintorera (*Galecerdo cuvieri*) y alecrín (*Isinus oxyrinchus*). La participación estatal de producción entre 1991 y 2001 fue de 22.4% para Campeche y 7.3% para Tabasco. Así, los estados que caen dentro del área de estudio aportan el 72% del total producido en todo el Golfo de México.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

## **Túnidos**

En el Golfo de México se captura, por flota mexicana, la especie *Thunnus albacares* o atún aleta amarilla. Las especies asociadas son: atún aleta negra (*Thunnus atlanticus*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), atún aleta azul (*Thunnus thynnus thynnus*), patudo (*Thunnus obesus*), tiburón puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), tiburón chato (*Carcharhinus leucas*), tiburón zorro (*Acopias superciliosus*), tiburón mako (*Isurus oxirynchus*), cazón (*Rhizoprionodon terranova*), pez vela (*Istiophorus albicans*), marlin (*Makaira* sp., *Tetrapturus* sp.) y pez espada (*Xiphias gladius*).

Entre 1982 y 1987, la captura fue de 772 toneladas considerando todos los estados del Golfo; el periodo comprendido de 1989 a 1991 fue de baja producción debido a la disminución del esfuerzo pesquero, registrando una captura promedio anual de 71 toneladas. A partir de 1992 y hasta el 2001 la captura aumentó con un promedio anual de 1000 toneladas y alcanzando un máximo de 1936 en 1999.

## **Tortugas Marinas**

Debido a los hábitos migratorios de estos reptiles y a su amplia distribución, dentro del área de estudio se pueden encontrar las siguientes especies de tortugas marinas: *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys kempii* y *Dermochelys corlaceae*.

## **Mamíferos marinos**

Del total de cetáceos reportados en aguas nacionales, alrededor del 75% se encuentra en el Golfo de México, ya sea por temporadas o de forma permanente. Las especies que habitan en la zona de Estudio son: *Cystophora cristata*, *Eubalaena glacialis*, *Balaenoptera acutorostrata*, *Balaenoptera boreales*, *Balaenoptera brydei*, *Balaenoptera edén*, *Balaenoptera musculus*, *Balaenopteraphy salus*, *Megapteranovae angliae*, *Feresa attenuata*, *Globicephaloma crohynchus*, *Grampus griseus*, *Lagenodelphis hosei*, *Orcinus orca*, *Peponocephala Electra*, *Pseudorca crassidens*, *Stenella attenuata*, *Stenella clymene*, *Stenella coeruleoalba*, *Stenella frontales*, *Stenella longirostris*, *Steno bredanensis*, *Tursiops truncatus*, *Kogia breviceps*, *Kogia simus*, *Physeter macrocephalus*, *Mesoplodon bide ns*, *Mesoplodon densirostris*, *Mesoplodon europaeus*, *Ziphus cavirostris* y *Trichechus manatus*

### **IV.2.3 Medio socioeconómico.**

#### **IV.2.3.1 Empleo temporal.**

La ubicación del gasoducto de 24" Ø x 0.5 Km, se encuentra ubicado en una zona marina, por lo que no existen elementos demográficos, de hábitat y/o servicios ambientales que pudieran ser modificados por el proyecto. En este apartado solo se hace mención de la fuente de empleo temporal que se originará durante la fase de construcción en la que el personal requerido quedará a cargo de la empresa constructora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

#### **IV.2.3.2 Beneficios económicos de la nación.**

El objetivo del proyecto es disponer de las obras del corto plazo con el fin de proveer de un crudo ligero marino (Producido por la RMSO) mezclado en línea con un crudo pesado (Producido por la RMNE), cuya flujo será utilizado para mantener la calidad y rendimientos del crudo obtenido, el cual cuenta con características similares al Crudo Maya (21° API). La finalidad de esto es mantener en el mercado internacional la exportación del petróleo crudo tipo Maya, mediante mezclas con crudos marinos más ligeros. En caso de no desarrollarse la obra se tendrían:

- Perdidas económicas en el mercado internacional a falta de exportación del petróleo crudo pesado, de 16 a 17 °API.
- Incumplimiento a los programas de exportación costa afuera de crudo Maya.
- Ajuste de pagos comerciales por incumplimiento en los parámetros de calidad del petróleo crudo tipo Maya.

#### **IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.**

La actividad predominante en el área de desarrollo del proyecto son aquellas destinadas a la actividad petrolera con marcada tendencia hacia la exploración y explotación de recursos petroleros y sus subactividades como la transportación marina de materiales, insumos y personal hacia las plataformas.

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia Ecológica Bahía de Campeche y en la Provincia geológica del Banco de Campeche, En la zona oceánica, donde se forman giros anticiclónicos y ciclónicos en la sonda de Campeche.

La Sonda de campeche se encuentra en un área de alta biodiversidad y al mismo tiempo una región de intensa expansión industrial costera que incluye puertos industriales y pesqueros, explotación petrolera e industria pesquera. Se han reportado más de 320 especies de peces y sobre esta alta diversidad inciden dos grandes tipos de explotación: la flota camaronera de arrastre y una flota artesanal o ribereña que opera sobre la plataforma continental.

El clima del entorno es Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y menor del 5 % de lluvia invernal (Amw). La temperatura máxima promedio en el área de estudio es de 37 °C, presión de 1012.5 milibares, humedad relativa del 100%, 50 grados de dirección del viento, 9 nudos de intensidad del viento y la intensidad del viento máximo es de 12.1 nudos, la precipitación media anual de 334.5 mm dato referido a la estación de Cayo Arcas.

En la zona los vientos dominantes provienen del norte, la velocidad máxima promedio mensual es de 7.5 m/s y la mínima promedio es de 2.2 m/s. La velocidad máxima por día de viento proviene del nornoroeste. Se tiene, a lo largo del año, una frecuencia alta de “calma” (42.6%); los vientos con dirección nornoroeste, sudoeste y sur predominan en la

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

región (3.7%), no se registran sismos ya que se ubica en la zona B que se clasifica como baja.

Los impactos negativos más relevantes o críticos se podrían ver reflejados en el lecho marino y en el habitat de especies bentónicas y el riesgo de un evento inesperado como alguna explosión, fuga e incendio, como resultado de las actividades durante operación del proyecto.

## **V. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

Para definir los posibles impactos ambientales generados por el desarrollo del presente proyecto se utilizará el Método de Evaluación Rápida de Impactos Ambientales (MERIA o RIAM) propuesto por Pastakia. El método emplea un sistema de puntuación dentro de una matriz que ha sido designada con juicios o criterios subjetivos y que permite un registro permanente de los argumentos. El análisis se realiza con base en criterios divididos en dos grupos (A) y (B), y en cuatro áreas ambientales (Físico/Químico, Biológico/Ecológico, Social/Cultural y Económico/Operacional). Este método dar un rápido y claro análisis de los mayores impactos.

### **V.1 Indicadores de Impacto**

- **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.**

Esta etapa cuenta con tres diferentes actividades que son la de tendido, dragado y construcción (instalación de los ductos ascendentes, válvulas SDV, trampa de diablos, de Abkatun-B y Abkatun-A para más detalle ver tabla II.5) de la tubería, con una duración de 4.5 meses aproximadamente.

A continuación se mencionan los posibles impactos, que pueden provocar algún cambio sobre el ambiente:

#### **Lecho marino**

De acuerdo con los estudios de geología y prospección geofísica reportan que los estratos superficiales en el área del proyecto se conforman por arcilla limosa sin presencia de estructuras arrecifales; durante las actividades de tendido y dragado de la tubería se removerá el sedimento en el área del lecho marino

#### **Agua**

Como resultado de las actividades durante esta etapa se generarán aguas residuales de uso doméstico así como aguas industriales (aceitosas) con una concentración mayor a 15 ppm, las cuales podrán afectar la calidad del agua local, siempre que no se realice el tratamiento adecuado, provocado por el efecto de eutrofización dado por el contenido de materia orgánica y detergentes que contienen nitrógeno y fosfatos.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

## **Aire**

La calidad del aire del ambiente local se puede afectar por la generación de monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), partículas (PT) e hidrocarburos (HC) no quemados, producto de los procesos de combustión interna (embarcaciones), lo que generará otro tipo de contaminantes secundarios como el Ozono, sumándose al aporte local de contaminantes. Sin embargo existirá dispersión de los contaminantes que estará en función de las condiciones meteorológicas de la región como: viento, precipitación, humedad haciendo que los volúmenes emitidos se dispersen hacia otras zonas que depende de la dirección de los vientos predominantes.

## **Biota acuática**

### **1. Fauna acuática**

La fauna presente en la zona donde se encuentra ubicado el proyecto no involucra la presencia de sistemas marinos sensibles como: a) arrecifes de coral, b) especies en peligro de extinción de acuerdo a los estudios de biodiversidad reportados en el Capítulo IV.

Derivado de las actividades de tendido y dragado se puede afectar la biota (peces, organismos bentónicos en los estados latentes y larvario) que se encuentran en esta zona, debido a la alteración del sustrato, provocando la migración de especies de hábitos nectónicos y la desaparición de comunidades sésiles.

### **2. Flora acuática.**

De acuerdo a los estudios de biodiversidad reportados y a las campañas oceanográficas (SGM), encontramos en la zona estudio comunidades de algas bentónicas y pastos marinos.

Estas no se verán afectadas de manera significativa ya que el método de tendido y dragado que va a emplear (Como se indico en el Capitulo II) evitará la alteración del hábitat; y por lo tanto la afectación al ecosistema original será mínima.

## **Residuos.**

Además de los residuos líquidos mencionados anteriormente, se producirán residuos sólidos orgánicos como desechos de alimentos y basura doméstica clasificados como residuos sólidos no peligrosos, estos pueden causar un impacto negativo sobre el paisaje si no se tiene un control adecuado de colecta y disposición.

Se generarán residuos sólidos peligrosos como envases de pinturas y solventes, removedor de grasas y aceites lubricantes, así como materiales impregnados con dichas sustancias, producto de las actividades en la construcción del oleoducto. Si hubiera un derrame accidental de residuos peligrosos o un mal manejo de estos se contribuiría al aporte de contaminantes inorgánico al agua y sedimento.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

### **Activación de la economía local**

Habrán requerimientos de servicios diversos para el traslado de personal (transporte terrestre), materiales e insumos que tendrán un efecto positivo en la economía local.

- **ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Por llevarse a cabo el transporte de hidrocarburo en un sistema cerrado (oleogasoducto), en esta etapa no tenemos impactos en condiciones normales de operación, aunado a esto las actividades relacionadas con la operación y mantenimiento quedan integradas en los planes y programas de las plataformas que interconecta.

Como se menciona en el Anexo A, durante la operación del oleogasoducto existe el riesgo de que se genere un accidente que provoque el derrame de petróleo, en este caso algunas especies de fauna, algas bentónicas, el lecho marino y la calidad del agua se podrá afectar.

Para este escenario, se generaría una dispersión de crudo, lo cual requiere de la implementación de actividades para controlar el derrame con la finalidad de reducir posibles impactos al sistema marino, los efectos se pueden como se pueden observar en los resultados del estudio Análisis de Riesgo del proyecto.

### **Ingresos económicos del país**

El transporte de la mezcla de crudo y gas repercutirá en la exportación del crudo de 21° con características similares al crudo tipo Maya, teniendo un efecto positivo en la economía del país.

### **Empleo**

La operación y mantenimiento del oleogasoducto para la transportación de la mezcla de crudo y gas generará pocas plazas ya sea de forma directa por efectos de contratación o asociadas a través de los servicios requeridos (abastecimiento de materiales e insumos, mantenimientos, recolección y manejo de residuos no peligrosos y peligrosos) siendo el impacto de carácter benéfico y mínimo.

- **ETAPA DE ABANDONO.**

### **Lecho marino**

Al concluir el tiempo de operación del oleogasoducto, será desmantelada la tubería sobrecubierta, los elementos que integran el ducto ascendente y la curva de expansión, así como se limpia el oleogasoducto enterrado por medio de corridas de diablos, se inundará y se sellarán los extremos, evitando al mínimo la remoción de sedimentos del área.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

## **IV.2 Valores de los componentes ambientales**

Se consideraron 13 componentes tomando como base las dimensiones del proyecto que consiste básicamente en la construcción de un Oleogasoducto DE 24" X 514.116 metros de la plataforma satélite Abkatun-B a la plataforma permanente del complejo Abkatun-A.

La matriz de identificación de impactos ambientales corresponde al análisis de cada una de las interacciones entre las actividades inevitablemente involucradas en el desarrollo del proyecto y los factores o atributos ambientales susceptibles de ser afectados por estar dentro de las áreas predeterminadas en dicha matriz.

Dentro de los componentes Físico/Químico se aprecia que el lecho marino (F/Q 2) será el más afectado durante la fase de construcción si no se toman las medidas de prevención y mitigación, los cuales serán tratados con mayor detalle en el capítulo VI.

Las variables biológicas B/E 1 (especies bentónicas) se verán impactadas durante la construcción de la obra. En las fases de operación y mantenimiento existe el riesgo de que ocurra un accidente por descontrol a causa de una fuga de la mezcla del Oleogasoducto (gas y crudo); éstas variables biológicas serán impactadas dependiendo del flujo, capacidad de control y eliminación del petróleo; patrón prevaleciente de corrientes; situación biótica, ecológica y ambiental imperante durante el evento en función de la estacionalidad (época de secas, lluvias y nortes) de las principales especies de organismos presentes.

Es notorio que las variables Social/Cultural directamente vinculadas a la construcción, y abandono del oleogasoducto serán beneficiadas por la demanda de empleos temporales y/o permanentes (S/C 1 y S/C 2) de acuerdo a los servicios requeridos del proyecto.

Los componentes Económico/Operacional que se desarrollan durante las fases: de construcción, operación, mantenimiento y la etapa de abandono, serán beneficiadas por el aporte de recursos económicos (E/0 1, E/0 2, E/03 E/0 4) y de los servicios (E/0 5) tan diversos que se requieren dadas las características de ubicación y operación en el medio marino.

Es así, que ante este marco se describe en el siguiente apartado el escenario ambiental modificado para cada componente ambiental que tiene relación con la ejecución del presente proyecto

## **IV.3 Descripción global de resultados**

Durante las etapas de construcción y operación del proyecto se generarán cambios positivos y negativos que van o pueden incidir de manera directa y/o indirectamente sobre la economía del País y al Ambiente. Con el fin de ver estos impactos de manera integral del análisis de la MERIA se generó una gráfica integrándose todos los componentes ambientales: Físico/Químico, Biológico/Ecológico, Social/Cultural y Económico/Operacional en las categorías empleadas por la evaluación.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

Los impactos negativos más críticos se ubican en la categoría de –A (cambio simple/impacto negativo), y los positivos más significativos se ubican en la categoría de C (cambio moderado/impacto positivo). A continuación se hace mención de los componentes ambientales que se ubicaron en cada categoría.

Dentro de la categoría de A (cambio simple/impacto positivo) encontramos un total de tres componentes ambientales entre ellos: dos Social/Cultural y uno Físicoquímico.

Dentro de la categoría de B (cambio/impacto positivo) encontramos un total de dos componentes ambientales Económico/Operacional

Dentro de la categoría de C (cambio moderado/impacto positivo) encontramos un total de un componente Económico/Operacional.

Dentro de la categoría de –A (cambio simple/impacto negativo) encontramos un total de siete componentes ambientales entre ellos: tres componentes Físico/Químico, dos componentes Biológico/Ecológico y dos Económico/Operacional.

En general los impactos negativos son sobre el medio biótico y abiótico durante el desarrollo de la obra principalmente en la etapa de construcción. El único evento que ocasionaría cambios considerables en el ambiente, es el provocado por un accidente, que pudiera resultar en un derrame de hidrocarburos, por ello, PEP cuenta con los mecanismos apropiados para prevenir y mitigar cualquier tipo de accidente en la zona marina, lo que ha permitido que en más de 20 años no se haya registrado un derrame masivo de hidrocarburo como el ocasionado por el pozo Ixtoc. Con base en la evaluación de impactos ambientales, medidas de mitigación y de acuerdo a la dimensión del proyecto se puede establecer que es viable el desarrollo de este.

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas en Condiciones Normales de Operación.**

Las distintas medidas de mitigación tienen diferentes modos y costos de implementación, siendo las más sencillas y económicas las que tienen relación con aspectos no estructurales y funcionales/organizativas, y las más complejas y costosas las medidas estructurales.

Las medidas de mitigación están definidas con las políticas que establece PEP a través de su sistema de administración en materia de seguridad y protección ambiental, que señala las siguientes premisas:

- PEP cuenta con mecanismos, programas y planes de respuestas ante contingencias ambientales.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

- Establecer metas y objetivos precisos y medibles que permitan dar seguimiento a la gestión de la empresa en esta materia, al asignar los recursos necesarios para lograrlo.
- Fomentar en sus empleados y funcionarios la responsabilidad de la protección del medio ambiente, por lo que proporciona la capacitación y autoridad necesaria para el logro de los compromisos ambientales de la empresa.
- Evaluar permanentemente el efecto de sus actividades sobre el ambiente, a través de diagnósticos.
- Promover el diálogo con las autoridades y grupos de interés para definir de manera concreta objetivos de protección ambiental y lograr su consecución.
- Colaborar con las autoridades para el establecimiento de ordenamientos en materia de protección ambiental que tengan repercusiones en las operaciones de la empresa.
- PEP, implantó un programa de prevención de la contaminación durante el desarrollo de sus actividades, cuya base se soporta en el cumplimiento de la presentación de las manifestaciones de impacto ambiental, adhesión de la empresa al programa nacional de industria limpia, para cada nuevo proyecto conforme a lo establecido en la LGEEPA.
- Observancia de los instrumentos de regulación establecidos por la SEMARNAT, como por ejemplo: el registro como empresa generadora de residuos peligrosos, bitácoras de manejo de residuos peligrosos, manifiestos de transporte de residuos peligrosos, títulos de concesión para descargas de aguas residuales, en la etapa de construcción del oleogasoducto.
- En este contexto, la ejecución de la estrategia de implantación de las medidas de mitigación se encuentra planeada con anterioridad, por ello la mayoría de las medidas de este proyecto, son de carácter preventivo y aquellas de carácter correctivo se describen para atender casos de accidentes, los cuales son poco probables.
- Traslado y/o rescate de ejemplares de vegetación y fauna (en caso de derrame).

**IV.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por accidentes.**

Las medidas para este tipo de impactos son de carácter preventivo (prevención) y correctivo (minimización y restauración). Para las primeras, desde el diseño se consideran sistemas de seguridad al proceso, tales como:

- Sistemas automáticos de control de las variables de operación.
- Sistema de paro de emergencia (ESD).

Para las acciones de carácter correctivo de igual manera se dispone con equipo instalado en las plataformas, planes y procedimientos, que permiten la supresión de la consecuencia en menor tiempo y de forma local; en el supuesto caso que el accidente pase a otras fases II o III, la Subdirección de la Coordinación de Servicios Marinos de Pemex Exploración y Producción, en Ciudad del Carmen y la Terminal Marítima Dos Bocas, dispone con 36 equipos recuperadores de hidrocarburos de tecnología actual, que suman una capacidad nominal de 2,480 ton/hr. También dispone con 2,700 m de barrera



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

confinadora mediana y 6,000 m de barrera oceánica, así como con 11 tanques de almacenamiento flotantes que suman una capacidad total de 640 ton., además de 1,000 ton de capacidad a bordo del BCI "Sagitario".

A continuación se presentan medidas de **prevención y mitigación** en forma general:

- 1 Aplicar el plan según sea el caso de acuerdo a la escala del accidente:
  - Plan de Contingencias de Petróleos Mexicanos, Exploración y Producción en la Región Marina
  - Plan Nacional de Contingencias para Controlar y Combatir Derrames de Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas en el Mar.
  - Planes de contingencia de plataformas.
- 2 Ejecutar el programa de simulacros conforme al plan aplicable.
- 3 Recuperación mecánica del hidrocarburo, el tiempo de respuesta debe ser inmediato y tan cerca del origen del derrame como sea posible, con objeto de recolectar la mayor cantidad de aceite que contenga compuestos volátiles.
- 4 El hidrocarburo recuperado deberá ser manejado conforme a los procedimientos internos de PEP.

### **VI.3 Impactos Residuales.**

Los impactos negativos en los diferentes ámbitos ambientales serán amortiguados aplicando las medidas preventivas y de mitigación mencionadas anteriormente. Con esto se disminuirán los impactos residuales en la instalación y operación del oleogasoducto.

Los efectos que permanecerán en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación en los diferentes componentes: Especie Bentónicas y Lecho marino, son los siguientes:

- a) Agua: No habrá impactos residuales ya que todos los efluentes recibirán un tratamiento adecuado antes de ser vertidos al mar, tal como se mencionan en el capítulo II del presente estudio.
- b) Lecho Marino: Habrá una modificación permanente del lecho marino respecto a su forma original, sin embargo, dada la recuperación del mismo medio, dicha modificación es mínima, a excepción de la presencia del ducto marino que estará en el fondo del mar por toda la vida útil del proyecto (20 años).
- c) Especies Bentónicas: En el momento de llevar a cabo el dragado como consecuencia se removerán algunas especies sedentarias y sesiles, en el cual no se puede se realizará alguna medida preventiva o de mitigación solo se puede dragar las dimensiones específicas, con la finalidad de no alterar innecesariamente otras zonas y consecuentemente el hábitat de las especies

## VII. PRONOSTICO AMBIENTAL

### VII.1 Pronóstico del Escenario

El presente proyecto contribuirá al transporte de hidrocarburos en el Activo Integral Abkatun Pol-Chuc que presenta un horizonte de operación al menos de 20 años. Para la construcción del Oleogasoducto de 24" de 514.116 m de longitud, se tomarán en cuenta los puntos arriba mencionados, no obstante, se tendrán algunos efectos adversos al ambiente que se pueden eliminar con medidas de mitigación, y otros que se pueden evitar aplicando medidas preventivas.

El proyecto contribuirá al fortalecimiento económico del país al ajustar los parámetros de operación de la batería del centro de proceso Abkatun-D al ser enviada la producción de la plataforma Abkatun-B hacia Abkatun-A. Posteriormente se manejará una corriente producto del mezclado del crudo extrapesado de 13 °API (estabilizado) con el crudo pesado de 21 °API (estabilizado) mezclado previamente en línea con el crudo ligero de 32 °API, esto permitirá evitar la quema de combustibles fósiles durante el proceso de deshidratación y reducirá el contenido de agua entre el 3 al 15 % en la mezcla que será transportada a la Terminal Marítima Dos Bocas

### VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental.

El objetivo del programa de vigilancia ambiental es detectar a través de los oportunos controles las posibles desviaciones de los impactos previstos con la suficiente antelación para poder adoptar las medidas correctivas necesarias que eviten daños graves o irreparables en el ambiente.

Para conocer cuales son las condiciones ambientales que prevalecen y poder evaluar los cambios que se generan a mediano y largo plazo en el sistema marino costero por las actividades petroleras, la Gerencia de Seguridad, Protección Ambiental y Calidad, (GSIPAC), ha implementado desde hace más de siete años un programa de monitoreo en la zona de plataformas y áreas costeras del Sur del Golfo de México, entregándose los resultados anualmente a la SEMARNAT.

Debido a que la obra se ubica en instalaciones en operación del Activo Integral Abkatun Pol Chuc el monitoreo ambiental que se realiza a través de las campañas oceanográficas es aplicable para conocer los posibles cambios derivados de la instalación y operación de este oleogasoducto.

Actualmente se está llevando a cabo el procesamiento de datos obtenidos durante la campaña oceanográfica SGM-10, realizada en el 2005. El cual tiene como objetivo principal generar información ambiental en forma sistemática y continua sobre los componentes marinos y costeros del suroeste del Golfo de México, como apoyo para la planeación del desarrollo a largo plazo de las actividades de PEMEX Exploración y Producción.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

---

### **VII.3. Conclusiones.**

El Proyecto de la construcción del Oleogasoducto de 24" X 514.116 m se desarrollará en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México, en observancia de lo establecido en el artículo 4 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.

Proyecto plantea específicamente actividades de transporte de hidrocarburos, durante un horizonte de 20 años, en el período del 2006 al 2026, contribuyendo al fortalecimiento económico del país al ajustar los parámetros de operación de la batería del centro de proceso Abkatun-D al ser enviada la producción de la plataforma Abkatun-B hacia Abkatun-A, se evitará la quema de combustibles fósiles durante el proceso de deshidratación y reducirá el contenido de agua entre el 3 al 15 % en la mezcla que será transportada a la Terminal Marítima Dos Bocas.

Como resultado global de la matriz MERIA se tienen 7 impactos negativos contra 6 positivos. Dentro de los impactos negativos más críticos están: 1) F/Q1 Calidad del Agua 2) F/Q2 de Lecho Marino, 3) B/1 de Especies Bentónicas. De los positivos de mayor peso: 1) E/O 2 Mejoras de Recurso, y 2) E/O 3 Reserva Nacional.

Para evitar los impactos al ambiente durante todas las fases de construcción, puesta en marcha y operación, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- El oleogasoducto será instalado y operado bajo los más altos estándares de calidad de tal forma que se evitará el riesgo de una fractura.
- Se contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo del oleogasoducto, para evitar el riesgo de una perforación por corrosión y colocación de ánodos de sacrificio.
- Aplicación de tecnologías por parte de la compañía contratista y PEMEX para el tratamiento y disposición final de desechos sólidos, residuos de diversos tipos y productos de la operación en todas las etapas del proyecto.
- Aplicación de análisis a intervalos frecuentes por parte de la compañía constructora dentro de las barcasas y durante la etapa de construcción, para la verificación de la calidad del agua donde sea aplicable la NOM-001-SEMARNAT-1996.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

"LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO:

**CONSTRUCCIÓN DE OLEOGASODUCTO DE 24" Ø X 0.5 Km DE LA PLATAFORMA SATELITE ABK-B A LA PLATAFORMA ABK-A PERMANENTE E INTERCONEXIONES A INSTALACIONES EXISTENTES, INCLUYE SUMINISTRO, PROTECCIÓN, LASTRADO, TENDIDO, PRUEBAS HIDROSTÁTICAS"**

BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTICULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

**PROMOVENTE O REPRESENTANTE.**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

---

**CONSULTOR**

NOMBRE:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

REGISTRO SEDUE

---



SUBDIRECCIÓN DE LA COORDINACIÓN DE SERVICIOS MARINOS  
GERENCIA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN  
SUBGERENCIA DE INGENIERIA DE PROYECTOS



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.

RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN DEL ESTUDIO

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

RESPONSABLE TÉCNICO DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO DE RIESGO:

NOMBRE:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO: SEPTIEMBRE DEL 2006.

# **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, PROMOVENTE Y RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **PAGINAS**

|   |     |
|---|-----|
| <b>1.1 PROYECTO</b> .....   | I-1 |
| 1.1.1 Nombre del Proyecto .....   | I-1 |
| 1.1.2 Ubicación del Proyecto .....  | I-1 |
| 1.1.3 Tiempo de Vida Útil del Proyecto.....   | I-3 |
| 1.1.4 Presentación de la documentación del predio .....                             | I-3 |
| 1.1.5 Estudio de Riesgo .....   | I-3 |
| <b>1.2 PROMOVENTE</b> .....   | I-3 |
| 1.2.1 Nombre o Razón Social .....   | I-3 |
| 1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC).....                                 | I-3 |
| 1.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal .....                                  | I-3 |
| 1.2.4 Dirección del Promovente .....  | I-3 |
| <b>1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO<br/>AMBIENTAL</b> ..... | I-4 |
| 1.3.1 Nombre o Razón Social .....   | I-4 |
| 1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....                               | I-4 |
| 1.3.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio .....                              | I-4 |
| 1.3.4 Dirección del Responsable del Estudio.....                                    | I-4 |

## **FIGURA:**

|   |     |
|---|-----|
| Figura I.1. Delimitación del Área de Estudio..... | I-2 |
|---|-----|

## 1.1 PROYECTO.

Derivado de los planes de negocio que Pemex Exploración y Producción (PEP) que tiene para la exportación de crudo ligero marino, se encuentra en proyecto la **Construcción de un Oleogasoducto Submarino de 24" de diámetro x 0.5 Km de la plataforma satélite ABK-B a la plataforma ABK-A permanente e interconexiones a instalaciones existentes, incluye suministro, protección, lastrado, tendido y pruebas hidrostáticas**, con la finalidad de transportar el hidrocarburo de la plataforma satélite Abkatun-B hacia la plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A, lo que permitirá ajustar los parámetros de operación de la batería del Centro de Proceso Abkatun-D a los requerimientos de las corrientes de hidrocarburos del proyecto crudo ligero marino, así como restituir la flexibilidad operativa del manejo de gas entre los Centros de Proceso Abkatun-A y Abkatun-D.

Además al transportar el hidrocarburo a través de este oleogasoducto para ser procesado en Abkatun-A, permitirá continuar ofreciendo al mercado internacional en los años siguientes crudo de tipo MAYA. Para lograr conservar esta calidad se tiene la necesidad de utilizar crudo ligero semiestabilizado, deshidratado, y desalado.

Uno de los insumos fundamentales para lograr una buena deshidratación es tener las mezclas a una temperatura arriba de 45° C. Para mantener esta temperatura en el proceso sin utilizar quema de combustibles fósiles que implicarían contaminar nuestra atmósfera, se aprovechará la temperatura que se tiene en la mezcla de hidrocarburos proveniente de los campos que interconectan con Abkatun-B, permitiendo con esto recuperar volúmenes y temperaturas suficientes en el Centro de Proceso para sacar adelante la producción nacional de crudo. Así mismo el proceso de deshidratación que se lleva a cabo en este centro de proceso reducirá el contenido de agua entre el 3 al 15 % en la mezcla que será transportada a la Terminal Marítima Dos Bocas.

En la **Figura I.1**, se puede ver a detalle el área de trabajo donde se interconectará el ducto submarino.

### 1.1.1 Nombre del Proyecto

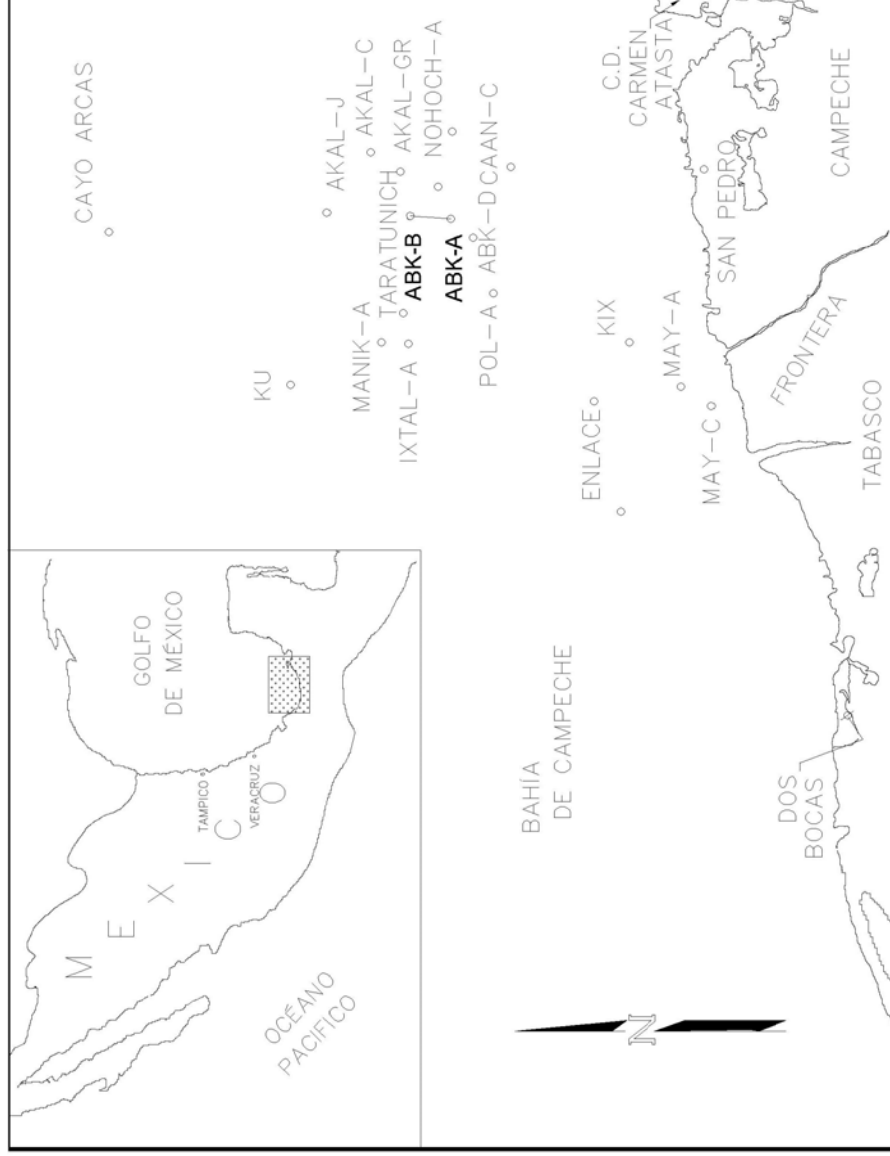
Construcción de Oleogasoducto de 24"  $\varnothing$  x 0.5 km de la plataforma satélite Abk-B a la plataforma Abk-A permanente e interconexiones a instalaciones existentes, incluye suministro, protección, lastrado, tendido y pruebas hidrostáticas

### 1.1.2 Ubicación del Proyecto

El Oleogasoducto tiene su origen en la Plataforma satélite Abkatun-B y finaliza en la plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A.

Las plataformas mencionadas se ubican en el Activo Integral Abkatun-Pol-Chuc de la Región Marina Suroeste de la Sonda de Campeche. En la Figura I.1 se muestra la zona de estudio y la ubicación de las plataformas Abkatun-B y Abkatun-A con respecto a otras plataformas del activo y a la República Mexicana.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO MODALIDAD PARTICULAR.**



S/E

## PLANTA DE LOCALIZACIÓN

**Figura I.1.** Ubicación de las plataformas Abkatun-A y Abkatun-B



### 1.1.3 Tiempo de Vida Útil del Proyecto

El Proyecto se llevará a cabo en 3 etapas, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del oleoducto

La construcción comprende actividades como son: dragado, tendido y construcción del Oleoducto. La duración total de estas actividades es de 4 meses y medio aproximadamente.

La Etapa de Operación y Mantenimiento se estima que durara hasta el año 2026, por lo que se considera un tiempo de vida útil del oleoducto de alrededor de 20 años.

### 1.1.4 Presentación de la documentación del predio

La zona del proyecto se localiza en mar territorial (Sonda de Campeche) concesionado por el Ejecutivo Federal a Petróleos Mexicanos para la realización de actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, de acuerdo a lo prescrito por la Ley Reglamentaria, en los párrafos 4° y 5° del Artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo

### 1.1.5 Estudio de Riesgo

Dentro de este Manifiesto de Impacto Ambiental se presenta en el Anexo A un estudio de Análisis de Riesgo basado en el procedimiento de la Región Marina Suroeste (RMSO) como lo establece el Artículo 17 y 18 de la LGEEPA en materia de evaluación de Impacto Ambiental.

## 1.2 PROMOVENTE

### 1.2.1 Nombre o Razón Social

PEMEX Exploración y Producción. Región Marina Suroeste. Activo Integral Abkatun-Pol-Chuc.

### 1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

PEP-9207167XA

### 1.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

### 1.2.4 Dirección del Promoviente

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA  
LFTAIPG

### 1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 1.3.1 Nombre o Razón Social

*Instituto Mexicano del Petróleo*

#### 1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

IMP-650823397

#### 1.3.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

**CURP:**PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

**RFC:** PROTEGIDO POR LA  
LFTAIPG

#### 1.3.4 Dirección del Responsable del Estudio

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### PAGINAS

|            |  |               |
|------------|--|---------------|
| <b>2.1</b> | <b>INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>  | <b>II - 1</b> |
| 2.1.1      | Naturaleza del proyecto.....   | II - 1        |
| 2.1.2      | Selección del sitio.....   | II - 1        |
| 2.1.3      | Ubicación física del proyecto y planos de localización.....                                    | II - 2        |
| 2.1.4      | Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....    | II - 3        |
| 2.1.5      | Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....                               | II - 3        |
| 2.1.5.1    | Urbanización del área.....   | II - 3        |
| 2.1.5.2    | Área Natural Protegida.....  | II - 4        |
| 2.1.5.3    | Descripción de servicios requeridos.....   | II - 4        |
| <b>2.2</b> | <b>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....</b>   | <b>II - 5</b> |
| 2.2.1      | Programa general de trabajo.....   | II-11         |
| 2.2.2      | Preparación del sitio.....   | II-11         |
| 2.2.3      | Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....                             | II-11         |
| 2.2.4      | Etapa de Construcción.....   | II-15         |
| 2.2.5      | Etapa de operación y mantenimiento.....  | II-22         |
| 2.2.5.1    | Programa de operación.....   | II-22         |
| 2.2.5.2    | Programa de mantenimiento.....   | II-22         |
| 2.2.6      | Descripción de obras asociadas al proyecto.....  | II-24         |
| 2.2.7      | Etapa de abandono del sitio.....   | II-24         |
| 2.2.8      | Utilización de explosivos.....   | II-25         |
| 2.2.9      | Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera..... | II-26         |
| 2.2.9.1    | Generación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.....                                | II-26         |
| 2.2.9.2    | Generación, manejo y descarga de aguas negras.....   | II-31         |
| 2.2.9.3    | Generación y Emisiones a la Atmósfera.....   | II-31         |
|            | REFERENCIAS.....   | II-33         |

### FIGURA:

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Figura II. 1. | Ubicación del oleogasoducto desde la plataforma Abk-B hacia Abk-A.....                              | 2  |
| Figura II. 2. | Uso actual del sitio del proyecto.....  | 3  |
| Figura II. 3. | Perfil de la Trayectoria del Oleogasoducto de 24"Ø X 0.5 km.....                                    | 6  |
| Figura II. 4. | Curvas de Transición del Oleogasoducto de 24"Ø X 0.5 km.....  | 7  |
| Figura II. 5. | Perfil de Oleogasoducto en el Cruce con líneas 23, 36 y 40.....                                     | 8  |
| Figura II. 6. | Detalle constructivo de ducto ascendente en la plataforma Abkatun-B Perforación ø=24" (salida)..... | 9  |
| Figura II. 7. | Detalle constructivo de ducto ascendente en la plataforma Abkatun-A Permanente ø=24" (llegada)..... | 10 |
| Figura II. 8. | Barcaza Convencional de Tendido de tubería.....   | 16 |
| Figura II. 9. | Procedimiento para Izaje y Tendido de la Tubería.....   | 17 |

|  |    |
|--|----|
| Figura II. 10. Anclas de Fijación .....                                      | 18 |
| Figura II. 11. Procedimiento para enterrado de la Tubería.....               | 20 |
| Figura II. 12. Procedimiento para terminación de Tendido de la Tubería ..... | 20 |

**TABLA:**

|  |       |
|--|-------|
| Tabla II.1. Programa de actividades general del trabajo de la obra. ....                     | II-12 |
| Tabla II.2. Programa de actividades desglosado del Tendido del<br>Oleogasoducto. ....        | II-12 |
| Tabla II.3. Programa de actividades desglosado del Dragado del<br>Oleogasoducto. ....        | II-13 |
| Tabla II.4. Programa de actividades desglosado de la Construcción del<br>Oleogasoducto. .... | II-14 |
| Tabla II.5. Condiciones de operación.....  | II-22 |
| Tabla II.6. Procedimientos para la Inspección y Mantenimiento de Ductos de<br>PEP. ....      | II-23 |
| Tabla II. 7. Residuos Peligrosos y su Clasificación en el CRETIB. ....                       | II-26 |

## 2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 2.1.1 Naturaleza del proyecto

Actualmente la producción de la plataforma satélite Abkatun-B (33,000 BPD) llega a la plataforma permanente del centro de proceso Abkatun-D a través del ducto de 24" x 4.031 Km, desde donde es enviada por el ducto habilitado (Gasoducto de alta) de 36" x 3.97 Km hacia la plataforma de enlace del centro de proceso Abkatun-A, para ser enviada a la batería de permanente para su separación de fases, bombeo y compresión. La intención del proyecto es que existan las condiciones para poder enviar la producción de Abkatun-B hacia la plataforma permanente del centro de proceso Abkatun-A mediante la construcción de un Oleogasoducto de 24" x 514.116 m, lo que permitirá ajustar los parámetros de operación de la batería del Centro de Proceso de Abkatun-D a los requerimientos de las corrientes de hidrocarburos del proyecto crudo ligero marino, así como restituir la flexibilidad operativa de manejo de gas entre los centros de proceso Abkatun-A y Abkatun-D (**PEP. Bases de Usuario, 2006**) (Ver **Figura I.1**). Con ello se evitará la quema de combustibles fósiles durante el proceso de deshidratación y reducirá el contenido de agua entre el 3 al 15 % en la mezcla que será transportada a la Terminal Marítima Dos Bocas.

### 2.1.2 Selección del sitio.

Se definió el sitio para la construcción del Oleogasoducto por ser la opción de ingeniería más adecuada en función de la operación y la distancia de las plataformas Abkatun-B y Abkatun-A.

Los criterios que se tomaran en cuenta y que pudieran beneficiar al proyecto se dividen en ambientales, técnicos y socioeconómicos, los cuales se describen a continuación:

Los criterios ambientales más importantes son:

- La zona donde se llevará a cabo la instalación del ducto es considerada como un área de actividad petrolera por la presencia de múltiples ductos e instalaciones.
- El sitio no se encuentra cercano a ninguna zona ambiental sensible (comunidades de arrecifes coralinos) o área natural protegida.

En cuanto a los criterios técnicos se podrían mencionar los siguientes:

- Mayor seguridad operativa.
- Incrementa la recuperación de hidrocarburos de los campos.
- Mantiene una continuidad operativa de los campos.
- Fácil adaptación de las instalaciones existentes.

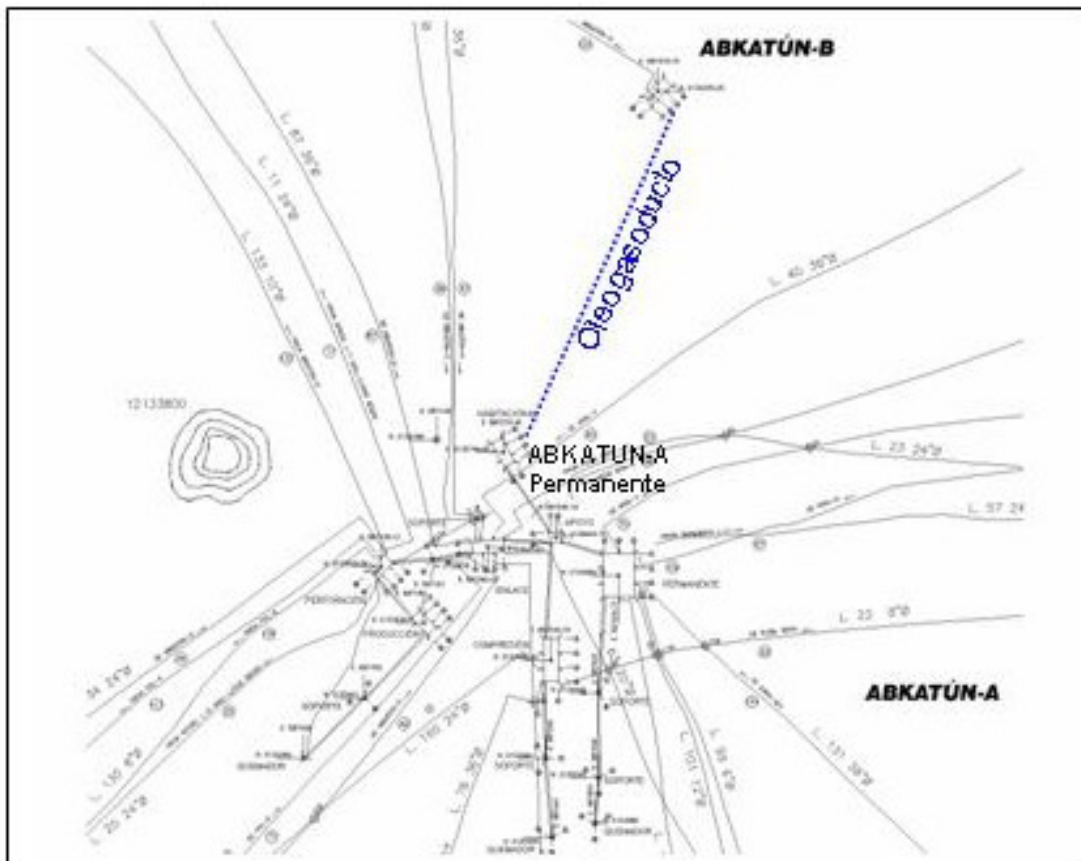
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .MODALIDAD PARTICULAR.

Los criterios socioeconómicos a considerar:

- Apoyo de primer orden en las aportaciones al Gobierno Federal, en la generación de divisas y en el empleo.
- Amplia disponibilidad de la expropiación de petróleo.

### 2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El proyecto se llevará a cabo en la Sonda de Campeche localizada en el Golfo de México, el oleogasoducto se construirá en la Zona Económica Exclusiva (definida así en la Ley Federal del Mar). En la **Figura II.1** se muestra la localización del oleogasoducto desde su salida de la plataforma satélite Abkatun-B hasta su llegada a la plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A.



**Figura II. 1.** Ubicación del oleogasoducto desde la plataforma Abk-B hacia Abk-A.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .MODALIDAD PARTICULAR.

### 2.1.4 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Donde se pretende desarrollar el Proyecto es un área de uso exclusivo para la industria petrolera mexicana, el tráfico marítimo que existe en el área consiste en embarcaciones relacionadas con esta misma industria; sin embargo, no se ha restringido el tráfico para otras actividades, donde la pesca juega un papel importante.

De acuerdo con la resolución A.527 emitida por la Organización Marítima Internacional (OMI) y ratificado por el Gobierno Mexicano, se validó internacionalmente un "Sistema de Control de tráfico Marítimo en el Golfo de México", esto corresponde a los límites de las líneas negras, los recuadros son el resultado del acuerdo intersecretarial 117 ( Ver **Figura II.2**), donde se establece un área restringida para la navegación de embarcaciones no petroleras alrededor de las instalaciones de la Sonda de Campeche. El objetivo es garantizar la seguridad del personal, instalaciones y terceros en caso de accidentes, terrorismo o sabotaje, dada la función vital de la producción de hidrocarburos dentro de la economía nacional.

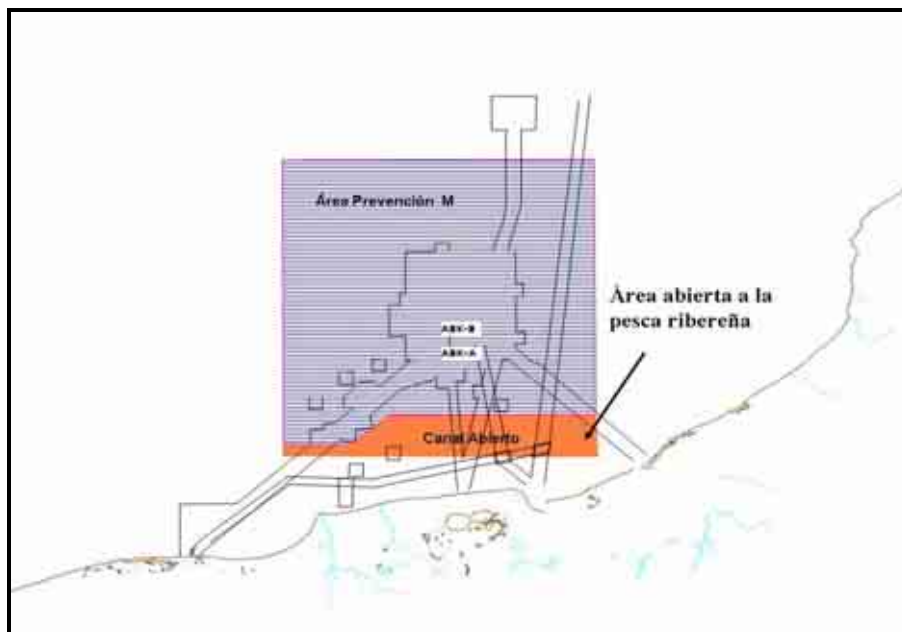


Figura II. 2. Uso actual del sitio del proyecto.

### 2.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

#### 2.1.5.1 Urbanización del área.

Debido a que las instalaciones contempladas en el proyecto consisten de plataformas marinas ubicadas en mar abierto, no es necesario realizar urbanización alguna del área.

### 2.1.5.2 Área Natural Protegida

Como ya se mencionó anteriormente el área del proyecto se localiza en Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y al oeste de la Sonda de Campeche, por lo tanto se encuentra alejado de Áreas Naturales Protegidas de competencia federal o estatal, tales como el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna De Términos” y Pantanos de Centla (aproximadamente a 49 km. del vértice más cercano a la costa). El sitio de instalación del proyecto no está considerado como un área natural protegida.

### 2.1.5.3 Descripción de servicios requeridos.

Los servicios utilizados durante la etapa de construcción y la de abandono son proporcionados por barcas de la compañía contratista que cuentan con energía eléctrica, agua potable, infraestructura sanitaria, transporte de personal y materiales.

La energía eléctrica será generada por la propia embarcación, en tanto que el agua potable se tiene una capacidad de almacenamiento para un periodo de aproximadamente 15 días y se tiene la capacidad de producir agua potable a través del agua de mar mediante la planta potabilizadora instalada en la embarcación y pudiendo ser posible abastecerse a través de otra embarcación en caso de ser requerido. En referencia al servicio de hospedaje, la embarcación cuenta con cabinas y servicio de alimentación, lavandería y sanitarios para el personal.

Para el servicio de transporte, tendrá acceso al área: a) vía marítima ya sea a través de lanchas de transporte de personal ó a través de la propia embarcación y b) vía aérea (helicóptero) empleando los servicios del Activo.

a) Acceso vía marítima.

El acceso del personal y transporte de material por vía marítima a las plataformas se realizará con embarcaciones localizadas en puertos y terminales marítimas de los estados de Campeche y Tabasco (**SCT, 2002**).

b) Acceso vía aérea.

El acceso del personal y transporte de material podrá realizarse también por vía aérea, a través de helicóptero, los cuales también se pueden utilizar en situaciones de emergencia. Se cuenta con dos helipuertos de entrada localizados en Cd. del Carmen, Campeche y Dos Bocas, Tabasco, respectivamente.

Durante la etapa de operación no se presentara movimiento en el área.



## 2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El Ducto submarino constará de una longitud de 514.116 m. desde el punto de salida de la plataforma Abkatun-B hasta el punto de llegada de la plataforma permanente de Abkatun-A. Además se compone el proyecto de 2 curvas de expansión (1 para cada plataforma) y los ductos ascendentes hacia cada una de las plataformas.

La tubería quedara sobre el lecho marino aproximadamente 250 m y el resto quedara enterrada (250 m aproximadamente) a lo largo de su trayectoria a un 1 m de profundidad del lecho marino hacia el paño superior de la tubería. (Ver Figura II-3).

La superficie del lecho marino que será dragada es aproximadamente de 152.40 m<sup>2</sup> a lo largo de la trayectoria del Oleogasoducto, considerando como ancho el diámetro de 24" del tubo por 250 m de longitud.

En la **Figura II.3**, se presenta el perfil de la trayectoria del oleogasoducto de 24" X 514.116 m, esto se puede apreciar en el plano ABK-1-Q-200 "**ALINEAMIENTO DE TUBERÍA SUBMARINA DE 24"Ø DE LA EST. 0+000 A EST. 0+514.116**".

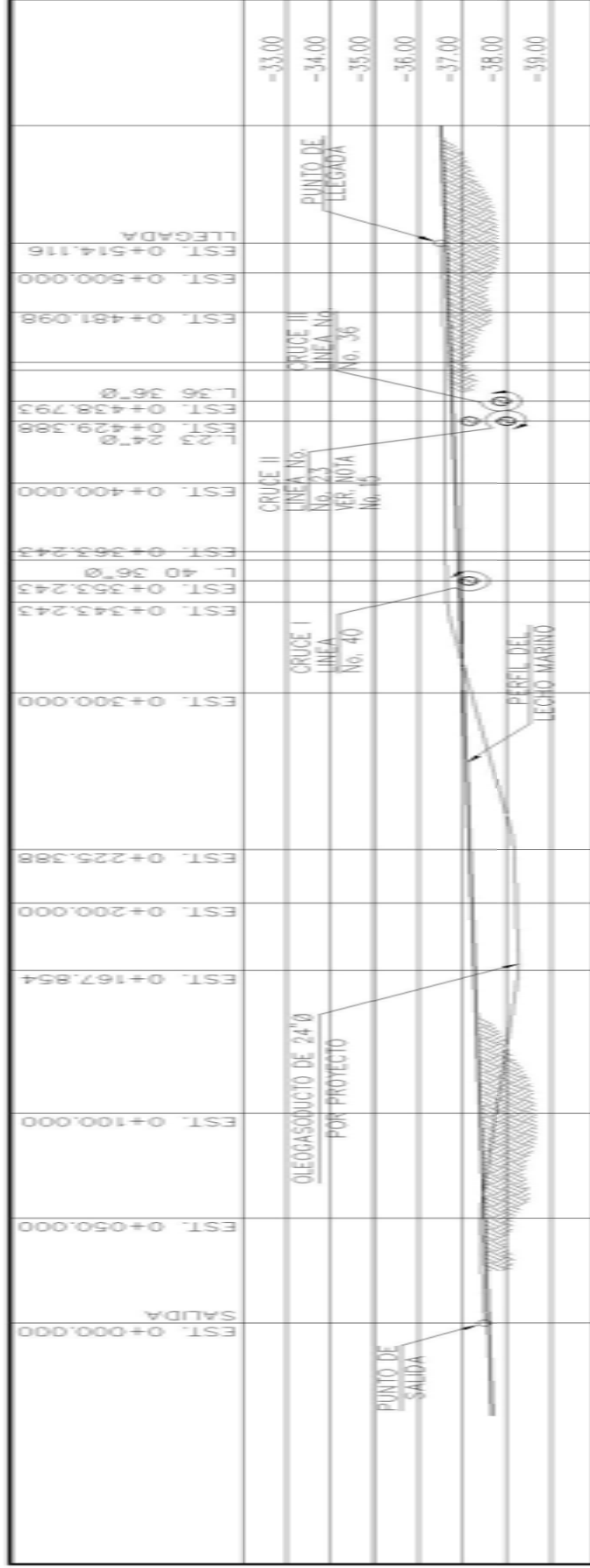
En su trayectoria el ducto submarino se cruza con líneas existentes, el cruce I es con la línea 40, el cruce II con la línea 23 y el cruce III con la línea 36. Cada cruce consta de 2 curvas de transición de inicio y final del cruce. El ducto además consta una curva de transición de salida en la plataforma Abkatun-B como se puede observar en la **Figura II.4**.

En cada uno de los cruces se colocarán elementos protectores a base de sacos de arena/cemento de 1 X 0.5 X 0.2 m entre la línea existente y el oleogasoducto en construcción. El acolchonamiento del cruce I se encuentra a sobre el lecho marino, el cruce II tiene 1 m de profundidad y el cruce III 0.89 m enterrado, esto se puede observar y en la **Figura II.5**. y en el plano ABK-1-Q-300 "**DETALLE DE LOS CRUCE SUBMARINOS CON LAS LÍNEAS 23, 36 Y 40**".

En la **Figura II.6**, se presenta el detalle del ducto ascendente de 24" y la localización de la salida de la plataforma de perforación de Abkatun-B, como se puede apreciar en el plano ABK-1-Q-201 "**DETALLE CONSTRUCTIVO DE DUCTO ASCENDENTE EN LA PLATAFORMA ABK-B PERFORACIÓN Ø=24" (SALIDA)**".

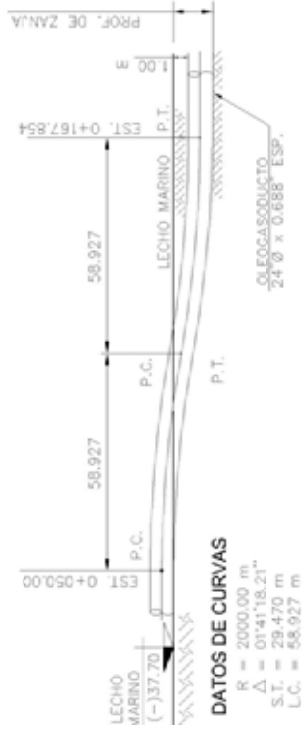
En la **Figura II.7**, se presenta el detalle del ducto ascendente de 24" y la localización de la llegada a la plataforma permanente de Abkatun-A, como se puede apreciar en el plano ABK-1-Q-203 "**DETALLE CONSTRUCTIVO DE DUCTO ASCENDENTE EN LA PLATAFORMA ABK-A PERMANENTE Ø=24" (LLEGADA)**".

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**Figura II. 3.** Perfil de la Trayectoria del Oleogasoducto de 24" Ø X 0.5 km.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**CURVA DE TRANSICIÓN EN LA SALIDA**

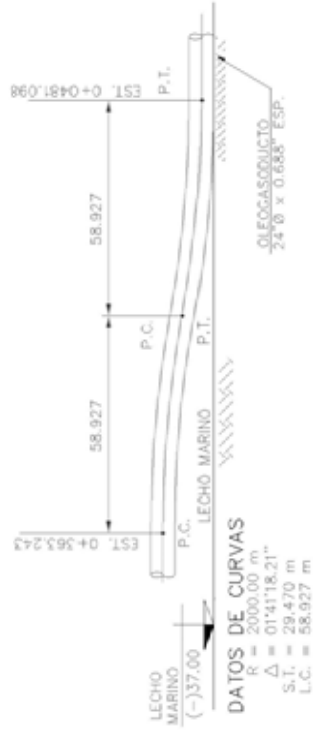
SIN/ESC.



**CURVA DE TRANSICIÓN EN INICIO DEL CRUCE**

SIN/ESC.

| PUNTO         | ESTACIÓN  | COORDENADAS U.T.M. |               | CARACTERÍSTICAS               |
|---------------|-----------|--------------------|---------------|-------------------------------|
|               |           | X                  | Y             |                               |
| SALIDA        | 0+000.000 | 587,447,165        | 2'134,161,316 | SALIDA EN ABR-B PERFORACIÓN   |
|               | 0+100.000 | 587,435,510        | 2'134,061,998 |                               |
|               | 0+200.000 | 587,423,855        | 2'133,962,679 |                               |
| CRUCE No. I   | 0+300.000 | 587,412,201        | 2'133,863,361 | CRUCE CON LINEA 40. 36"Ø. F/S |
|               | 0+353.243 | 587,405,995        | 2'133,810,481 |                               |
| CRUCE No. II  | 0+400.000 | 587,400,546        | 2'133,764,042 | CRUCE CON LINEA 23. 24"Ø      |
| CRUCE No. III | 0+429.388 | 587,397,120        | 2'133,734,855 | CRUCE CON LINEA 36. 36"Ø      |
|               | 0+436.793 | 587,396,024        | 2'133,725,514 |                               |
| LLEGADA       | 0+500.000 | 587,388,891        | 2'133,664,724 | LLEGADA EN ABR-A PERMANENTE   |
|               | 0+514.116 | 587,387,245        | 2'133,650,704 |                               |

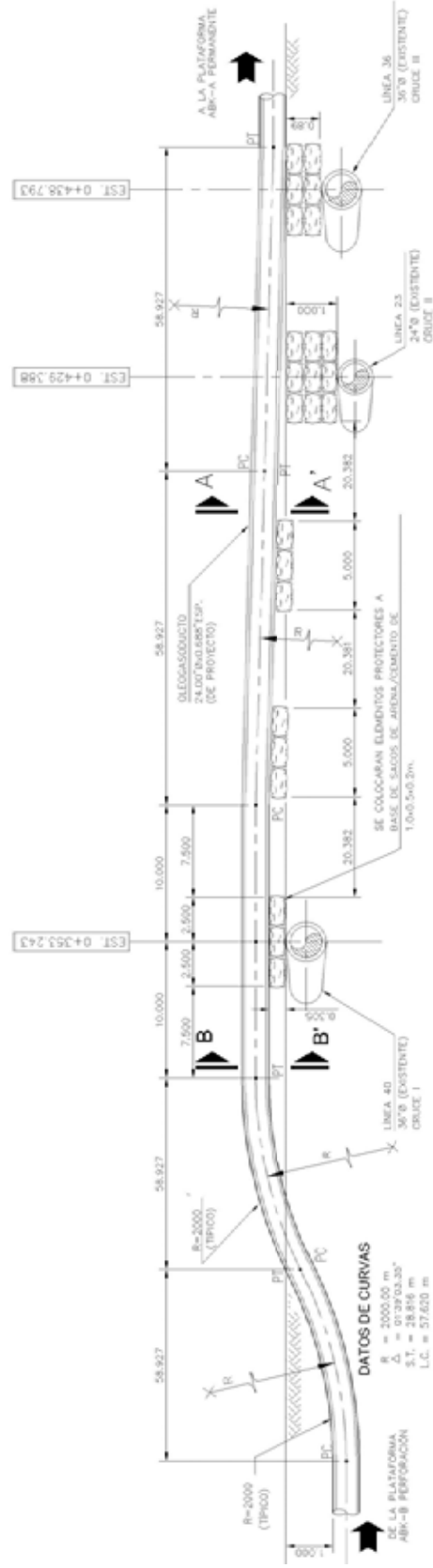


**CURVA DE TRANSICIÓN EN FINAL DEL CRUCE**

SIN/ESC.

**Figura II. 4.** Curvas de Transición del Oleogasoducto de 24"Ø X 0.5 km.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**PERFIL DE LÍNEA DE PROYECTO EN EL CRUCE CON LAS LÍNEAS EXISTENTES**

8m ESCALA

**Figura II. 5. Perfil de Oleogasoducto en el Cruce con líneas 23, 36 y 40.**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

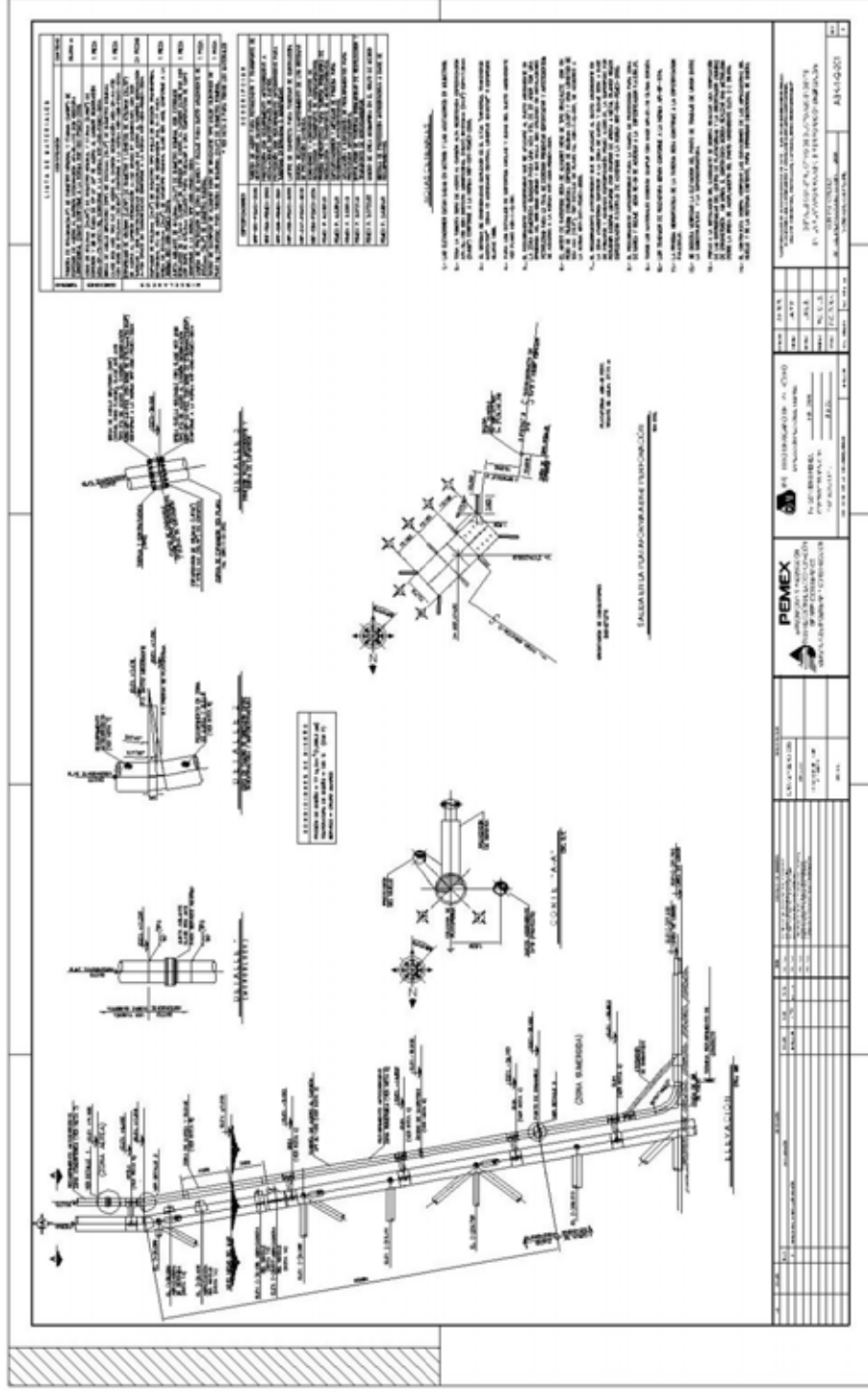


Figura II. 6. Detalle constructivo de ducto ascendente en la plataforma Abkatun-B Perforación  $\phi=24"$  (salida)".

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

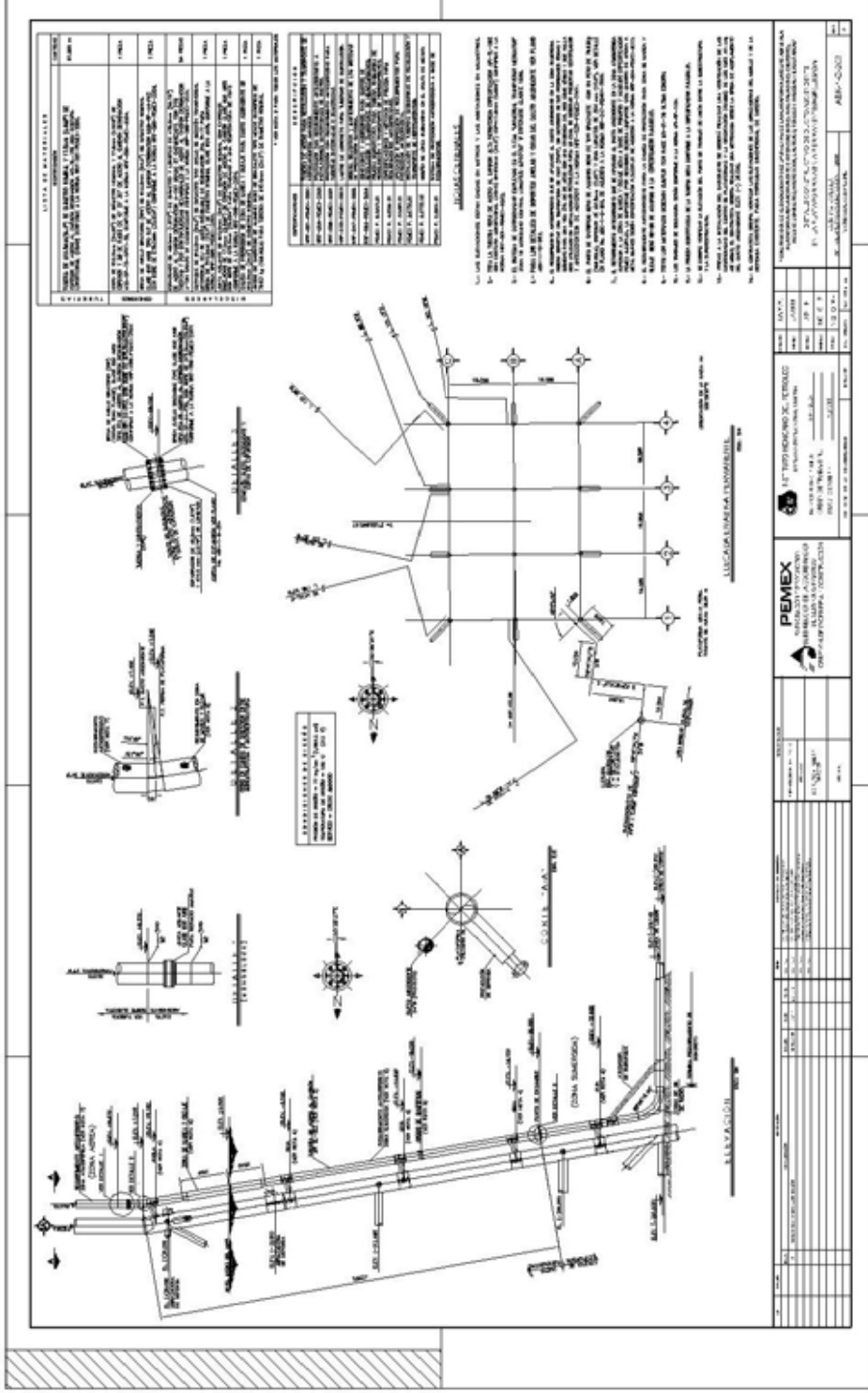


Figura II. 7. Detalle constructivo de ducto ascendente en la plataforma Abkatun-A Permanente  $\phi=24"$  (llegada).

## 2.2.1 Programa general de trabajo.

PEMEX Exploración contratará los servicios para la ejecución del PROYECTO, dicha contratación se realizará bajo el concepto de Procura y Construcción, la cual incluye desde la adquisición y traslado de materiales hasta la construcción de una o varias obras (ductos), hasta la instalación, pruebas y arranques de las mismas.

Para realizar las actividades de tendido, dragado y construcción del proyecto se contara con la participación de 3 embarcaciones con una duración aproximada de 4 meses y medio (134 días naturales aproximadamente). El programa general se presenta en la **Tabla II.1**.

De la **Tabla II.2** a la **Tabla II.4** se presenta las actividades desglosadas por Tendido, Dragado y Construcción del oleogasoducto de 24”.

## 2.2.2 Preparación del sitio.

Antes de iniciar la construcción del oleogasoducto, una cuadrilla de buzos especializados realizará una inspección visual para localizar y/o eliminar algún obstáculo superficial en el lecho marino con el apoyo de la grúa o la barcaza.

Para la instalación de líneas submarinas se requiere que el derecho de vía esté despejado de obstáculos para tender las líneas y posteriormente iniciar el dragado y enterrado de la línea, para lo cual se requiere de la utilización de barcasas especializadas (barcasas de tendido).

## 2.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

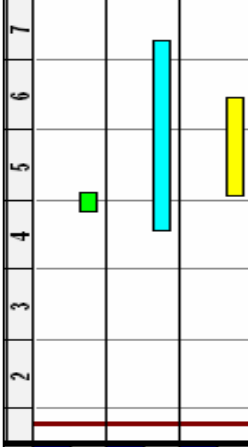
La obra de construcción se llevará a cabo en una sola etapa por lo que no hay obras o actividades temporales. El personal que será requerido tendrá acceso al área vía marítima en transporte específico por parte de la compañía constructora; y si en su caso se requiere hacer uso de las instalaciones de PEMEX como plataformas habitacionales se emplearán solo durante el desarrollo de la obra.

No es necesaria la instalación temporal de almacenes, talleres, y/o oficinas ya que la embarcación que emplee el contratista encargado de la construcción del ducto deberá contar con toda esta infraestructura.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla II.1.** Programa de actividades general del trabajo de la obra.

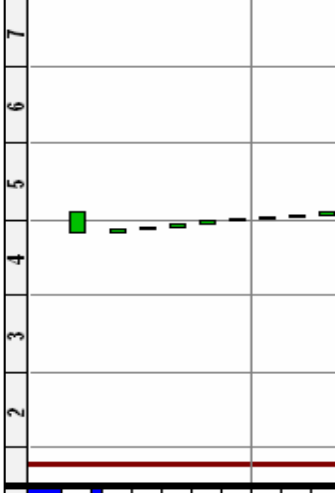
| PART | ID | Actividad                           | Orig Dur | Días  | Inicio | Final |
|------|----|-------------------------------------|----------|-------|--------|-------|
|      |    | <b>+ 1 EMBARCACIÓN TENDIX</b>       |          |       |        |       |
|      |    |                                     | 194      | 8.10  |        |       |
|      |    | <b>+ 2 EMBARCACIÓN DRAGADO "</b>    |          |       |        |       |
|      |    |                                     | 1,998    | 83.30 |        |       |
|      |    | <b>+ 3 EMBARCACIÓN CONSTRUCCIÓN</b> |          |       |        |       |
|      |    |                                     | 1,029    | 42.94 |        |       |



Fuente: Condux

**Tabla II.2.** Programa de actividades desglosado del Tendido del Oleogasoducto.

| PART | ID      | Actividad                                       | Orig Dur | Días | Inicio | Final | EMBA |
|------|---------|---|----------|------|--------|-------|------|
|      |         | <b>1 EMBARCACIÓN TENDIX</b>                     |          |      |        |       |      |
|      |         |   | 194      | 8.10 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3A | LEV/TRANS/POSI ABK-A PERM INST/CABL MUERT/PNAS  | 33       | 1.38 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3B | REPOSIC BZA PUNT/INIC TENDIDO LIN REG           | 25       | 1.04 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3C | TENDIDO DE LINEA DE 24"Ø X 0.500 KM (40 J.TAS)  | 33       | 1.38 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3D | ABANDONO LINEA Y RETIRO DE CABLE                | 25       | 1.04 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3E | LEVADO ANCLAS TRANSIT A ABK-A PERM              | 12       | 0.50 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3F | POSICIONAM BZA PARET CABLE MUERTEO              | 21       | 0.88 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3G | RETIRO CABLE DE MUERTEO                         | 12       | 0.50 |        |       | 1    |
| 393  | 3930-3H | REALINEAMIENTO EXTREMO LINEA REGULAR 24"Ø ABK-A | 33       | 1.38 |        |       | 1    |



Fuente: Condux



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla II.3. Programa de actividades desglosado del Dragado del Oleogasoducto.**

| PART                         | ID      | Actividad  | Orig Dur | Días  | Inicio | Final | EMBA |
|------------------------------|---------|--|----------|-------|--------|-------|------|
| <b>2 EMBARCACIÓN DRAGADO</b> |         |  |          |       |        |       |      |
|                              |         |  | 1,998    | 83.30 |        |       | 2    |
| 407                          | 4070-3A | INSTAL ABRAZAD'S GUÍAS PICUR Y DUC DE 24"Ø ABK-A | 57       | 2.38  |        |       | 2    |
| 406                          | 4060-3A | INSTAL ABRAZAD'S ANCLA DUC/ASC DE 24"Ø ABK-A PER | 17       | 0.71  |        |       | 2    |
| 408                          | 4080-3A | INSTAL BASE DEFENSA DUC/ASC PNA 1A ABK-A PERM    | 23       | 0.96  |        |       | 2    |
| 404                          | 4040-3A | INSTAL ABRAZAD'S PICUR Y DUC DE 24"Ø ABK-B       | 57       | 2.38  |        |       | 2    |
| 403                          | 4030-3A | INSTAL ABRAZAD ANCLA PIDUC ASC DE 24"Ø ABK-B     | 17       | 0.71  |        |       | 2    |
| 405                          | 4050-3A | INSTAL BASE DEFENSA DUC/ASC PNA 1A ABK-B         | 27       | 1.13  |        |       | 2    |
| 01 al 48                     | 0010-3A | TRASPAL/INST DE MAT'S SPOOLS, ACC'S PLAT ABK-B   | 177      | 7.38  |        |       | 2    |
| 57 al 78                     | 0570-3A | TRASP/INST MAT'S ESTR-REFZ-VOLAD-SUB TAB CTR VAL | 66       | 2.75  |        |       | 2    |
| 80 al 96                     | 0800-3A | DESMANTELAM E INST SOPORTERIA PLATAF ABK-B       | 116      | 4.83  |        |       | 2    |
| 128 al 133                   | 1280-3A | DESMONTRE/INST/REGISTRAD PRESIÓN, ACC'S Y SOPORT | 15       | 0.63  |        |       | 2    |
| 135 al 136                   | 1350-3A | RELOCALIZ/2 TANQ DEPURAD GAS AMARGO              | 51       | 2.13  |        |       | 2    |
| 137                          | 1370-3A | RELOCALIZ/PAQ INYECC QUÍMIC                      | 39       | 1.63  |        |       | 2    |
| 138                          | 1380-3A | RETRO TANQUE ALMACENAMIENTO DE QUÍMICOS          | 9        | 0.38  |        |       | 2    |
| 139 al 176                   | 1390-3A | TRASP/AL/INST DE MAT'S RED CONTRINCEND           | 39       | 1.63  |        |       | 2    |
| 399                          | 3990-3A | DRAGADO LINEA REGULAR 24"Ø KP-0+50-KP-0+343.24   | 24       | 1.00  |        |       | 2    |
| 398                          | 3980-3A | DRAGADO DE LINEA EXISTENTE # 23 DE 24"Ø          | 27       | 1.13  |        |       | 2    |
| 400                          | 4000-3A | DRAGAD CAJONS ACOLCH CRUCS CULIN EXIS L-23,36,40 | 255      | 10.63 |        |       | 2    |
| 401                          | 4010-3A | ACOLCHONAMIENTO DE APOYO A LINEA REGULAR         | 39       | 1.63  |        |       | 2    |
| 336 al 390                   | 3360-3A | TRASP/AL/INST DE MAT'S RED CONTRINCEND           | 38       | 1.58  |        |       | 2    |
| 177 al 233                   | 1770-3A | TRASP/AL/INST DE MAT'S SPOOLS, ACC'S PLAT ABK-A  | 597      | 24.88 |        |       | 2    |
| 242 al 255                   | 2420-3C | TERMINACION INSTALACION CANTILIVER P/IRAMPA DIAB | 120      | 5.00  |        |       | 2    |
| 256 al 261                   | 2560-3C | INST/SUBINV OPERAC VALV/SDV 24"Ø BAJO PTE TETRAP | 8        | 0.33  |        |       | 2    |
| 263 al 281                   | 2630-3A | DESMANTELAM ESTRUC/INST SOPORT PLATAF ABK-A      | 54       | 2.25  |        |       | 2    |
| 402                          | 4020-3A | PRUEBA HIDROSTÁTICA LIN SUBM TRAMPA-TRAMPA       | 74       | 3.08  |        |       | 2    |
| 239 al 240                   | 2390-3A | PRUEBAS HIDROSTÁTICAS LINS SOBICUBETA PLAT ABK-A | 26       | 1.08  |        |       | 2    |
| 54 al 55                     | 0540-3A | PRUEBAS HIDROSTÁTICAS LINS SOBICUBETA PLAT ABK-B | 26       | 1.08  |        |       | 2    |

Fuente: Condux

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**
**Tabla II.4. Programa de actividades desglosado de la Construcción del Oleogasoducto.**

| PART                              | ID      | Actividad  | Orig Dur | Días  | Inicio | Final | EMBA |
|-----------------------------------|---------|--|----------|-------|--------|-------|------|
| <b>3 EMBARCACIÓN CONSTRUCCIÓN</b> |         |  |          |       |        |       |      |
|                                   |         |  | 1,029    | 42.94 |        |       | 3    |
| 396                               | 3960-3E | LEV/TRANSROLADO ANCL Y POSIC ABK-A               | 27       | 1.13  |        |       | 3    |
| 396                               | 3960-3F | TOMA METROLOGÍA P/INST CURVA EXP EN ABK PERM     | 36       | 1.50  |        |       | 3    |
| 396                               | 3960-3G | DESC A LM ALINEAC CURVA EXP INTROD ABRAZAD GUIA  | 23       | 0.96  |        |       | 3    |
| 396                               | 3960-3H | EMBRIDAJE CURVA EXP CON EXTR LIN REG ABK-A PERM  | 71       | 2.96  |        |       | 3    |
| 396                               | 3960-3I | RET PUNTEMB DRAG/ACOLCHON BAJO EMBRID C.E.L.R    | 51       | 2.13  |        |       | 3    |
| 394                               | 3940-3A | INST DUCTO ASCEND Y EMBRID C/CIJUREXP ABK-A PERM | 99       | 4.13  |        |       | 3    |
| 405                               | 4050-3B | INSTALAC DE PROTECTOR DE DUCTO ASCEND EN ABK-A P | 39       | 1.63  |        |       | 3    |
| 256 al 261                        | 2560-3A | INST/SUBNIV OPERAC VALVSDV 24"Ø BAJO PTE TETRÁP  | 27       | 1.13  |        |       | 3    |
| 242 al 255                        | 2420-3A | INSTALAC CANTILEVER PARA TRAMPA DE DIABLOS       | 99       | 4.13  |        |       | 3    |
| 335                               | 3350-3A | INSTALAC DE TRAMPA DE DIABLOS                    | 39       | 1.63  |        |       | 3    |
| 289                               | 2890-3A | INSTALAC DE VÁLVULA SDV                          | 39       | 1.63  |        |       | 3    |
| 288                               | 2880-3A | INSTALAC DE VÁLVULA SDV                          | 38       | 1.58  |        |       | 3    |
| 395                               | 3950-3A | LEV/TRANS/POSIC ABK-B P/INST CURVA EXP           | 29       | 1.21  |        |       | 3    |
| 395                               | 3950-3B | POSICIONAM BZA P/INSTALAC DE CURVA DE EXP EN ABK | 12       | 0.50  |        |       | 3    |
| 395                               | 3950-3C | TOMA DE METROLOGÍA PARA INST CURVA DE EXP EN ABK | 35       | 1.46  |        |       | 3    |
| 395                               | 3950-3D | DESC LM ALINEAC CURVA EXP INTRODUC ABRAZ GUIA    | 23       | 0.96  |        |       | 3    |
| 395                               | 3950-3E | EMBRIDAJE CURVA DE EXP CON EXTR LIN REG          | 84       | 3.50  |        |       | 3    |
| 395                               | 3950-3F | RET PUNTEMB DRAG/ACOLCHON BAJO EMBRID C.E.L.R    | 52       | 2.17  |        |       | 3    |
| 397                               | 3970-3A | INSTALAC DUCTO ASCEND Y EMBRID C/CIJUREXP ABK-B  | 100      | 4.17  |        |       | 3    |
| 408                               | 4080-3B | INSTALAC DE PROTECTOR DE DUCTO ASCEND EN ABK-B   | 28       | 1.17  |        |       | 3    |
| 134                               | 1340-3A | INSTALAC DE TRAMPA DE DIABLOS                    | 39       | 1.63  |        |       | 3    |
| 101                               | 1010-3A | INSTALAC DE VÁLVULA SDV                          | 39       | 1.63  |        |       | 3    |

Fuente: Condux

## 2.2.4 Etapa de Construcción.

La construcción de la obra se realiza en base a las siguientes actividades:

- Soldado de tubería.
- Tendido de la tubería.
- Instalación de elementos (curvas de expansión, ducto ascendente, juntas aislantes, trampas de diablos).
- Prueba hidrostática.
- Enterrado de la tubería.

### Lastrado de Tubería

El primer tratamiento consiste en aplicar un compuesto anticorrosivo, para lo cual se limpia la tubería de impurezas y óxido por medio de granalla de acero, en una máquina limpiadora (Sandblast); posteriormente se aplica la pintura primaria que sirve de enlace entre el tubo y el anticorrosivo. Ya pintado el tubo, se aplica una capa de esmalte a 230 °C, se le adhiere una cinta de “vidrioflex” cubriendo el tubo y finalmente la cinta de “vidriomat”. Como paso final, los tubos se cubren con una mezcla de concreto formada de 80% de mineral de hierro y arena, 20% de cemento, reforzado con malla de alambre (Esta actividad se realiza en tierra).

Al terminar este proceso, los tubos se trasladan a los soporte-almacén (en tierra) durante 7 días, para su fraguado; después son transportados desde estas plantas de lastrado a los muelles por trailers para cargarse en chalanes que los llevarán hasta las barcasas de tendido.

Para el caso de este proyecto la tubería requiere lastrado de 2” espesor a la línea regular de acero al carbón de 24” de diámetro exterior y 0.688” de espesor con costura longitudinal DSAW, extremos biselados, desnuda de acuerdo a la norma NRF-033-PEMEX-2003 y NACE MR-01-75, para servicio amargo.

### Tendido de líneas o ductos.

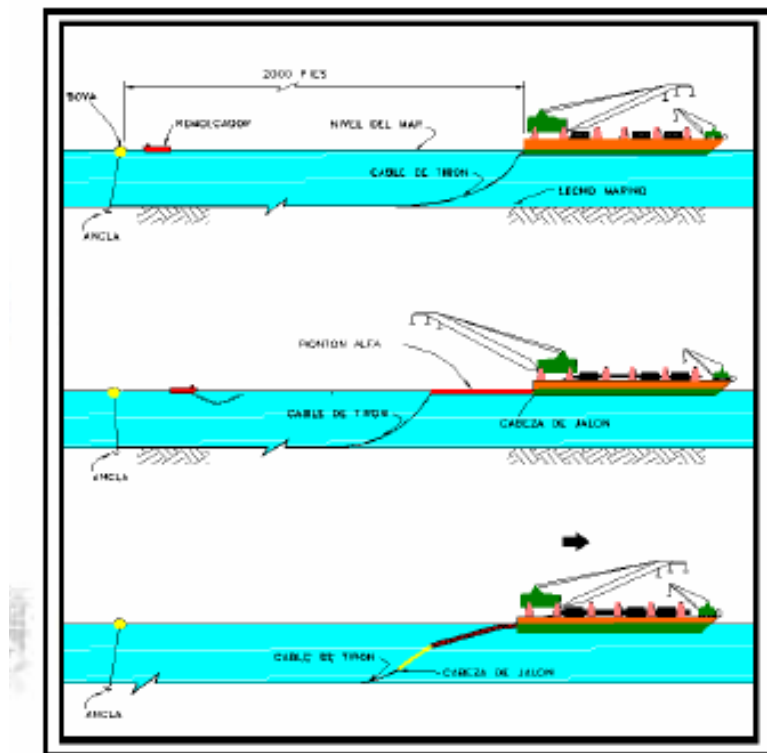
Para el tendido de líneas de gasoductos, oleoductos y oleogasoductos, se requiere realizar las subactividades de dragado y acolchonamiento de cruces con líneas existentes.

El tendido se realiza en una barcaza adecuada para tubos de gran diámetro y de considerable longitud, apoyada con un chalán de carga en un arreglo similar al mostrado en la **Figura II.8**. En la **Figura II.9** se muestra el procedimiento de izaje y tendido de la tubería.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.



Figura II. 8. Barcaza Convencional de Tendido de tubería.



### Figura II. 9. Procedimiento para Izaje y Tendido de la Tubería

Las juntas del tubo se deben soldar sobre la barcaza, que está equipada con estaciones de soldadura y máquinas de soldar, con extensiones de cables a cada una de las diversas estaciones instaladas sobre la cubierta.

Antes de proceder a efectuar la soldadura, se coloca un alineador interior en los extremos de los tubos. La calidad de la soldadura es verificada por medio de una unidad de Rayos-X y en caso de existir fallas que requieran reparación, éstas se efectúan en la estación de soldadura, ubicada al final de la rampa de lanzamiento.

Efectuada la soldadura y con el visto bueno de la unidad de radiografía, se procede a proteger la junta contra la corrosión, utilizando “vidrioflex” y un sello con poliuretano.

La barcaza de tendido se fija con 8 anclas, con tensores de longitud que varía entre uno y medio kilómetro. Cuando la barcaza empieza a tender la tubería, se controla el movimiento con malacates que guían hacia delante o hacia los lados, de acuerdo con los planos de línea, por medio de las anclas de apoyo que sujetan la barcaza. Al acercarse la barcaza a las anclas, dos remolcadores que la acompañan fijan éstas a una nueva posición (**Figura II.10**).

#### *Esfuerzos en la tubería.*

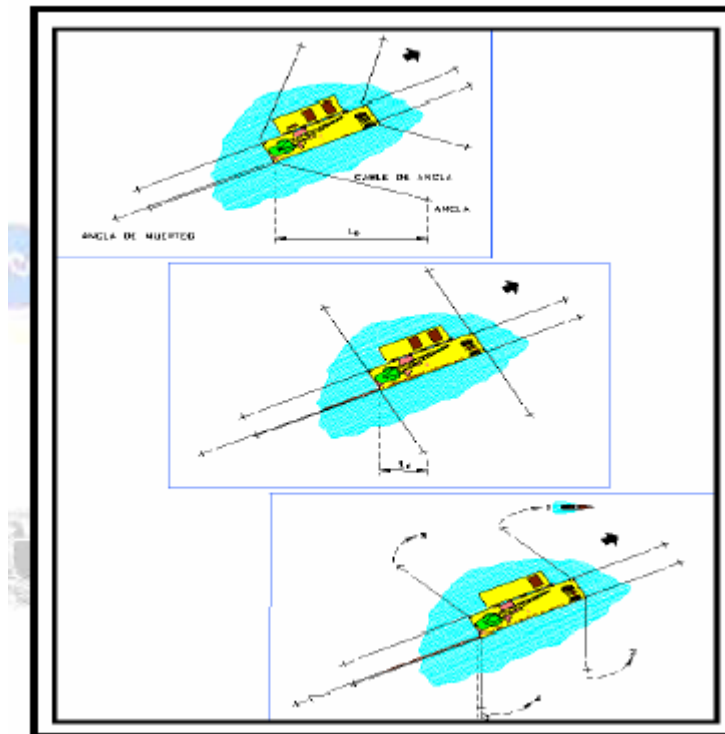
El peso propio de la tubería produce esfuerzos de flexión que la pueden deformar o hacer fallar sin aplicación de ninguna carga externa; además, provoca mayores dificultades para anclar y sostener la barcaza de tendido al aumentar la profundidad, por el efecto de catenaria en las líneas del ancla.

Un oleaje moderado origina movimientos importantes a la barcaza en aguas profundas, por lo que debe aplicarse tensión sobre la tubería para reducir un exceso en los esfuerzos flexionantes, al disminuir el radio de curvatura de la tubería cuando se llega a una profundidad mayor.

Durante la instalación de la línea se pueden presentar tres tipos de daño para los cuales hay que tomar precauciones:

- Deformación del tubo transportador.
- Descascaramiento del concreto.
- Agrietamiento excesivo del concreto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.



**Figura II. 10.** Anclas de Fijación

En todos los casos verificados, la tercera condición ocurre antes que las otras. Por lo tanto, si el procedimiento de tendido es satisfactorio y se evita el excesivo agrietamiento, queda descartada la posibilidad de que se presenten las otras clases de daño.

### Prueba hidrostática.

Una vez concluido el tendido de la tubería se procederá a evaluar la hermeticidad del sistema mediante esta prueba. Durante la prueba, la tubería o equipos a evaluar se llenan con agua de mar filtrada, por medio de bombas, mangueras y medidores evitando la formación de bolsas de aire. Posteriormente se presuriza la tubería hasta alcanzar la presión de prueba, que es de 1,25 a 1,5 veces la presión máxima de diseño; debiendo mantenerse durante un período no menor de 10 minutos para las tuberías sobrecubierta y no menos de 4 horas para la línea submarina (ANSI B 31,3 y B 31,8), registrando continuamente la ocurrencia de abatimientos en la presión por espacio de una hora, al cabo del tiempo se elevará nuevamente con objeto de repetir la prueba por dos horas, en caso de que los abatimientos observados en la segunda hora sea igual o inferior al obtenido en la primera, la prueba se dará por terminada.

### Enterrado de la tubería.

La tubería debe enterrarse para asegurar una mayor protección contra el peligro de huracanes, anclas de barcos, remolcadores, barcazas y, en general, para resguardarla de cualquier fenómeno que suceda en el fondo del mar.

Actualmente el enterrado de líneas submarinas existentes tiene un promedio de 65 cm a 100 cm de espesor sobre la parte superior del tubo (Norma No. PEMEX 2 421,01). Para el enterrado, se combina el efecto del chorro del agua con aire a presión alta y una bomba de succión para el dragado. Este dispositivo denominado “arado” se posiciona sobre la línea regular, corta la zanja y la limpia, saca el lodo debajo de la tubería, entierra ésta e inmediatamente acumula el lodo sobre la misma para cubrirla.

Los sedimentos que serán removidos temporalmente en el fondo marino durante la instalación del oleogasoducto, dependen del diámetro de la tubería, su longitud y la profundidad del enterrado de ésta.

La unidad de chorro-succión es operada mediante un “patín” que correrá sobre la línea cuando sea remolcada por un cable unido a la proa de la barcaza, la cual también se moverá mediante el sistema de alargar y acortar sus cables anclados. Esta etapa se aprovechará para realizar la inspección subacuática del estado que guarda el revestimiento de concreto, la profundidad de la zanja y el contacto de los rodillos con la tubería (**Figuras II.11 y II.12**).

#### *Acolchonamiento de cruces con líneas existentes.*

Se presentarán 3 cruzamientos durante la trayectoria del oleogasoducto de conducción de hidrocarburos con líneas existentes, por lo que para proteger la integridad de ambas líneas, se colocarán acolchonamientos submarinos, debiendo tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Separación mínima entre las tuberías de 1,0 m, asegurando esta separación con sacos llenos de una mezcla de 80% arena y 20% cemento, con un peso aproximado de 50 kg.
- b) Distribución de carga uniforme sobre la tubería existente y el suelo adyacente.
- c) No generar bajo ninguna circunstancia, esfuerzos mayores al 18% del esfuerzo de fluencia mínimo especificado por la configuración final de las tuberías de cruce.
- d) No exponer bajo ninguna circunstancia, a cualquiera de las tuberías a ser dañadas por el equipo de enterrado.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

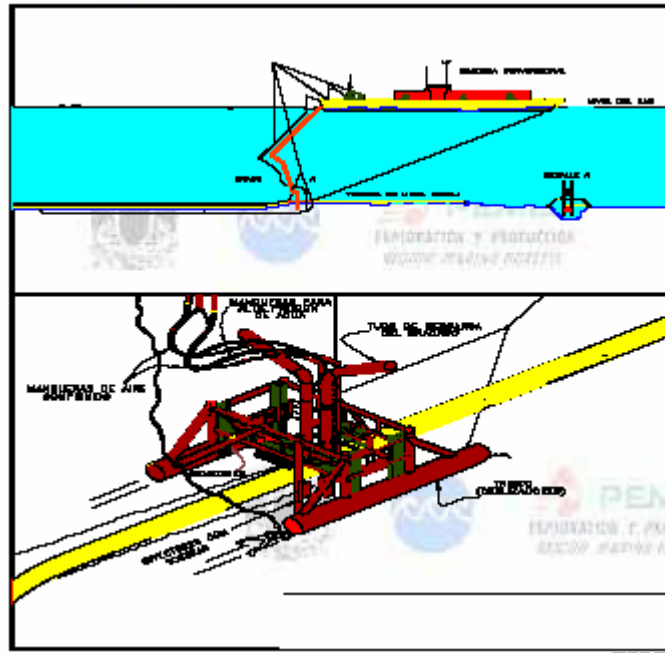


Figura II. 11. Procedimiento para enterrado de la Tubería

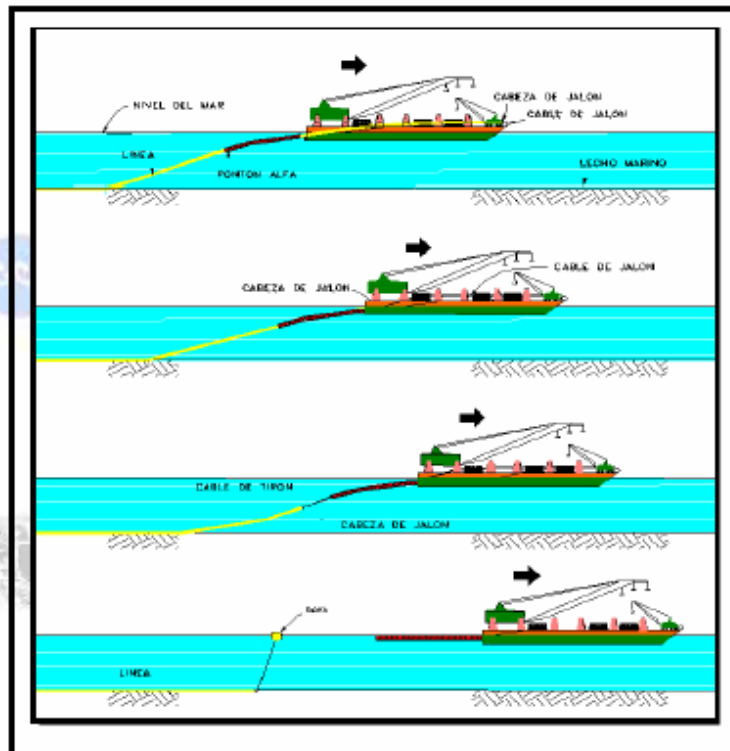


Figura II. 12. Procedimiento para terminación de Tendido de la Tubería



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

La secuencia del acolchonamiento consiste en: localización por sondeos y por medio de inspecciones subacuáticas de la línea en operación (línea caliente), determinar la profundidad de enterrado para no sobrepasar el radio de curvatura, dragar para enterrar la línea nueva, verificar la separación de tuberías por inspecciones subacuáticas, limpiar el área donde se colocarán los sacos de arena/cemento.

Sujetar, si es necesario, la tubería nueva con tirantes desde la embarcación para facilidad y seguridad en la operación de buceo y para que al bajar la línea otra vez a posición, ésta cargue sobre el separador instalado, colocación de los sacos arena-cemento formando una pirámide y bajar la línea nueva a posición sobre el separador instalado. En la **Figura II.5** se muestran los detalles del acolchonamiento de líneas.

*Instalación de Elementos e Interconexiones.*

Inmediatamente de la línea regular, se encuentra la *curva de expansión*, diseñada para absorber las elongaciones térmicas de la tubería regular sujetándose a la plataforma por medio de abrazaderas.

El acoplamiento de la curva de expansión con la línea regular y el *ducto ascendente* se efectúa por medio de bridas de anillo giratorio.

La ubicación correcta de la zona de salpicaduras (mareas) del ducto ascendente se hace en función del calendario de mareas y debe de encontrarse en un rango entre +4.87 m y – 3.60 m del nivel medio del mar. También se coloca en esa posición la defensa que protegerá al ducto.

Las juntas aislantes o monoblock, se colocarán en el extremo superior del ducto ascendente y tienen como función servir como aislante eléctrico el cual evitará interferencias entre las protecciones catódicas de la línea y de la plataforma.

El ducto ascendente (riser) también se fija a la pierna de la plataforma mediante abrazaderas y une a la curva de expansión con el cuello de ganso. El *cuello de ganso*, llamado así por la forma que adopta, unirá la parte superior del ducto ascendente con la tubería sobrecubierta.

*Aplicación de protección catódica*

En la tubería regular, curvas de expansión y ductos ascendentes es necesario instalar ánodos de sacrificio para proporcionar una protección catódica que garantice una vida útil de 20 años como mínimo.

*Limpieza de tuberías*

Consiste en el desalojo de agua utilizada en la prueba de las líneas y elementos de limpieza colocados al inicio del tendido de la tubería, así como los residuos de materiales durante la construcción, esto se realiza aplicando aire comprimido por la interconexión submarina haciendo correr un émbolo tipo bala (“poly pig”) que desaloja el agua por el

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

otro extremo de la tubería comúnmente llamada corrida de diablos. (NRF-106-PEMEX-2006)

## 2.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

### 2.2.5.1 Programa de operación.

La etapa de operación del oleogasoducto que va desde Abkatun-B hasta la plataforma permanente del centro de proceso Abkatun-A trabaja bajo las condiciones de operación que se presentan en la siguiente **Tabla**.

**Tabla II.5.** Condiciones de operación.

| <b>“Construcción de oleogasoducto de 24” Ø x 0.5 Km. de la plataforma satélite Abk-B a la plataforma Abk-A Permanente e interconexiones a instalaciones existentes, incluye suministro, protección, lastrado, tendido y pruebas hidrostáticas”</b> |  |
|--|--|
| Servicio   | Amargo   |
| Gasto (máximo / normal / mínimo)   | FLUJO GAS MMPCD (90 / 45 / 10)<br>FLUJO ACEITE MBPD (95 / 50 / 10) |
| Presión (máximo / normal / mínimo)   | 70 / 10 / 5 kg/cm <sup>2</sup>                                     |
| Temperatura (máximo / normal / mínimo)   | 100 / 70 / 40 °C   |
| H <sub>2</sub> S (máximo / normal / mínimo)  | 10 / 8 / 5 ppm   |
| Fluido   | Mezcla de crudo/gas  |

Fuente: Bases de Concurso, 2006

### 2.2.5.2 Programa de mantenimiento.

La infraestructura una vez construida durante todo su tiempo de vida útil (estimada en 20 años), estará sujeta a los programas de mantenimiento de carácter permanente que PEP tiene implementado para sus instalaciones y equipos para que funcionen en condiciones óptimas de operación, respetando la normatividad vigente de seguridad industrial y protección ambiental.

Pemex Exploración y Producción cuenta con un programa general de mantenimiento a los ductos mediante la inspección por corridas de diablos instrumentados, que permite evaluar el desgaste de la pared del tubo originado por el flujo de hidrocarburos durante la operación.

Las fases de mantenimiento se dividen de la siguiente manera:

- Mantenimiento predictivo
- Acciones preventivas
- Acciones correctivas

#### Mantenimiento Predictivo

- Inspección indirecta y levantamiento de ductos, cruces e interconexiones:

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

- Inspección de ductos ascendentes:
- Inspección interior con diablo instrumentado:
- Monitoreo de protección catódica:

**Acciones preventivas**

- Protección anticorrosiva:
- Protección catódica:
- Pruebas no destructivas:
- Protección interior, inyección de inhibidores:
- Limpieza interior (corrida de diablos):
- Mantenimiento a válvulas, cruces e interconexiones:

**Acciones correctivas**

- Sustitución de válvulas y accesorios
- Rehabilitación a líneas de conducción
- Sustitución de tramos
- Encamisados

Los procedimientos con que cuenta PEP para la inspección y mantenimiento de ductos se muestran en la **Tabla II.6.**

**Tabla II.6.** Procedimientos para la Inspección y Mantenimiento de Ductos de PEP.

| CLAVE            | PROCEDIMIENTO   |
|------------------|---|
| 277-28310-PO-000 | Procedimiento guía para elaborar procedimientos.                              |
| 277-28310-PO-001 | Procedimiento para la inyección de inhibidor de corrosión.                    |
| 277-28310-PO-002 | Procedimiento para la reparación y evaluación de testigos de corrosión.       |
| 277-28310-PO-003 | Procedimiento para el retiro e instalación de testigos de corrosión.          |
| 277-28310-PO-004 | Procedimiento para la inspección interior de ductos con diablo instrumentado. |
| 277-28310-PO-005 | Procedimiento para el monitoreo de la protección catódica de ductos marinos.  |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

Tabla II.6. (Continuación) Procedimientos para la Inspección y Mantenimiento de Ductos de PEP.

| CLAVE            | PROCEDIMIENTO  |
|------------------|--|
| 277-28310-PO-006 | Procedimiento para inspección de cruces de tuberías submarinas.                        |
| 277-28310-PO-010 | Procedimiento para el monitoreo de la protección catódica de ductos ascendentes.       |
| 277-28310-PO-011 | Procedimiento para el mantenimiento a sistemas de inyección de inhibidor de corrosión. |
| 277-28310-PO-012 | Procedimiento para el mantenimiento a equipos de retiro de testigos de corrosión.      |
| 277-28310-PO-013 | Procedimiento para el mantenimiento a equipos electrónico de registro de la corrosión. |
| 277-28310-PO-014 | Mantenimiento de ductos mediante limpieza interior con diablo                          |
| 277-28310-PO-015 | Procedimiento para el mantenimiento a trampas de diablos.                              |
| 277-28310-PO-016 | Procedimiento para el mantenimiento a válvulas.  |

### 2.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.

La barcaza debe contar con los servicios de hospedaje y alimentación necesarios durante la realización de la obra, en caso de necesitar algún servicio será proporcionado por el Complejo Abkatun-A, por lo consiguiente no es necesario obras de apoyo (instalación temporal de almacenes, talleres, y/o oficinas) asociadas a este proyecto.

### 2.2.7 Etapa de abandono del sitio.

El diseño y especificación de los materiales, el tipo de construcción, así como los programas de operación y mantenimiento, permiten pronosticar una vida útil para el ducto de aproximadamente 20 años. Durante este tiempo, las evaluaciones de grado de corrosión y las condiciones de operación de los ductos, además de las pruebas hidrostáticas correspondientes, determinarán si es posible continuar usando los ductos.

Al concluir el tiempo de operación de los ductos, será desmantelada la tubería sobrecubierta, los elementos que integran el ducto ascendente y la curva de expansión. La línea enterrada, previa limpieza por medio de “diablos”, se inundará y se sellarán los extremos.

Así mismo algunas especies de invertebrados utilizarán las estructuras sobresalientes para adherirse y formar nuevas colonias.

De acuerdo con la OMI y su Resolución A.672 (16) “Directrices y Normas para la remoción de Instalaciones y Estructuras Emplazadas Mar Adentro en la Plataforma Continental y en la zona Económica Exclusiva”, se menciona que toda instalación o estructura mar adentro, abandonada o en desuso en cualquier plataforma continental o

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

zona económica exclusiva ha de ser retirada, excepto cuando el no hacerlo o el proceder a una remoción parcial, tendrá que ser compatible con los siguientes criterios de evaluación de emplazamiento mar adentro sobre el fondo marino:

- Consecuencias en la seguridad de la navegación de superficie o submarina u otros usos del mar.
- Velocidad de deterioro de los materiales y sus posibles efectos en el medio marino.
- Consecuencias para el medio marino.
- Materiales fuera de emplazamiento causados por el tiempo.
- Asignación de nuevo uso.
- Gastos, viabilidad técnica y riesgos de lesiones para el personal.

En todos los casos de desmantelamiento se levantará un inventario de todo el material, equipo y accesorios que puedan ser recuperables, conteniendo especificaciones y estado físico, con el objeto de calificar su disponibilidad a otras instalaciones petroleras. Las estructuras que no puedan ser reutilizables, serán consideradas como chatarra quedando a disposición de P.E.P. o de alguna compañía contratista para su manejo y destino final.

### **2.2.8 Utilización de explosivos.**

En este proyecto no se empleara ningún tipo de explosivo.

## 2.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

### 2.2.9.1 Generación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos

#### a) Generación de residuos peligrosos

Durante la etapa de construcción de la oleogaseoducto se generaran residuos considerados como peligrosos y listados en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Los residuos que se tiene contemplado generar son: desperdicios de soldadura, recortes metálicos, envases con residuos de pintura o anticorrosivo, restos de parcheo, estopas y telas impregnadas de grasa, recortes metálicos; los cuales son manejados y dispuestos conforme a la normativa vigente.

En la operación y mantenimiento del ducto submarino no se generaran residuos por ser un sistema cerrado y solo se le da mantenimiento interno al ducto mediante las corridas de diablos instrumentados.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los principales residuos generados, en los cuales se indican las características y descripción de los residuos peligrosos.

**Tabla II. 7.** Residuos Peligrosos y su Clasificación en el CRETIB.

| NOMBRE DEL RESIDUO           | COMPONENTES DEL RESIDUO                      | CARACTERÍSTICAS CRETIB | TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL   |
|------------------------------|--|------------------------|--|
| Telas y estopas Impregnadas  | Grasas, aceites y diesel.                    | Tóxico e inflamable    | Transporte de contenedores en las embarcaciones para su disposición final cumpliendo con la normatividad vigente |
| Recortes de soldadura        | Aleación metálica y fundente                 | Tóxico                 | Idem al anterior   |
| Pintura primaria epóxica     | Resina epóxica, pigmentos y cargas minerales | Tóxica e inflamable    | Idem al anterior   |
| Aceite quemado y lubricantes | Grasas, aceites y diesel.                    | Tóxico e inflamable    | Idem al anterior   |

#### b) Generación de residuos no peligrosos.

Dentro de los residuos sólidos no peligrosos (industriales) que se generarán durante las etapas del proyecto se encuentra, plástico, vidrio, papel, trapos y guantes. Sumados a los residuos sólidos no peligrosos señalados anteriormente se encuentran los domésticos, los cuales en su mayor parte son residuos de alimentos, de manera general se puede

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

mencionar los siguientes: Materia orgánica, envases de tetrapack, papel, polietileno, plástico, fibra, lata, trapo.

De los residuos sólidos no peligrosos generados, sólo los restos de comida son vertidos al mar, después de pasar por un proceso de trituración con dimensiones menores de 25 mm para que no representen un peligro si son consumidos por la fauna marina, de acuerdo a lo indicado en el anexo V del Convenio Internacional para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (Marpol 73/78).

### **Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos**

La descripción general y por etapa sobre el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, el acopio, almacenamiento temporal y el uso final de los mismos se desglosa en incisos posteriores, sin embargo, es importante subrayar que estos serán manejados y controlados en conformidad con las legislaciones y normatividades ambientales existentes

#### **Etapa de Construcción.**

##### **a) Manejo de residuos peligrosos**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente señala que el manejo de residuos peligrosos contempla las acciones de almacenamiento, reciclaje, disposición, identificación, transporte y tratamiento. Además de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos, otro elemento importante lo constituyen las Normas Oficiales Mexicanas que en su conjunto proporcionan los lineamientos para el correcto manejo de los residuos peligrosos generados en las instalaciones (NOM-052-SEMARNAT-1993, NOM-053-SEMARNAT-1993 y NOM-054-SEMARNAT-1993). De la misma manera, existe una Ley específica para el manejo integral de los residuos peligrosos y no peligrosos “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”

##### **b) Manejo de residuos no peligrosos**

Para el control de los residuos generados se aplicarán los procedimientos y programas que incluyen sistemas de selección, formas de recolección, sistemas de transporte, almacenaje, reciclaje y disposición final; de acuerdo a la legislación vigente. Como se resume a continuación:

- Para cada contratista e instalación petrolera que genere residuos peligrosos es obligatorio que se cuente con su registro como empresa generadora de residuos peligrosos.
- Contar a bordo con copia del registro de residuos peligrosos y llevar bitácora con el registro del volumen o peso, características, transporte y disposición final de los mismos.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

- Cada etapa enviará un informe al área de Seguridad Industrial y Protección Ambiental de los residuos peligrosos generados y esta a su vez elaborará un informe semestral o anual según corresponda del manejo de los residuos en la Región, para su ingreso ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).
- Todo material peligroso para su transporte requiere obligatoriamente del Manifiesto de Transporte.
- El generador de residuos peligrosos deberá proporcionar la información complementaria y descripción del producto que se transporta, para el transportista y dependencias gubernamentales.
- Los materiales, sustancias y residuos peligrosos deberán estar contenidos en envases y embalajes que tengan la resistencia suficiente para soportar los riesgos normales por su manipulación y transporte.
- Toda sustancia, material o residuo peligroso en envase o embalaje deberá contar con una etiqueta de seguridad durante su manejo, transporte y almacenamiento, con la finalidad de identificar los peligros asociados al manejo del mismo.
- El área de Seguridad Industrial y Protección Ambiental es la encargada de verificar el cumplimiento interno de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos.
- Los prestadores de servicio o contratistas que generen residuos peligrosos efectuarán los trámites correspondientes ante las autoridades ambientales.
- Los prestadores de servicios observarán y aplicarán estos procedimientos en el desarrollo de sus actividades a bordo de las instalaciones.

Todos los materiales se separarán según su clasificación y se colocarán en contenedores metálicos identificados por un color y con una leyenda que especifique el tipo de residuo.

El material orgánico como cartón, papel se coleccionará a diario y se depositará en incineradores colocando las cenizas en tambos y confinados temporalmente para su posterior desembarque a tierra (Dos Bocas o Cd. Del Carmen) y se llevará al sitio que para tal fin señalen las autoridades, previa obtención del permiso correspondiente.

Los desechos de alimentos se depositarán en trituradoras para reducir a partículas con un tamaño de 25 mm y serán depositados en el mar de acuerdo a lo mencionado en el anexo V del Convenio MARPOL 73/87.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

El material inorgánico como latas y vidrio serán compactados y depositados en tambos para almacenarlos temporalmente en las instalaciones de Pemex y posteriormente de su desembarque se deberá contratar a una compañía especializada para su tratamiento y disposición final de acuerdo a la normatividad establecida.

### **Etapa de Operación y Mantenimiento**

#### **a) Manejo de residuos peligrosos**

Los residuos sólidos peligrosos serán generados por las actividades del personal que realiza la operación y el mantenimiento, siendo similares a los producidos en la etapa de construcción: estopas y telas impregnadas, sobrantes de soldadura, envases industriales y grasas, aceites combustibles y lubricantes.

Estos residuos serán almacenados temporalmente en contenedores metálicos en áreas dispuestas en las plataformas para el almacenamiento provisional, siendo trasladados posteriormente a tierra por alguna compañía contratista, para su reacondicionamiento y/o su venta posterior a una compañía especializada para su uso final.

#### **b) Manejo de residuos no peligrosos**

Los residuos sólidos no peligrosos del tipo doméstico en esta etapa serán generados principalmente por las actividades propias de la operación y el mantenimiento de las plataformas, los cuales serán confinados en tambores, cajas y botes de basura identificados plenamente para la segregación de dichos desperdicios. Estos desechos serán transportados a tierra por personal de la compañía contratista o por personal de PEP, según sea el caso, el cual determinará si el material recopilado es aprovechado para su reuso o al basurero municipal.

### **Etapa de Abandono**

#### **a) Manejo de residuos peligrosos**

Los residuos sólidos peligrosos serán generados por las labores de desmantelamiento de los ductos, los cuales serán al igual que en las etapas anteriores serán telas, estopas y otro tipo de textiles usados para labores de desconexión y carga de equipo, maquinaria e instalaciones, dichos materiales serán impregnados por grasas, aceites lubricantes y diesel. Estos materiales serán recolectados en botes y/o en tambores y almacenados temporalmente en un área destinada para este fin, por personal de la compañía encargada de las labores, para su envío posterior a la TMDB por medio de lancha para su tratamiento, y realizar la concesión a una compañía que cumpla con la normatividad de manejo y disposición de residuos peligrosos.

**b) Manejo de residuos no peligrosos**

Los residuos sólidos no peligrosos del tipo doméstico e industrial, en esta etapa serán generados por las tareas de desmantelamiento de los ductos, los cuales serán almacenados temporalmente en tambores, cajas y botes de basura identificados plenamente. Estos desechos serán transportados por personal de la compañía contratista encargada de las obras de desmantelamiento, la cual dispondrá si el material recopilado es aprovechado para su reuso o para su envío al basurero municipal.

### 2.2.9.2 Generación, manejo y descarga de aguas negras.

#### a) Generación de aguas negras.

Los efluentes líquidos que se producirán durante las diferentes etapas del proyecto serán: fluidos de las pruebas hidrostática, aguas sanitarias, aguas pluviales y aceitosas, que serán recuperadas en una barcaza que le denominan letrina, estas aguas residuales, se generarán principalmente durante la etapa de construcción del oleogasoducto durante la actividad del tendido de líneas. Cuando el ducto se encuentre en la etapa de operación no generará aguas residuales.

#### b) Manejo de aguas negras.

Las aguas negras producto de los servicios sanitarios tendrán lugar en las barcasas durante la etapa de construcción. Se manejarán y tratarán adecuadamente en las barcasas de la compañía contratista antes de su descarga al mar, la cual deberá cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

#### c) Disposición final.

Para su disposición final se debe cumplir con la normatividad en materia de descargas de aguas residuales, en particular con la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la NOM-001-SEMARNAT-1996; por lo tanto, todas las aguas generadas durante las diferentes etapas del proyecto sin importar su origen o fuente generadora serán tratadas antes de su vertimiento al mar y deberán cumplir con los límites máximos permisibles de descarga marcados por la ley; en caso contrario, se deberá aplicar el pago correspondiente por ese concepto y estipulado por la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.

### 2.2.9.3 Generación y Emisiones a la Atmósfera

#### a) Características de la emisión

Las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera estarán dadas por las actividades a realizarse durante las etapas de construcción de la obra. Producto de la combustión interna de los motores de las embarcaciones y equipos -turbogeneradores de electricidad, grúas-. Los cuales emplean diesel o gasolina como combustible. Prácticamente la emisión de gases será temporal.

Los gases que se estarán emitiendo, serán principalmente monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>x</sub>), hidrocarburos, partículas de carbón y vapor de agua.

El volumen de las emisiones se establecerán en función de la cantidad y calidad del combustible que utilicen los equipos de combustión interna, ya sea diesel, gas o gasolina.

**b) Prevención y control**

La prevención de emisiones se realizará verificando que los equipos y maquinaria empleados durante el proyecto estén en óptimas condiciones de operación y se mantengan afinados para minimizar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Para ello la compañía constructora será la responsable de las emisiones y del control de las mismas a través de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

## REFERENCIAS

Bases de usuario 2006. Oleogasoducto submarino de 24" Diam x 0.5 Km aprox. de la plataforma Satélite Abkatun-B a la plataforma Abkatun-A perforación. PEMEX. Activo Integral Abkatun-Pol Chuc.

NRF-106-PEMEX-2005. Construcción, Instalación y desmantelamiento de ductos submarinos.

NRF-013-PEMEX-2005. Diseño De Líneas Submarinas En El Golfo De México

NRF-033-PEMEX-2003. Lastre de concreto para tuberías de Conducción

SCT. 2002. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Pagina Internet:  
<http://www.sct.gob.mx>

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL**

|  | <b>PAGINAS</b> |
|--|----------------|
| <b>3.1 PLANES Y PROGRAMAS</b> .....  | III - 3        |
| 3.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. ....  | III - 3        |
| 3.1.2 Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Campeche. ....   | III - 4        |
| 3.1.3 Convenio Internacional para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (MARPOL 73/78) .....   | III - 5        |
| 3.1.4 Sistema Nacional de Áreas Protegidas.....  | III - 6        |
| <b>3.2 LEYES</b> .....   | III - 7        |
| 3.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche.....   | III - 7        |
| 3.2.2 Ley de Aguas Nacionales. ....  | III - 8        |
| 3.2.3 Ley Federal del Mar .....  | III - 9        |
| <b>3.3 REGLAMENTOS</b> .....   | III-11         |
| 3.3.1 Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de residuos peligrosos .....              | III-11         |
| 3.3.2 Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.....  | III-11         |
| 3.3.3 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 ..... | III-12         |
| <b>3.4 NORMAS</b> .....  | III-13         |

## **INTRODUCCIÓN**

Conforme a lo establecido en las guías que para el caso ha emitido la SEMARNAT, el presente capítulo pretende aportar los elementos de análisis mediante los cuales se verifique que desde su construcción hasta el término de su vida útil del Oleogasoducto, está sustentado en la visión del Estado para el desarrollo del país a través de los programas de política nacional, y regulado en cada uno de sus procesos por la normatividad nacional e internacional aplicable a la actividad petrolera.

Bajo este contexto, el planteamiento metodológico propuesto para este capítulo partirá de un enfoque deductivo, analizando en primera instancia, como se inserta el proyecto en los instrumentos de Planeación estratégicos establecidos por el Gobierno Federal, y posteriormente vinculando su ejecución a los diversos instrumentos normativos a los que deben sujetarse las diferentes fases del proyecto.

Es importante mencionar que por su ubicación, el proyecto no se encuentra inmerso en los límites de ningún Ordenamiento Ecológico Territorial, ni Área Natural Protegida, desarrollándose en áreas que son de uso y explotación exclusiva del sector petrolero, por lo que su vinculación con instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos se enfoca primordialmente a los programas del Gobierno Federal y a la normatividad específica de la actividad petrolera como tal, por lo que su ejecución no contraviene ninguna disposición de carácter federal, local o de ámbito internacional, ya que se encuentra dentro del marco de planeación gubernamental y normativo, y cumple con todas y cada una de las normas y regulaciones previstas.

Con respecto a la protección de los recursos naturales de la plataforma continental se enuncia en los párrafos cuarto y quinto del Artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, lo siguiente:

- "Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas.....".
- "Son propiedad de la Nación, las aguas de los mares territoriales, en la extensión y términos que fije el derecho internacional, así como las aguas marinas interiores".
- El ejercicio de esta soberanía, se extiende a la Zona Económica Exclusiva (ZEE) situada fuera del mar territorial y adyacente a éste; y comprende 200 millas náuticas medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial.

El desarrollo del proyecto será realizado dentro de la ZEE y el mar territorial, por lo cual queda enmarcado dentro de este artículo.

Para la realización de este proyecto se hace mención de las siguientes leyes, Reglamentos, Normas e Instrumentos de planeación más importantes.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

- Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Ley Federal del Mar.
- Reglamento para Prevenir y Controlar la contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias.
- Normas Ecológicas.
- Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.
- Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006.
- Convenio Internacional para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (MARPOL 73/78).



### **3.1 PLANES Y PROGRAMAS**

El Gobierno Federal y Estatal han emitido una serie de leyes, normas y reglamentos que se deben cumplir para prevenir, controlar y mitigar al máximo los efectos adversos derivados de las actividades de cualquier proyecto. Además se han generado planes, programas y convenios entre instituciones de gobierno, educativas y de organismos sociales con la misma meta cuidar de los ecosistemas y recursos naturales.

Se sabe que cada actividad o proyecto, en lo individual, tal y como el propuesto en esta manifestación, puede no tener implicaciones ambientales importantes por la naturaleza de la obra; sin embargo, cuando el número e incidencia sobre una misma región se incrementa más allá de ciertos límites, los impactos agregados o acumulados pueden comprometer el equilibrio y la integridad de la región.

Por lo anterior es necesario conocer y aplicar no solamente las normas y leyes en cuestión de política y gestión ambiental, sino también los planes y programas federales. A continuación se da un panorama general de los planes y programas y su relación con el proyecto.

#### **3.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.**

La elaboración del Plan Nacional de Desarrollo (PND) forma parte de las obligaciones del Poder Ejecutivo Federal según lo dispuesto por el Artículo 26 de la Constitución General de la República y por el Artículo 5º de la Ley de Planeación. El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 comprende nueve capítulos con una relación de programas sectoriales. En esta sección nos enfocaremos únicamente en lo referente al ambiente que se relaciona con el proyecto planteado.

Dentro del PND se plantea al ambiente y recursos naturales como de prioridad para el Ejecutivo Federal y por ende para la nación.

El principal objetivo del PND es lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza. Esto implicaría fortalecer la cultura y cuidado del ambiente para no comprometer el futuro de las nuevas generaciones, considerar los efectos no deseados de las políticas en el deterioro de la naturaleza, construir una cultura ciudadana del ambiente, y estimular la conciencia de la relación entre el bienestar y el desarrollo en equilibrio con la naturaleza.

Para lograr el objetivo el Ejecutivo Federal establece estrategias como por ejemplo:

- a) Crear una cultura ecológica que considere el cuidado del entorno y del ambiente en la toma de decisiones en todos los niveles.
- b) Alcanzar la protección y conservación de los ecosistemas más representativos del país y su diversidad biológica, especialmente de aquellas especies sujetas a alguna categoría de protección.
- c) Detener y revertir la contaminación de agua, aire y suelos.

d) Detener y revertir los procesos de erosión e incrementar la reforestación.

Estas estrategias buscan un equilibrio global y regional entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de forma tal que se logre contener los procesos de deterioro ambiental, inducir un ordenamiento ambiental del territorio nacional, aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, y cuidar el ambiente y los recursos naturales a partir de una reorientación de los patrones de consumo y un cumplimiento efectivo de las leyes. (**Plan Nacional de Desarrollo, 2001-2006**).

Uno de los propósitos durante y después del desarrollo del proyecto es apegarse al Plan Nacional de Desarrollo y cumplir con las regulaciones y normas con el fin de minimizar al máximo el deterioro ambiental y cuidar los recursos naturales, así como hacer uso adecuado del suelo y entorno ecológico.

### **3.1.2 Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Campeche.**

El Plan Estatal de Desarrollo 2003-2009 representa la conjugación de las más altas aspiraciones ciudadanas, los criterios técnicos y los propósitos institucionales del Gobierno del Estado; propone la consolidación de un desarrollo sustentable, que promueva la equidad social, fortalezca la economía, proteja el ambiente y enaltezca la convivencia política.

El desarrollo de Campeche se fincó por mucho tiempo en la explotación/extracción de recursos naturales, alentadas por una visión mercantil preocupada únicamente por obtener beneficio económico y desvinculado de cualquier aspecto o consideración de orden social. Así, las maderas y el chicle primero, y más tarde el camarón y el pulpo, dieron origen al exiguo desarrollo económico estatal de la segunda mitad del siglo XX y aunque se logró generar riqueza a través de estas actividades económicas, lo cierto es que el ingreso se concentró en unos pocos sectores productivos.

La explotación petrolera que iniciara en el municipio de Carmen, constituye un claro ejemplo de una política desarrollista que supedita a sus necesidades económicas cualquier valoración cultural, social o ambiental. Hoy, un cuarto de siglo después, los beneficios de la explotación petrolera, si han existido, no han tenido lugar en el estado de Campeche, y, en cambio, la problemática derivada de aquella constituye una preocupación permanente para el Gobierno del Estado y es fuente de profundas insatisfacciones entre la comunidad campechana en general y entre la carmelita en particular.

Por esta razón emprenderemos un esfuerzo, sin precedentes, de ordenamiento del territorio como premisa para consolidar un desarrollo que sea verdaderamente integral, esto es, que atienda equitativamente las prioridades estatales en materia de desarrollo humano y social, crecimiento económico, cultura, desarrollo político, protección civil y protección ambiental (**Plan Estatal de Desarrollo, 2003-2009**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

Planear democráticamente los proyectos productivos y de obras de infraestructura que se realizan con recursos de PEMEX en las comunidades de las zonas petroleras, informando con precisión que esos beneficios son una respuesta de la empresa a las gestiones del gobierno, por el impacto socioeconómico causado.

Establecer mecanismos de supervisión de las inversiones en materia ambiental que contrate PEMEX, para verificar el cumplimiento de las mismas.

Las actividades del oleogasoducto submarino se realizarán en la sonda de campeche por lo que no le aplica este Plan, aunque impacta de forma indirecta en el desarrollo del estado.

### **3.1.3 Convenio Internacional para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (MARPOL 73/78)**

El Convenio está compuesto por 20 Artículos, Protocolos y 6 Anexos. El articulado y los protocolos proporcionan el marco general, mientras que los tienen regulaciones técnicas detalladas para a contaminación operacional de los buques.

Este es un acuerdo internacional que contiene una serie de reglamentaciones que se encuentran en seis anexos, para prevenir la contaminación por buques.. Los anexos son los siguientes:

- Anexo I** Contaminación por hidrocarburos
- Anexo II** Contaminación por sustancias nocivas, líquidas o transportadas a granel.
- Anexo III** Contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en bultos, contenedores, tanques portátiles y camiones cisterna o vagones tanque.
- Anexo IV** Contaminación por las aguas sucias de los buques.
- Anexo V** Contaminación por la basura de los buques.
- Anexo VI** Contaminación atmosférica producida por los buques.

Los anexos I, II y V de MARPOL son obligatorios y los anexos III y IV son facultativos.

Las exigencias del anexo I a estas plataformas marinas son equivalentes a las de los Buques no petroleros de un tonelaje igual o superior a 400 toneladas.

Las descargas operacionales de hidrocarburos o mezclas oleosas de las plataformas costa fuera se dividen en cuatro categorías: drenaje de la plataforma, drenaje de espacios de máquinas, descarga de agua de producción y descargas de aguas de desplazamiento. Solamente las descargas de los espacios de máquinas de las plataformas están sujetas a

*MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.*

---

las disposiciones del anexo I (**MARPOL 73/78**). Las otras descargas deben ser reglamentadas por la Legislación Mexicana.

Es importante aclarar que el MARPOL 73/78 también establece reglas generales para prevenir la contaminación proveniente de las plataformas marinas ya que en su Artículo 2 de Definiciones, éstas quedan comprendidas en el concepto de buque: por buque se entiende todo tipo de embarcaciones que operen en el medio marino, incluidos los aliscafos, así como los aerodeslizadores, los sumergibles, los artefactos flotantes y las plataformas fijas o flotantes”.

Este convenio se vincula en la etapa de construcción del proyecto tanto a la operación del las embarcaciones relacionadas con la ejecución como para el caso del manejo de la basura de las embarcaciones.

#### **3.1.4 Sistema Nacional de Áreas Protegidas.**

La zona en donde se construirá el Oleogasoducto no queda comprendida dentro de ninguna área natural protegida ni en las inmediaciones de alguna de ellas.

## 3.2 LEYES

En este apartado se describen las disposiciones jurídico normativas a nivel Federal e Internacional, aplicables a los diferentes aspectos involucrados en la gestión y protección ambiental de las zonas costeras y marinas, las cuales deben ser consideradas para el desarrollo del proyecto.

### 3.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

La presente ley es de orden público e interés social; sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección y mejoramiento del ambiente, conforme a las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y disposiciones que de la misma emanen de acuerdo a lo enunciado en el artículo 1, capítulo I, título primero.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche menciona en uno de sus capítulos sobre la prevención y control de la contaminación de agua y de los ecosistemas acuáticos en el artículo 93, capítulo II, título cuarto en la que se consideran los siguientes criterios:

- La prevención y el control de la contaminación del agua es fundamental, para evitar que se reduzca su disponibilidad así como para proteger los ecosistemas del Estado;
- Corresponde al Estado, a sus Municipios y a la sociedad, prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- 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 mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- Las aguas residuales de origen urbano de la competencia estatal, deberán recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua incluyendo las del subsuelo; y
- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

El desarrollo del proyecto observará los lineamientos jurídicos que están expedidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche, así como la política ambiental establecida en ella (**LGEEPA de Campeche, 1994**).

### **3.2.2 Ley de Aguas Nacionales.**

**ARTÍCULO 1º-** 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 2º-** 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.

#### **TÍTULO SÉPTIMO PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS** Capítulo Único

**ARTÍCULO 85º.-** En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal 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.

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 86º.-** "La Autoridad del Agua" tendrá a su cargo, en términos de Ley:

- I. Establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales, de los distintos usos y usuarios, que se generen en:
  - a. Bienes y zonas de jurisdicción federal;
  - b. Aguas y bienes nacionales;
- II. Autorizar en su caso, el vertido de aguas residuales en el mar, y en coordinación con la Secretaría de Marina cuando provengan de fuentes móviles o plataformas fijas;
- III. Vigilar, en coordinación con las demás autoridades competentes, que se cumplan las normas de calidad del agua en el uso de las aguas residuales;

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

IX. Instrumentar en el ámbito de su competencia un mecanismo de respuesta rápido, oportuno y eficiente, ante una emergencia hidroecológica o una contingencia ambiental, que se presente en los cuerpos de agua o bienes nacionales a su cargo;

**ARTÍCULO 94 BIS.** Previo otorgamiento o renovación de permisos, incluyendo los de descarga, concesiones y asignaciones de los generadores de contaminación, además de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas relativas a descargas de aguas residuales, el interesado deberá presentar ante "la Autoridad del Agua", un análisis físico, químico y orgánico de las aguas de las fuentes receptoras en puntos inmediatamente previos a la descarga. Dicha información servirá para conformar el Registro de control de contaminación por fuentes puntuales y evaluar la calidad ambiental de la fuente, su capacidad de asimilación o autodepuración y soporte (**Ley de Aguas Nacionales, 2004**).

### 3.2.3 Ley Federal del Mar

#### CAPÍTULO I. Ámbitos de Aplicación de la Ley

**ARTÍCULO 1º.-** 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 3º.-**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.

La ubicación del oleogaseoducto submarino se encuentra dentro de la zona económica exclusiva por lo cual debe cumplir con la ley federal del mar.

**ARTÍCULO 6º.-** 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;

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

- 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 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.

## **CAPÍTULO II. De las Instalaciones Marítimas**

**ARTÍCULO 14°.-** Las islas artificiales, instalaciones y estructuras no tiene Mar Territorial propio y su presencia no afecta la delimitación del Mar Territorial, de la Zona Económica Exclusiva o de la Plataforma Continental.

**ARTÍCULO 15°.-** La Nación tiene jurisdicción exclusiva sobre las islas artificiales, instalaciones y estructuras en la Zona Económica Exclusiva, en la Plataforma Continental y en las Plataformas Insulares, incluida la jurisdicción en materia de reglamentos aduaneros, fiscales, sanitarios, de seguridad y de inmigración.

**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 (**Ley Federal del Mar, 1986**).



### **3.3 REGLAMENTOS**

#### **3.3.1 Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de residuos peligrosos**

El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con autorización de la Secretaría, en los términos de los artículos 28 y 29 de la Ley.

En la manifestación de impacto ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse con motivo de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos

El proyecto comprende la construcción, operación, mantenimiento y abandono del Oleogasoducto de 24"  $\varnothing$  de la plataforma satélite ABK-B a la plataforma ABK-A permanente e interconexiones a instalaciones existentes, por tal motivo es necesario apegarse a lo dispuesto en el reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (1988), el cual se refiere a la prevención y control de residuos peligrosos. El adecuado manejo de estos residuos será realizado por la compañía contratista.

#### **3.3.2 Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.**

El presente reglamento se aplicará a los vertimientos deliberados de materiales, sustancias o desechos que puedan ser originadas durante el desarrollo de la construcción del Oleogasoducto de 24"  $\varnothing$ . El objetivo de este reglamento es controlar las descargas de los vertimientos (desechos orgánicos y aguas sanitarias), quedando sujeta a los principios, requisitos y condiciones que se establecen para prevenir el riesgo y daño que se pueda ocasionar al equilibrio ecológico. Se entiende por vertimiento a toda evacuación deliberada en aguas marítimas jurisdiccionales mexicanas por desechos u otros materiales, efectuadas desde buques, aeronaves y las que realicen por estos medios las plataformas y otras estructuras.

Los artículos que se toman en cuenta que aplican para este proyecto son:

**ARTICULO 5º.** 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.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**ARTICULO 6º.** 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 se especificarán la materia, la forma, el envase y la fecha en que se propongan verterla.

**ARTICULO 7º.** 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.

### **3.3.3 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**

El proyecto comprende la construcción de un Oleogasoducto de 24"  $\varnothing$  x 514.116 m de la plataforma satélite Abkatun-B a la plataforma Abkatun-A permanente, el cual debe apegarse a lo dispuesto en el reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (1988), el cual se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Parte del marco jurídico esta referido en los siguientes artículos, aplicable al responsable de las fuentes:

**ARTÍCULO 13º.-** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

- I. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

**ARTÍCULO 16º -** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

**ARTÍCULO 17º.-** Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a:

- I. Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes;
- II. Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control;

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

- III. Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación;
- IV. Las demás que establezcan la Ley y el reglamento.

**ARTÍCULO 18°.-** Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.

### **3.4 NORMAS**

La expedición de normas constituye uno de los pilares de la política ecológica y representa un esfuerzo regulatorio para adecuar las conductas de agentes económicos a los objetivos sociales de calidad ambiental.

A raíz de la publicación de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en 1992, se modernizó y perfeccionó el esquema normativo de México, en la medida en que el diseño y expedición de normas ha quedado sujeto necesariamente a la realización de estudios técnicos y de análisis costo-beneficio.

El procedimiento incluye la participación de diferentes interesados y representantes de sectores de actividad económica, a través del comité consultivo nacional de normalización para la protección ambiental.

La expedición de normas forma parte de las bases de la política ambiental, y se establecen como un esfuerzo regulatorio para adecuar las conductas de agentes económicos a los objetivos sociales de conservación. Las normas oficiales mexicanas (NOM) son un instrumento muy poderoso (siempre y cuando se lleven acabo), no sólo por su capacidad de controlar los procesos productivos, sino por su capacidad de inducir a los cambios de conducta en cuestiones ambientales.

Las normas oficiales mexicanas que son de observancia para el desarrollo del proyecto son las siguientes:

Dentro de las normas que son de observancia para llevar acabo el proyecto y con el fin de cuidar al máximo el ambiente y sus recursos se encuentran las siguientes: (**SEMARNAT, 2006**):

*NOM-059-SEMARNAT-2001.* Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

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

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

*NOM-052- SEMARNAT -1993. 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.*

*NOM-053- SEMARNAT -1993. 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.*

*NOM-054- SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.*

*NOM-012-SCT4-1994. Lineamientos para la generación del plan de contingencias para embarcaciones que transportan mercancías peligrosas*

*NOM-023-SCT4-1995. Condiciones para manejo y almacenamiento de mercancías, terminales y unidades mar adentro.*

*NOM-027-SCT4-1995. Requisitos que deben cumplir las mercancías peligrosas para su transporte en embarcaciones.*

*NOM-028-SCT4-1996. Documentación para mercancías peligrosas transportadas en embarcaciones: requisitos y especificaciones.*

*NRF-013-PEMEX-2005. Diseño De Líneas Submarinas En El Golfo De México*

*NRF-033-PEMEX-2003. Lastre de concreto para tuberías de Conducción*

*NRF-106-PEMEX-2005. Construcción, Instalación y Desmantelamiento de Ductos Submarinos.*

*NRF-003-PEMEX-2000. Parámetros sísmicos para diseño de instalaciones marinas en el Golfo de México*

## REFERENCIAS

Convenio Internacional para prevenir la Contaminación Marina provocada por los Buques (MARPOL 73/78). Página internet: <http://www.epa.gov/OWOW/OCPD/marpol.html>.

LGEEPA de Campeche, 1994. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

Plan Nacional de Desarrollo. 2001-2006. Página internet: <http://www.economia.gob.mx/pics/p/p1376/PLAN1.pdf>

Ley de Aguas Nacionales, 2004. Modificación a la Ley de Aguas Nacionales. 28 de Abril del 2004.

Ley Federal del Mar, 1986. Nueva Ley Federal de Mar DOF 08-01-1986. 8 de Enero de 1986.

Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos. 1988. Diario Oficial de la Federación.

Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. 1979. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT. 2006. Legislación Ambiental. Pagina internet: <http://www.semarnat.gob.mx/dgira/>

SEMARNAT. 2006. Normas Oficiales Mexicanas. Pagina internet: <http://www.semarnat.gob.mx/dgira/>

# **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

|  |               |
|--|---------------|
| <b>4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>                 | <b>IV - 1</b> |
| <b>4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....</b> | <b>IV - 3</b> |
| 4.2.1 Aspectos Abióticos.....                                    | IV - 3        |
| 4.2.1.1 Clima .....  | IV - 3        |
| 4.2.1.2 Geología y geomorfología.....                            | IV-10         |
| 4.2.1.3 Tipos y uso de suelo. ....                               | IV-16         |
| 4.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea.....                | IV-16         |
| 4.2.1.5 Batimetría .....   | IV-21         |
| 4.2.1.6 Perfil de Playa. ....                                    | IV-22         |
| 4.2.1.7 Composición de los sedimentos.....                       | IV-22         |
| 4.2.1.8 Ciclo de mareas. ....                                    | IV-24         |
| 4.2.1.9 Corrientes.....  | IV-25         |
| 4.2.1.10 Área Natural Protegida.....                             | IV-27         |
| 4.2.2 Medio biótico .....  | IV-28         |
| 4.2.2.1 Flora. ....  | IV-28         |
| 4.2.2.2 Fauna acuática.....                                      | IV-47         |
| 4.2.3 Medio socioeconómico.....                                  | IV-74         |
| 4.2.3.1 Empleo temporal. ....                                    | IV-74         |
| 4.2.3.2 Beneficios económicos de la nación. ....                 | IV-74         |
| <b>4.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. ....</b>                           | <b>IV-75</b>  |
| <b>REFERENCIAS.....</b>  | <b>IV-76</b>  |

## **FIGURAS:**

|  |        |
|--|--------|
| Figura IV. 1. Localización del Área de Estudio. ....   | IV - 2 |
| Figura IV. 2 Trayectoria de los fenómenos meteorológicos ocurridos en el Atlántico, mar caribe y Golfo de México durante el año 2005.....                  | IV-10  |
| Figura IV. 3 Provincias ecológicas y geológicas del Golfo de México. ....  | IV-11  |
| Figura IV. 4. Sismicidad de la República Mexicana.....   | IV-14  |
| Figura IV. 5 Parámetros sísmicos para diseño de instalaciones marinas en el Golfo de México estipulados en la norma de referencia NRF-003-PEMEX-2000. .... | IV-15  |
| Figura IV. 6 Mapa batimétrico del área de estudio. ....  | IV-21  |
| Figura IV. 7. Distribución de los sedimentos en el Área de Estudio. ....   | IV-22  |
| Figura IV. 8. Descripción de carbonatos (%) en el Área de Estudio.....   | IV-24  |
| Figura IV. 9. Distribución de grupos texturales en el Área de Estudio.....   | IV-24  |
| Figura IV. 10 Imágenes satelitales de las corrientes superficiales en época de estío.....  | IV-26  |

|   |       |
|---|-------|
| Figura IV. 11 Imágenes satelitales de las corrientes superficiales en época de lluvias (Agosto 2005).....                                     | IV-26 |
| Figura IV. 12. Imágenes satelitales de las corrientes superficiales en época de nortes (Diciembre 2005).....                                  | IV-27 |
| Figura IV. 13. Composición Porcentual de los Taxas de Zooplancton más abundantes en las cuatro zonas, campaña oceanográfica SMG-9, 2004 ..... | IV-62 |

## FOTOGRAFÍA:

|  |        |
|--|--------|
| Fotografía IV. 1. Plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A.....                           | IV - 1 |
| Fotografía IV. 2 Especies de Zooplancton registradas durante la campaña Oceanográfica SMG-9, 2005..... | IV-61  |
| Fotografía IV. 3 Especies de Peces colectadas durante la Campaña Oceanográfica .....                   | IV-65  |

## TABLAS:

|   |        |
|---|--------|
| Tabla IV. 1. Climatología presente en el área de estudio y zonas adyacentes. ....   | IV - 3 |
| Tabla IV. 2. Relación de fenómenos meteorológicos que se han presentado en el Atlántico, mar caribe y Golfo de México desde 1960 hasta el 2005. . | IV - 7 |
| Tabla IV. 3. Cuerpos de agua.....   | IV-20  |
| Tabla IV. 4 Listado de especies de pastos marinos que habitan en el área de estudio.....  | IV-29  |
| Tabla IV. 5. Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.   | IV-30  |
| Tabla IV. 6. Especies de fitoplancton dominantes en el Sur del Golfo de México..  | IV-39  |
| Tabla IV. 7. Especies de fitoplancton reportadas en la Sonda de Campeche.....   | IV-40  |
| Tabla IV. 8. Lista sistemática de las algas pardas bénticas (PHAOPHYTA) del Golfo de México. ....   | IV-45  |
| Tabla IV. 9. Número de Especies por Grupo Taxonómico. ....  | IV-47  |
| Tabla IV. 10. Características de los hábitats principales que ocurren en la zona de estudio y su relación a los valores antropocéntricos.....     | IV-49  |
| Tabla IV. 11. Especies de poliquetos que se encuentran en el área de estudio ....   | IV-50  |
| Tabla IV. 12. Moluscos registrados en el área de estudio.....   | IV-51  |
| Tabla IV. 13. Especies de crustáceos reportadas en el área de estudio.....  | IV-56  |
| Tabla IV. 14. Especies de equinodermos distribuidas en el Golfo de México. ....   | IV-58  |
| Tabla IV. 15. Ictiofauna registrada en el área de estudio. ....   | IV-64  |
| Tabla IV. 16. Tortugas Marinas que habitan en el Golfo de Mexico .....  | IV-70  |
| Tabla IV. 17. Mamíferos Marinos del Golfo de México .....   | IV-72  |

#### **4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

El proyecto se llevará a cabo en la Sonda de Campeche localizada en el Golfo de México. El Oleoducto de 24" Ø X 514.116 m se construirá desde la plataforma satélite Abkatun-B hasta la plataforma permanente del centro de proceso Abkatun-A (Llegada del oleoducto ver **Fotografía IV.1**).

El Golfo de México es una de las cuencas más grandes de los litorales del Océano Atlántico. Junto con el Mar Caribe, conforma un área dominada por procesos tropicales y subtropicales, y constituye una región definida como el mediterráneo americano.



**Fotografía IV. 1.** Plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



Fuente: INEGI, 2006

**Figura IV. 1. Localización del Área de Estudio.**

## 4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### 4.2.1 Aspectos Abióticos.

La Sonda de Campeche forma parte de la plataforma continental al noroeste de la Península de Yucatán, en el Sur del Golfo de México, esta situada de los 18° a 21° latitud Norte y de los 90.5° a 94.5° latitud Oeste y ocupa un área aproximada de 114,965 Km<sup>2</sup> de los cuales 111,698 Km<sup>2</sup> corresponden a aguas marinas y 3,267 Km<sup>2</sup> a estuarios y aguas protegidas, siendo esta una zona de intensa actividad pesquera y petrolera.

Ecológicamente, la Sonda de Campeche es una región amplia, donde los procesos costeros y ecológicos están estrechamente interconectados. Los procesos climático-meteorológicos, la descarga de los ríos y los procesos sedimentarios son las principales variables físicas que controlan a los procesos biológicos. (UACAM. 2006).

#### 4.2.1.1 Clima

##### a) Tipo de clima

En el área de estudio situada en el Sur del Golfo de México, frente a las costas de los límites estatales entre Campeche y Tabasco (en el área de plataformas marinas,) así como en el área de influencia económica (Ciudad del Carmen) se pueden encontrar los siguientes tipos de climas:

**Tabla IV. 1.** Climatología presente en el área de estudio y zonas adyacentes.

| Tipo   | Símbolo                           | Ubicación   |
|--|-----------------------------------|---|
| <i>Agrupar los subtipos de humedad media de los cálidos subhúmedos A(w)</i>          |                                   |   |
| Cálido subhúmedo con lluvias en verano con % de lluvias invernales entre 5 y 10      | Aw <sub>1</sub>                   | Nordeste de la Laguna de Términos                                       |
| <i>Agrupar los subtipos más húmedos de los cálidos subhúmedos</i>                    |                                   |   |
| Cálido subhúmedo con lluvias en verano con % de lluvia invernal mayor de 10.2        | Aw <sub>2</sub> (x <sup>1</sup> ) | Toda la Isla de El Carmen, Este, Sudeste y Sur de la Laguna de Términos |
| <i>Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano</i>                                |                                   |   |
| Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano con % de lluvia invernal mayor a 10.2 | Am(f)                             | Oeste y Sudoeste de la Laguna de Términos                               |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.1.** (Continuación) Climatología presente en el área de estudio y zonas adyacentes.

| Tipo   | Símbolo | Ubicación   |
|--|---------|---|
| <i>Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano</i>                              |         |   |
| Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano con % de lluvia invernal menor de 5 | Am(w)   | Área de plataformas, Zona Sur del Golfo de México frente a las costas de Campeche y Tabasco |

**Fuente:** Carta de Clima, INEGI, 1995. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen por Enriqueta García, 1988.

**b) Temperatura.**

La temperatura máxima promedio en el área de estudio es de 37 °C, en tanto que la temperatura promedio del mes más caliente es de 38 °C. La temperatura mínima extrema es de 18 °C (**PEP. Bases de usuario, 2006**).

Además, se cuenta con los datos de temperatura de la estación meteorológica de Cayo Arcas, que es la más cercana al área de estudio, la temperatura media registrada en Cayo Arcas es de 30 °C, la máxima de 35 y la mínima de 27. Otros datos obtenidos en esta estación fueron la presión de 1012.5 milibares, humedad relativa del 100%, dirección del viento, 50 grados, intensidad del viento 9 nudos y la intensidad del viento máximo de 12.1 nudos. (**Subsecretaría de Marina 2006**).

**c) Precipitación pluvial.**

La estación de Cayo Arcas mostró una precipitación media anual de 334.5 mm. Las precipitaciones máximas se presentaron en los meses de agosto a octubre, siendo septiembre el mes que presentó los valores más elevados.

La precipitación pluvial máxima en el área de estudio es de 100 a 110 mm/h (**PEP. Bases de usuario, 2006**).

**d) Eventos climáticos extremos.**

El clima de la región está condicionado, básicamente, por el régimen de los vientos alisios que viran hacia el Sur, por la influencia de la barrera que forma la sierra madre oriental, buscando salida por la depresión del sistema de Tehuantepec. Asimismo, el régimen de vientos alisios se encuentra bajo la influencia del anticiclónico de los azores.

La velocidad de los vientos dominantes por periodos de un minuto bajo condiciones de tormenta es de aproximadamente 150 Km/h. (**PEP. Bases de usuario, 2006**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

- **Nortes**

Los nortes se caracterizan por presentar una onda de deformación isobárica de norte a Sur, en conjunto con variaciones de presión atmosférica; al desplazarse las masas anticiclónicas de aire frío procedentes del polo norte hacia las regiones de baja presión, afectan al Golfo de México y áreas cercanas. **(Ortiz Pérez M. A, de la Lanza E. G y col. 2006).**

Los fenómenos de los “nortes” se desarrollan normalmente entre octubre y marzo y cada año se presentan entre 15 y 20, con una duración de uno hasta cinco días. Los vientos frecuentemente exceden los 40 Km/h, creando mareas de tormenta que inundan las tierras bajas, erosionan playas y transportan sedimentos en diversas direcciones. Hay movimiento de arenas en las playas de dunas con una orientación de norte a Sur, progradando a las lagunas costeras situadas en sotavento. Aunque la altura de mareas es pequeña a lo largo del Golfo (<0.5m), es importante en las zonas de mezcla de ambientes estuarinos con movimiento de agua y sedimentos, particularmente en las desembocaduras fluviales, los esteros, brazos deltaicos y bocas de lagunas.

Durante todo el año soplan vientos del norte, con variación en los meses de mayo - agosto, los cuales provienen del noreste y Sur, son vientos alisios modificados ligeramente en su dirección por condiciones regionales que se imponen a la circulación general de la atmósfera.

En invierno, la dirección de los vientos se presenta hacia el este, con ligera tendencia hacia el Sur y mayor hacia el norte, los vientos del sudeste son una mezcla de aires calientes y cuando este flujo es lento, se enfrían por la baja temperatura del agua originando condensación y niebla en la parte norte del Golfo. El promedio de velocidad del viento varía de 11.1 Km/hr a 14.8 Km/hr.

El viento dominante proviene del norte, la velocidad máxima promedio mensual es de 7.5 m/s y la mínima promedio es de 2.2 m/s. La velocidad máxima por día de viento proviene del nornoroeste. Se tiene, a lo largo del año, una frecuencia alta de “calma” (42.6%); los vientos con dirección nornoroeste, sudoeste y Sur predominan en la región (3.7%).

La circulación general de los vientos en el Golfo de México y en la Sonda de Campeche es anticiclónica y tiene su origen en el Atlántico Norte, la velocidad media es de 4 m/s. Los vientos dominantes provienen del este – sudeste durante la mayor parte del año, así mismo ocurren en otoño e invierno vientos del norte – noroeste y del este – noreste. La velocidad media con la que se presentan se encuentra dentro del rango de los 24 a los 55 m/s.

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Dirección predominante del viento: | Sudeste         |
| Promedio de velocidad:             | 4.3 m/s         |
| Velocidades máximas registradas:   | 120 a 135 Km/hr |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

- **Huracanes**

El Golfo de México constituye un área favorable en el desarrollo de ciclones tropicales en el verano, mismos que son acompañados de oleaje y mareas de tormenta.

Los vientos generados por el poder destructivo de un huracán, son muy fuertes. Con velocidades de viento de 74 millas por hora en un huracán mínimo, hasta 155 millas por hora o más en un huracán catastrófico, la marejada se presenta debido al viento y las fuerzas de presión en un sistema tropical. En general, la marejada ocurre cerca y a la derecha de donde el centro del huracán hace su entrada a tierra. El área costera más peligrosa durante una marejada ciclónica es a lo largo de costas con elevación baja, las cuales permiten que el agua penetre tierra adentro o a través de bahías, lagos y ríos. El área típica afectada por la marejada es de aproximadamente 50 a 100 millas y dura varias horas con acumulaciones de lluvia asociadas al paso de un huracán de entre 5 y 10 pulgadas, lo que puede causar inundaciones extensas inclusive, tormentas tropicales relativamente débiles son capaces de producir grandes cantidades de lluvia, principalmente si el ciclón interactúa con frentes fríos y/o terreno montañoso. **(Información Meteorológica Tropical 2006, INETER. GOB 2006).**

Las instalaciones de Petróleos Mexicanos en la Sonda de Campeche, han sido afectadas por los huracanes Debby (1988), Gilberto (1988), Jerry (1989), Diana (1990), Opal (1995), Roxana (1995) y el más reciente, el Isidore (2002).

Las afectaciones de los huracanes en las instalaciones van desde daños en accesorios como pasillos, barandales, escaleras, así como fallas en las conexiones de algunos elementos estructurales de las plataformas, hasta desplazamientos y rupturas en algunos ductos submarinos, incluyendo ductos ascendentes y tuberías sobre cubierta de plataformas provocando una suspensión temporal de la producción y transporte de petróleo. Después de lo ocurrido con el huracán Roxanne se realizaron las inspecciones de los daños, que dio origen al Criterio Transitorio para el Diseño y Reevaluación de Plataformas Costa afuera en la sonda de Campeche. Reporte para PEP/IMP, 1a edición 1997, desarrollando posteriormente la norma de referencia NRF-003-PEMEX-2000, "Diseño y Evaluación de Plataformas Marinas Fijas en la Sonda de Campeche", Rev. 0, Edición 18 de diciembre de 2000. De la misma manera se generó el Criterio Transitorio para el Diseño y Evaluación de Líneas Submarinas en la Sonda de Campeche, Reporte para PEMEX/IMP, Bea Robert, octubre/1997, después de varias revisiones, este criterio dio origen a la norma de referencia NRF-013-PEMEX-2001 denominada "Evaluación de Líneas Submarinas en el Golfo de México", Rev. 0, Edición 15 de abril 2001. **(IMP. PPA. 2004).**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

En la **Tabla IV.2** se muestra una relación de fenómenos meteorológicos tales como las depresiones y tormentas tropicales así como huracanes del Atlántico y del Golfo de México, desde 1960 hasta el 2005. (**Weather Unisys, 2005**).

**Tabla IV. 2.** Relación de fenómenos meteorológicos que se han presentado en el Atlántico, mar caribe y Golfo de México desde 1960 hasta el 2005.

| No.                | Nombre    | Fecha                   | Intensidad        | Velocidad del viento (Km/hr) |
|--------------------|-----------|-------------------------|-------------------|------------------------------|
| <b>1960 – 1970</b> |           |                         |                   |                              |
| 1                  | Abby      | 12 – 16 julio 1960      | Huracán           | -----                        |
| 2                  | Anna      | 21 –24 julio 1961       | Huracán           | -----                        |
| 3                  | Carla     | 5 –12 septiembre 1961   | Huracán           | -----                        |
| 4                  | Hatie     | 27 –31 octubre 1961     | Huracán           | -----                        |
| 5                  | Hilda     | 30 sep – 30 oct. 1964   | Huracán           | -----                        |
| 6                  | Isabel    | 13 –15 octubre 1964     | Huracán           | -----                        |
| 7                  | Debbie    | 24 – 29 septiembre 1965 | Huracán           | 130                          |
| 8                  | Alma      | 6 – 13 junio 1966       | Huracán           | 160                          |
| 9                  | Inez      | 27 sep – 10 oct 1966    | Huracán           | 230                          |
| 10                 | Beulah    | 8 – 23 septiembre 1967  | Huracán           | 250                          |
| 11                 | Gladis    | 14 – 19 octubre 1968    | Huracán           | 150                          |
| 12                 | Camille   | 14 – 22 agosto 1969     | Huracán           | 350                          |
| 13                 | Francelia | 30 agosto – 4 sep 1969  | Huracán           | 160                          |
| 14                 | Laurie    | 17 – 24 octubre 1969    | Huracán           | 160                          |
| 15                 | Becky     | 20 – 22 julio 1970      | Tormenta Tropical | 90                           |
| 16                 | Ella      | 10 – 12 septiembre 1970 | Huracán           | 140                          |
| 17                 | Greta     | 27 sep – 20 oct 1970    | Tormenta Tropical | 65                           |
| <b>1971 – 1980</b> |           |                         |                   |                              |
| 1                  | Chloe     | 18 – 25 Agosto 1971     | Tormenta Tropical | 79                           |
| 2                  | Edith     | 6 – 15 septiembre 1971  | Tormenta Tropical | 100                          |
| 3                  | Agnes     | 16 – 23 junio 1972      | Huracán           | 150                          |
| 4                  | Brenda    | 18 – 22 agosto 1973     | Huracán           | 130                          |
| 5                  | Delia     | 12 septiembre 1973      | Huracán           | 120                          |
| 6                  | Carmen    | 29 ago – 8 sep 1974     | Huracán           | 255                          |
| 7                  | Fifi      | 16 – 20 septiembre 1974 | Huracán           | 240                          |
| 8                  | Caroline  | 26 ago – 1 sep 1975     | Huracán           | 165                          |
| 9                  | Eloise    | 14 – 23 septiembre 1975 | Huracán           | 155                          |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.2.** (Continuación) Relación de fenómenos meteorológicos que se han presentado en el Atlántico y Golfo de México desde 1960 hasta el 2005.

| No.                | Nombre   | Fecha                       | Intensidad        | Velocidad del viento (Km/hr) |
|--------------------|----------|-----------------------------|-------------------|------------------------------|
| 10                 | Frida    | 17 – 19 septiembre 1977     | Tormenta Tropical | 83                           |
| 11                 | Greta    | 14 – 19 octubre 1978        | Huracán           | 210                          |
| 12                 | Henry    | 15 –24 septiembre 1979      | Huracán           | 138                          |
| 13                 | Allen    | 1 – 11 agosto 1980          | Huracán           | 280                          |
| 14                 | Hermine  | 21 – 25 septiembre 1980     | Huracán           | 180                          |
| 15                 | Janne    | 9 – 15 noviembre 1980       | Huracán           | 130                          |
| <b>1981 – 1990</b> |          |                             |                   |                              |
| 1                  | Eduardo  | 13 –15 septiembre 1984      | Tormenta Tropical | 75                           |
| 2                  | Debby    | 31 ago – 3 sep 1988         | Huracán           | 165                          |
| 3                  | Gilbert  | 8 – 17 septiembre 1988      | Huracán           | 295                          |
| 4                  | Jerry    | 12 – 16 octubre 1989        | Huracán           | 140                          |
| 5                  | Diana    | 4 –9 agosto 1990            | Huracán           | 155                          |
| <b>1991 – 2005</b> |          |                             |                   |                              |
| 1                  | Opal     | 28 sep – 9 oct 1995         | Huracán           | -----                        |
| 2                  | Roxanne  | 8 – 18 Octubre 1995         | Huracán           | 220                          |
| 3                  | Cesar    | Julio 1996                  | Huracán           |                              |
| 4                  | Georges  | 15 sep- 1 oct 1998C         | Huracán           |                              |
| 5                  | Match    | Octubre 1998                | Huracán           |                              |
| 6                  | Isaac    | 21 sep – 4 oct 2000         | Huracán           |                              |
| 7                  | keith    | 28 sep- 6 oct 2000          | Huracán           |                              |
| 8                  | Michelle | Oct 26 a 6 de Nov 2001      | Huracán           | 220 mi/hr                    |
| 9                  | Noel     | 05-06 Nov 2001              | Huracán           | 120 mi/hr                    |
| 10                 | Alma     | Mayo 2002                   | Huracán           |                              |
| 11                 | Isidoro  | 14 al 27 de sep 2002        | Huracán           | 110 mi/hr                    |
| 12                 | Lily     | 21 sep- 4 oct 2002          | Huracán           | 125 mi/hr                    |
| 13                 | Isabel   | 6 al 20 sep 2003            | Huracán           |                              |
| 14                 | Bonnie   | 3 al 13 de agosto del 2004  | Tormenta tropical | 55 mi/hr                     |
| 15                 | Ivan     | Septiembre 2004             | Huracán           | 145 mi/hr                    |
| 16                 | Jeanne   | Septiembre 2004             | Huracán           |                              |
| 17                 | Matthew  | 8 al 11 de octubre del 2004 | Tormenta tropical | 45 mi/hr                     |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.2.** (Continuación) Relación de fenómenos meteorológicos que se han presentado en el Atlántico y Golfo de México desde 1960 hasta el 2005.

| No. | Nombre | Fecha            | Intensidad        | Velocidad del viento (Km/hr) |
|-----|--------|------------------|-------------------|------------------------------|
| 16  | Arlene | 8 – 11 jun 2005  | Tormenta tropical |                              |
| 17  | Bret   | 28 - 29 jun 2005 | Tormenta tropical |                              |
| 18  | Cindy  | 03 - 06 jul 2005 | Tormenta tropical |                              |
| 19  | Dennis | 04 - 11 jul 2005 | Huracán           |                              |
| 20  | Emily  | 11-21 jul 2005   | Huracán           | 140 mi/hr                    |
| 21  | Gert   | 23 - 25 jul 2005 | Tormenta tropical |                              |
| 22  | Jose   | 22 - 23 ago 2005 | Tormenta tropical |                              |
| 23  | Rita   | 18-26 sep 2005   | Huracán           | 155 mi/hr                    |
| 24  | Stan   | 1 - 5 oct 2005   | Huracán           |                              |
| 25  | Wilma  | 15 - 25 oct 2005 | Huracán           | 150 mi/hr                    |

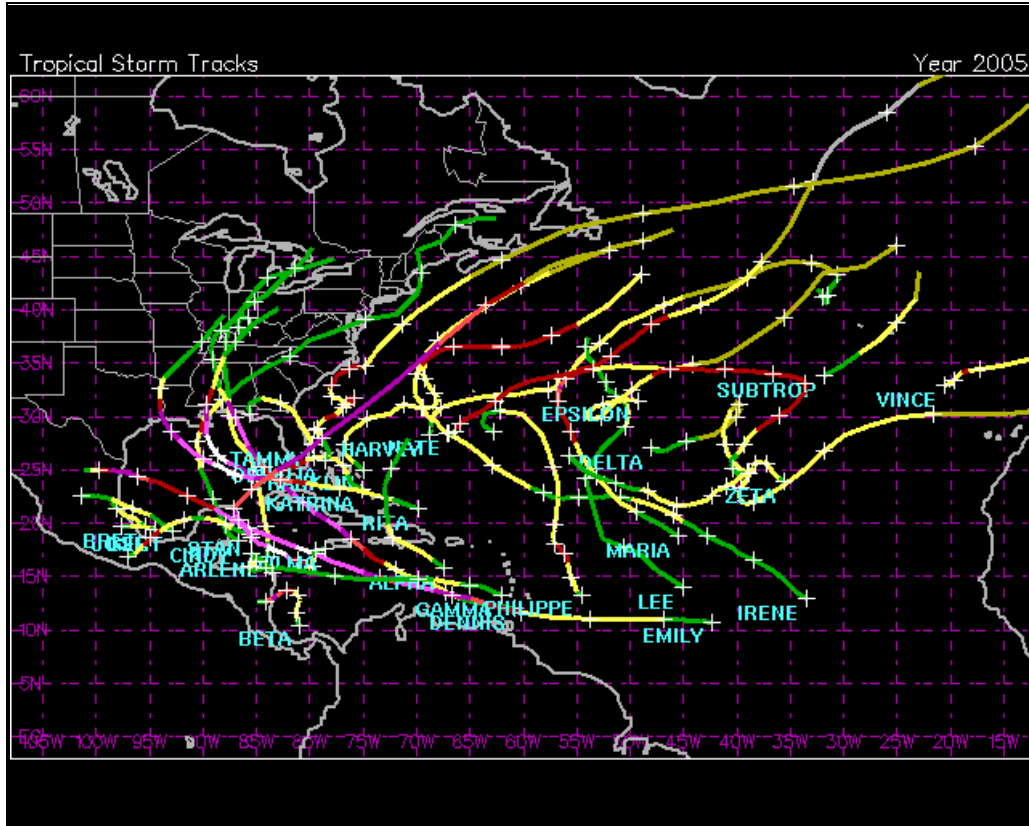
Fuente: INE 2006, INETER. GOB. 2006, Weather.unisys 2005, Wikipedia org 2004, Wikipedia org 2005.

La Temporada de Huracanes en el Atlántico, incluyendo el Caribe y el Golfo de México, empieza el 1 de Junio y termina el 30 de Noviembre. Estas fechas fueron determinadas utilizando información climatológica, la cual demuestra que la mayoría de las tormentas tropicales y huracanes ocurren durante esos seis meses, con un clímax de mediados de agosto a mediados de octubre. Sin embargo, sistemas tropicales se han registrado fuera de este período, lo que es un evento raro. El 80% de los huracanes que ocurren en el Golfo de México se forman fuera de él, disolviéndose normalmente en las costas del Noroeste del Golfo de México o en la península de Florida. Su centro normalmente se desplaza con velocidad de 18 a 20 Km/h y su dirección más común es hacia el Oeste, cambiando a veces hacia el Noroeste o al Noreste. El promedio anual para el Atlántico, el Caribe, y el Golfo de México es de alrededor de 10 sistemas nombrados (incluyendo huracanes y tormentas tropicales), seis de los cuales se convertirán en huracanes. Usualmente, la mayoría de los huracanes permanecen en mar abierto, afectando exclusivamente operaciones marítimas. **(Información Meteorológica Tropical 2006).**

En la **Figura IV.2** se muestra la trayectoria de los fenómenos meteorológicos ocurridos en el Atlántico y el Golfo de México en el reciente año (2005).



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.



Fuente: <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/2005/index.html>.

**Figura IV. 2** Trayectoria de los fenómenos meteorológicos ocurridos en el Atlántico, mar caribe y Golfo de México durante el año 2005.

#### 4.2.1.2 Geología y geomorfología.

##### a) Característica geomorfológica del área.

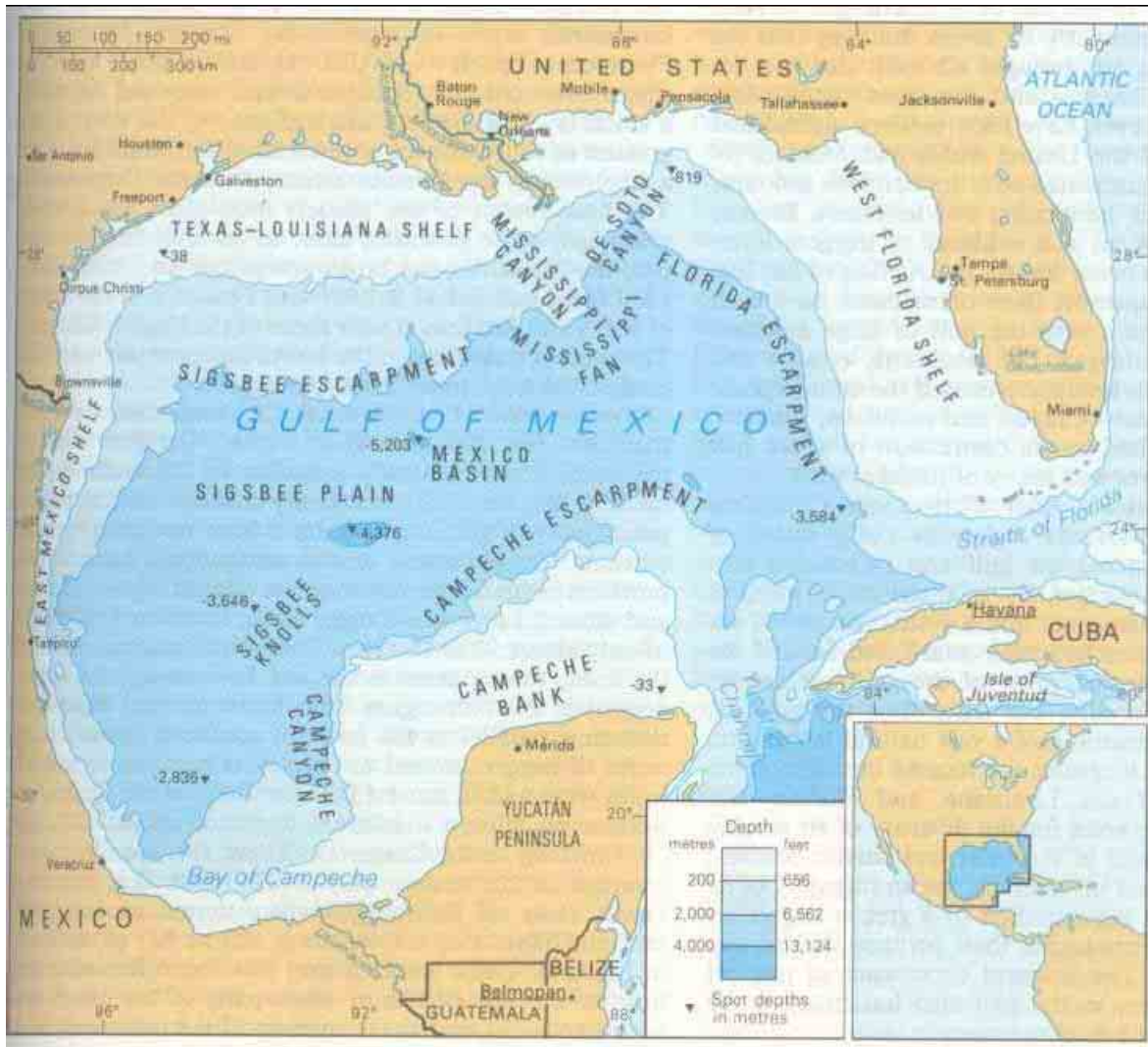
El Golfo de México está dividido en 5 provincias ecológicas (Planicie de Florida Este, Planicie Texas-Louisiana, Planicie del Oeste de México, Bahía de Campeche, Península de Yucatán) y 11 provincias geológicas (Banco de Campeche, Terraza de Campeche, Cañón de Campeche, Lomas Dómicas de Campeche, Cuenca Abisal Sigsbee, Llanura Sigsbee, Planicie Sigsbee, Banco Sigsbee, Cañón de Mississippi, Cañón de Soto, Cañón de Florida). (MIA. Proyecto Region Marina Noreste Fase II. 2006), Ver Figura IV.3

La Sonda de Campeche se localiza en la parte Sur del Golfo de México, entre dos provincias geológico-sedimentarias: al oeste la provincia "Bahía de Campeche" con sedimentos de tipo terrígeno-clástico proveniente del sistema fluvial (limo-arcillosa); y al este la provincia denominada "Banco de Campeche", caracterizada por sedimentos calcáreos provenientes de la plataforma carbonatada de Yucatán, que se extiende en un

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

área de aproximadamente 90000Km<sup>2</sup> desde los 200m de profundidad hasta la línea de playa. (**Antoine 1972**).

El Golfo de México forma parte de la placa americana y es un área geológicamente antigua que ha experimentado movimientos verticales descendentes es una cuenca intracratónica formada por hundimiento, cuya reducción y depresión se relacionan con el crecimiento de las plataformas carbonatadas de Campeche y Florida durante el Cretácico.



Fuente: MIA. Proyecto Region Marina Noreste Fase II. 2006.

**Figura IV. 3** Provincias ecológicas y geológicas del Golfo de México.

Los rasgos geomorfológicos del Golfo de México se pueden describir a partir de 7 provincias, seis con base en los cambios de dirección de la plataforma continental y la séptima caracterizada por la porción central de la Cuenca del Golfo. (**Antoine 1972**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

**b) Característica del relieve**

La planicie costera del Golfo de México desciende suavemente de la Sierra Madre Oriental como una planicie costera típica, ancha y de pocos relieves. La plataforma continental es muy angosta frente a Veracruz y en ciertas regiones tiene de 8 a 10 Km aunque se ensancha significativamente hacia el sureste, frente a Campeche y Yucatán, en más de 150 Km.

En lo referente al relieve submarino, hacia el extremo austral de la Sonda de Campeche, el aporte de sedimentos procedentes principalmente de los ríos Grijalva-Usumacinta ha acrecentado sobre la plataforma continental a una llanura deltáica submarina de amplitud moderada y sensiblemente cóncava, desde el litoral hasta los 80 m de profundidad, donde la pendiente se inflexiona y acentúa conforme se incrementa la profundidad. La configuración general de la superficie deltáica es convexa. Frente a la Barra de Santa Ana, el extremo exterior de la plataforma se localiza a 130 m de profundidad y a 46 Km del litoral. El gradiente del piso marino es moderado y varía desde 1:240 frente a la Barra de Santa Ana hasta 1:420 en la Punta Xicalango (**Ayala-Castañares, 1990**).

De las ondulaciones deltáicas submarinas identificadas en la superficie destacan las dispuestas a profundidades de 18, 36, 70 y 90 m. Es interesante la presencia de crecimientos arrecifales a profundidades de 35 a 70 y de 80 a 90 m, cuyo relieve varía de tubular a pináculos de siete o más metros de altura. Las terrazas submarinas están relacionadas a las comunidades arrecifales, en especial las cercanas al talud continental (18°56' N y 93°13' O) con características morfológicas notables en el fondo, siendo un valle submarino situado a profundidades de 30 a 100 m frente al río San Pedro-San Pablo y varios remanentes de causes fluviales localizados entre los 10 y 40 m de profundidad frente a una antigua Boca del Río González.

Según un estudio realizado en el suroeste del Golfo de México, los depósitos calcáreos que se localizaron en dicho estudio, están asociados con sistemas de fracturas locales y fallas regionales, que forman un patrón estructural paralelo al borde externo del Banco de Campeche, desde el Sur-suroeste del Escarpe de Campeche, prolongándose hacia el suroeste del banco calcáreo y en el extremo Noreste de Laguna de Términos y de Isla del Carmen; este sistema estructural, en conjunto, se denominó como sistema de la "Falla Candelaria". (**Aguayo et al 2004**).

**c) Fisiografía**

El Golfo de México comprende a un conjunto de provincias y subprovincias fisiográficas que son consecuencia de su origen y evolución a partir del Triásico Superior; de la carga litostática subsidente que cubrió a la zona distensiva basamental que originó a la cuenca marina; de la presencia de extensos depósitos de sal precipitada durante el Jurásico Medio y que se movilizó diapíricamente desde el Terciario, a través de la columna estratigráfica del subsuelo hasta aflorar en el fondo marino actual.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

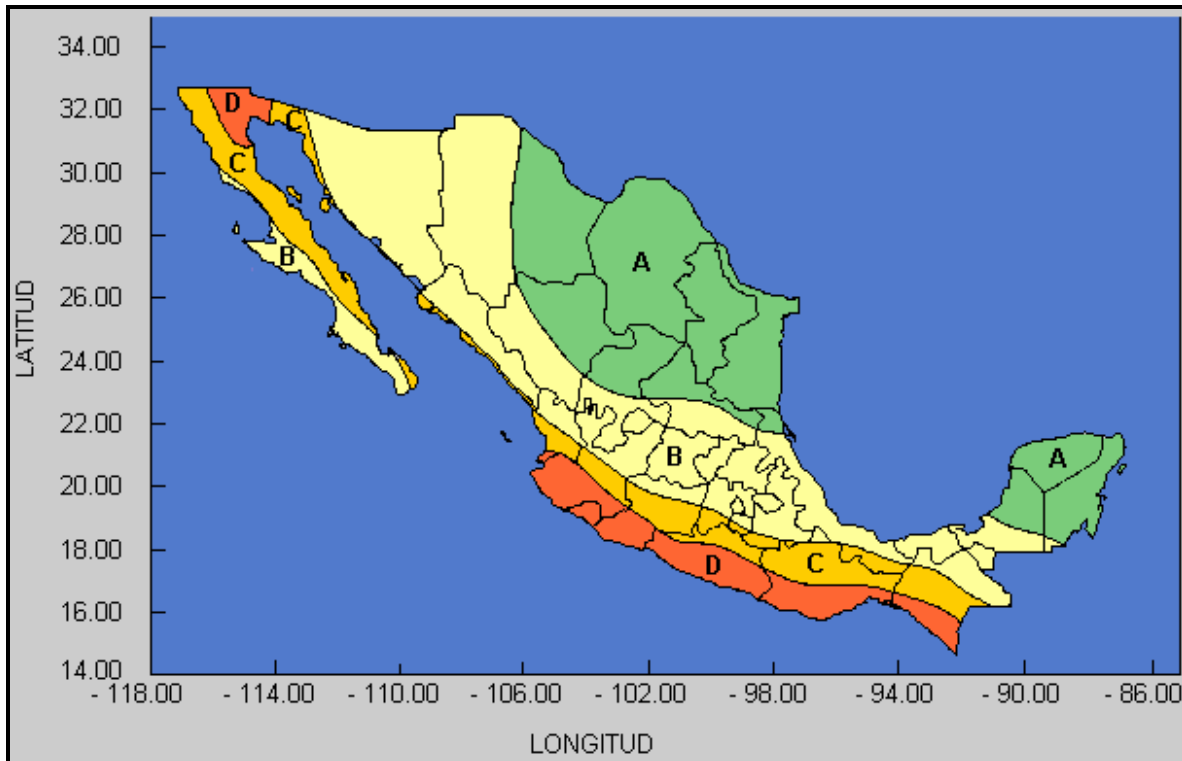
En la superficie de la plataforma continental, es evidente la presencia de rasgos fisiográficos del Cuaternario, caracterizados por terrazas escalonadas de origen eustático, como productos de la erosión o el depósito sedimentario en antiguas franjas costeras y litorales. Los rasgos geomorfológicos debidos a erosión subaérea, depósitos fluvio deltáicos y por corrientes marinas, están presentes a diferentes profundidades como, canales y valles erosivos, depósitos sedimentarios en forma de bancos, rellenos y bordes de canales, barras y lóbulos, orientados en forma paralela y transversalmente a la franja costera, y como abanicos de talud en la terraza abisal, al pie de la plataforma continental; todos estos rasgos fisiográficos están presentes en la región de estudio. La actividad de la tectónica salina es muy intensa, lo que es evidente por las irregularidades de la superficie del fondo oceánico, que son consecuencia de numerosos diapiros de sal que están intrusionando a la columna estratigráfica y que afloran en la superficie del fondo marino, lo que se observa en los mapas batimétricos y en los perfiles hidroacústicos del piso marino y del subsuelo somero. La provincia petrolera en la región, principalmente se localiza en las fosas y pilares tectónicos asociados con litofacies terrígenas y calcáreas, cuyos espesores son de más de 10 kilómetros, y se asocian comúnmente a diapiros de sal. Estos sistemas tectónicos y estratigráficos, comprenden al prisma acrecional del Terciario y del Cuaternario del margen continental de las cuencas del sureste de México, que se extienden desde el Sur, en el frente norte de la Sierra de Chiapas, y hacia el norte, en la planicie costera marina, en el Golfo de México. En esta porción marina, el límite norte del prisma acrecional, corresponde al frente Sur de la proyección superficial del manto superior en el subsuelo profundo, emplazado estimativamente entre 15 y 16 kilómetros bajo el nivel del mar; éste mismo, en el fondo oceánico, se manifiesta con la geomorfología circular y grumosa de los diapiros salinos y con la distribución de los sedimentos del piso marino, formando lentes y lóbulos, cóncavos hacia el norte, que siguen, a la vez, la trayectoria del frente norte del prisma acrecional continental. (**Instituto de Geofísica de la UNAM, 2006**).

**d) Susceptibilidad de la zona**

- **Sismicidad.**

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, como se muestra en la **Figura IV.4**. La zona A es una franja donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una franja donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.



Fuente: SSN, 2004.


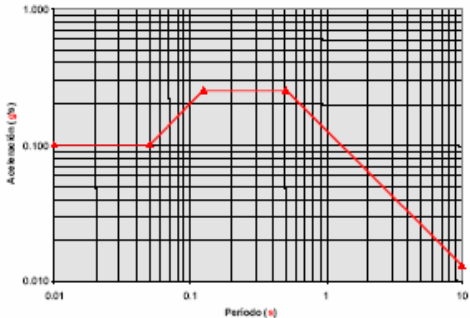
**Figura IV. 4.** Sismicidad de la República Mexicana.

Las otras dos zonas (B y C) son franjas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. El área de estudio se encuentra en la región baja de sismicidad Clase "B".

El factor sismológico determinado por estudios de tectónica realizados en la zona y los registros de los sismos publicados en el boletín de información sísmica preliminar del Instituto de Ingeniería de la UNAM, muestran que la región es tectónicamente estable y los movimientos telúricos registrados no provocan desplazamientos de las estructuras geológicas que puedan afectar las construcciones.

Por lo anterior la probabilidad de que se presente un sismo de magnitud mayor en la Sonda de Campeche es baja. De cualquier manera, PEP en su norma de referencia NRF-003-PEMEX-2000, considera los criterios de diseño por sismicidad que se presentan en la **Figura IV.5**, para instalaciones nuevas. (IMP. PPA. 2004).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

|   |   |  |
|---|---|--|
| <br><b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b><br>DOCUMENTO NORMATIVO<br>Fecha: 18 de diciembre de 2000   | <b>DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PLATAFORMAS MARINAS FIJAS EN LA SONDA DE CAMPECHE</b> | No. de Documento<br><b>NRF-003-PEMEX-2000</b><br>Rev. 0<br>Página 16 DE 58 |
| <p><b>11. PARÁMETROS SÍSMICOS PARA DISEÑO.</b></p> <p>El procedimiento de diseño especificado en este documento se presenta para una categoría única e incluye un espectro de referencia y factores de reserva de resistencia (RSR) que deben ser verificados para asegurar un adecuado diseño. Los requerimientos de resistencia, ductilidad, combinación de cargas sísmicas y lineamientos adicionales deben aplicarse conforme a las recomendaciones del API-RP-2A (WSD), 20ª Edición, con las excepciones establecidas en este documento.</p> <p><b>11.1 Análisis a nivel de resistencia.</b></p> <p>El análisis a nivel de resistencia es requerido para garantizar que la plataforma posea niveles de resistencia y rigidez adecuados, para evitar un daño estructural significativo ante la presencia de un sismo que tiene una probabilidad razonable de no ser excedido durante la vida útil de la plataforma. Este requisito se considera satisfecho si la estructura es adecuada para soportar las cargas obtenidas a partir del espectro de diseño que se muestra en la Fig. 11.1. Detalles adicionales sobre este espectro se presentan en los comentarios de esta sección.</p> <p><b>11.2 Análisis a nivel de ductilidad.</b></p> <p>El análisis a nivel de ductilidad es requerido para garantizar que la plataforma posea la reserva de capacidad suficiente para evitar su colapso ante la presencia de un sismo excepcional e intenso. El análisis de ductilidad se podrá realizar a través de un análisis de resistencia última utilizando un método incremental de carga (pushover). La relación entre la carga última de la estructura (obtenida de éste análisis) y la carga de referencia debe satisfacer el factor de reserva de resistencia mínimo presentado en la Tabla 11.1. La carga de referencia será la correspondiente al nivel de resistencia, es decir, el cortante total obtenido a partir del espectro de la Fig 11.1.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Fig. 11.1. Espectro de diseño a nivel de resistencia (200 años de período de retorno).</b></p> <p>El factor de reserva de resistencia presentado en la Tabla 11.1 considera un arriostramiento horizontal y vertical completo, quedando excluida la utilización de juntas tipo "K". El arriostramiento horizontal y vertical completo se garantiza satisfaciendo los requisitos de "buenas prácticas" recomendados en el API-RP-2A (WSD), 20ª Edición, Sección C2.3.8d.</p> |   |  |

Fuente: NRF-003-PEMEX-2000.

**Figura IV. 5** Parámetros sísmicos para diseño de instalaciones marinas en el Golfo de México estipulados en la norma de referencia NRF-003-PEMEX-2000.

Mediante los datos obtenidos por el Servicio Sismológico Nacional, desde el año de 1995 a la fecha, únicamente se han registrado 8 eventos para el área de estudio y sus alrededores, todos ellos de magnitud 4 (SSN 2006).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

- **Posible Actividad Volcánica.**

La actividad volcánica registrada en la zona es muy baja, ya que el Golfo de México se encuentra en estabilidad geomorfológica por lo que donde se localiza la obra no existe un riesgo de actividad volcánica.

#### **4.2.1.3 Tipos y uso de suelo.**

No aplica este punto porque el proyecto se realizara en mar adentro sobre lecho marino. Sin embargo, se presenta una descripción de los sedimentos en el punto 4.2.1.7 Composición de los sedimentos, del presente Manifiesto.

#### **4.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea**

##### **a) Hidrología superficial**

- **Golfo de México**

La zona recibe un importante aporte de agua dulce, ya que desembocan las descargas de los principales ríos de Norteamérica: la sección mexicana recibe el 60% de la descarga nacional de los ríos y tiene el 75% de la superficie de ambientes estuarinos; por parte de Estados Unidos, el Río Mississippi descarga un promedio de 580 Km<sup>3</sup> de agua dulce por año en el norte del Golfo de México y es responsable de cerca del 90 por ciento del influjo de agua dulce hacia el Golfo de México.

La superficie del Golfo de México, incluyendo el cuerpo de agua y los humedales costeros, de México y Estados Unidos, es 1,942,500 Km<sup>2</sup>. Sólo el cuerpo de agua tiene una superficie aproximada de 1,507,639 Km<sup>2</sup>. La profundidad promedio del Golfo es, 1,615 m, y el volumen de agua es aproximadamente 2,434,000 Km<sup>3</sup>).

##### **Temperatura:**

En el Golfo de México la temperatura está determinada por el influjo de las aguas cálidas de la Corriente del Lazo, que se introduce por Canal de Yucatán y la zona del Caribe, cuya dinámica afecta aproximadamente al 50% del Golfo de México, donde además, la evaporación supera a la precipitación. Se caracteriza por tener una temperatura superficial de 28 a 29 °C durante el verano, con un incremento en las aguas superficiales de noroeste a sureste, debido a la intromisión de la Corriente del Lazo; en invierno disminuye hasta los 19 o 20 °C, ya que los vientos fríos provenientes del norte ponen resistencia a las aguas cálidas procedentes del sureste, las cuales, en su trayectoria hacia el noroeste del Golfo de México, van transmitido su calor a las aguas de menor temperatura Müller-Karger y Walsh (1991) señalan que la temperatura superficial de las regiones oeste y este del Golfo de México, de julio a septiembre, tienen una temperatura similar > 29 °C, pero de diciembre a abril la región oeste tiene aproximadamente 4 °C menos que la región este. Debido a que las aguas de la región oeste están más alejadas

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

de la influencia de la Corriente del Lazo, sus temperaturas mínimas y máximas se mantienen durante largos periodos en comparación a las del este que tienen una menor duración, por la continua intromisión de las aguas cálidas del Caribe que entran al Golfo vía la Corriente del Lazo. En la temporada de invierno (enero), en el área comprendida entre la zona de descarga del río Bravo y la Laguna Madre, la temperatura superficial es de 12 °C y en el noroeste al interior de la plataforma continental en un área de 110 Km es de 10 °C; estas variaciones están asociadas al enfriamiento de las aguas costeras por los vientos del norte y por las aguas frías que descargan los ríos como el Misisipí, Afchafalaya y Bravo; en menor medida por el Soto La Marina y Pánuco.

**Salinidad.**

La distribución de la salinidad está fuertemente relacionada con la Corriente del Lazo, la cual tiene una salinidad mayor a 36.8 por arriba de los 200 m, como resultado del predominio de la evaporación sobre la precipitación en la región del Caribe. Las salinidades en invierno son menores al norte del Golfo con 32.16, debido a la época y a la influencia de los ríos; en la plataforma de Campeche alcanzan 36.4 a 36.6, siendo las mayores del Golfo y de la Corriente del Caribe, originadas por la fricción de las capas de la Corriente de Yucatán que tocan la plataforma de la península y afloran a la superficie dispersándose sobre ella. Las aguas típicas del Golfo de México tienen una salinidad de 36.5, producto de la mezcla de los giros anticiclónicos con la masa de Agua Subtropical Subsuperficial, que tiene una salinidad de 36.6 a una profundidad de 70 m. La distribución de la salinidad al oeste del Golfo de México está determinada por la dirección de los giros anticiclónicos que se dirigen hacia el norte y la de los giros ciclónicos que se dirigen hacia el Sur, así como a la zona de transición que separa a ambos.

Las bajas salinidades de las aguas costeras se asocian a las descargas de los ríos y lagunas, como producto de la dilución entre las aguas marinas y las continentales, que se caracterizan por presentar salinidades bajas.

La distribución vertical de la salinidad está en función de las masas de agua que ingresan a la cuenca del Golfo de México, así como del efecto de mezcla vertical inducida por los giros ciclónicos y anticiclónicos que diluyen las masas de agua presentes desde las capas superiores hasta profundidades de 700 a 1,000 m.

En el Golfo de México se observa una capa de mínima salinidad (34.8 a 34.9) a una profundidad de 500 a 1,000 m, la cual tiene su origen en la masa de Agua Antártica Intermedia; esta capa también fue descrita en la Corriente del Lazo a una profundidad de 800 m y una salinidad < 34.9.

La distribución vertical de la temperatura y salinidad permiten identificar las masas de agua que se introducen a la cuenca del Golfo. Los giros anticiclónicos que se desprenden de la Corriente del Lazo y migran hacia el interior constituyen el mecanismo primordial mediante el cual ingresan, se dispersan y diluyen las principales masas de agua. Es importante mencionar que las profundidades de estas masas son aproximadas, ya que están sujetas a variaciones espaciales y temporales considerables, determinadas por el



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

campo de circulación baroclínico de los pares ciclones-anticiclones dentro del Golfo de México.

**Oxígeno.**

El oxígeno disuelto superficial de las aguas del Caribe mexicano es homogéneo en el transcurso del año, manteniendo niveles de 4 a 5 ml/L, con un máximo a los 50 m de profundidad de 6.1 ml/L y a los 200 m 3.2 ml/L. Como esta agua conforma la Corriente del Lazo, que representa más del 50 % del agua que entra a la cuenca del Golfo de México, el contenido de oxígeno en el Golfo es uniforme en la capa superficial de mezcla de (0 a 150-250 m de profundidad) con 4.5 ml/L; como se observa en la plataforma de Campeche, Veracruz y el Caribe. Otra característica importante de este Golfo es la presencia de la capa mínima de oxígeno a una profundidad entre los 200 y 600 m aproximadamente, con una concentración de 2.0 ml/L al noroeste y a una profundidad de 600 m en la Corriente del Lazo con < 3.0 ml/L ; esta capa mínima de oxígeno se observa también en aquellas aguas propias del Golfo. Dicha capa está en función de los factores climáticos y su grosor depende de las características locales de circulación, ya que asciende en los giros ciclónicos y desciende en los anticiclónicos y se origina en el mar Caribe por la masa de Agua Central de Atlántico Tropical, dada su similitud en el contenido de oxígeno.

En la región oceánica del giro ciclónico noroeste que origina un surgimiento de la capa subsuperficial, la concentración de oxígeno disuelto es de 4.5 ml/L; mencionan que este contenido está asociado probablemente a un fenómeno de fotosíntesis.

Al igual que los parámetros anteriores, los giros ciclónicos y anticiclónicos tienen un rol importante en la distribución espacial y temporal; en la plataforma de Campeche a finales de la época de lluvias se pueden alcanzar 2.6 ml/L de oxígeno en la superficie, como resultado del ascenso de aguas de fondo, producido por los giros ciclónicos en los límites del anticiclón y en el centro del ciclón se genera la ascensión de agua pobre en oxígeno 2.5 ml/L a partir de los 120 m de profundidad, siendo estos niveles característicos de esta región del Golfo de México.

**Nitratos.**

En las aguas superficiales del mar Caribe y Golfo de México la concentración de nitritos va de indetectable < 0.1 mM a < 0.25 mM en junio (verano); en la plataforma norte de Yucatán y a 200 m de profundidad alcanzan de 3.0 a 12.0 Mm. Los giros ciclónicos y anticiclónicos definen la distribución vertical y horizontal de este nutriente, como en la región oeste del Golfo, donde se han registrado contenidos máximos en los giros ciclónicos a la altura de la Laguna Madre (< 28.7 a < 34.90 mM) a una profundidad de entre 150 a 300 m.

**Nitritos.**

Los nitritos tienden al mismo comportamiento que los nitratos, registrándose en el Canal de Yucatán contenidos superficiales de 0.05 a 0.1 mM durante todo el año, aumentando

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

hacia la costa de 0.25 a 0.30 mM. Debido al efecto del afloramiento en el mes de julio, en la Península de Yucatán se han alcanzado hasta 0.45 mM. En aguas superficiales del oeste del Golfo los niveles alcanzan hasta 0.2 mM, con un aumento de 0.3 a 0.4 mM a una profundidad de 400 m y una disminución en las colindancias de los giros ciclónicos y anticiclónicos.

**Ortofosfatos.**

El contenido de ortofosfatos es bajo en superficie, con 0.1 y 0.8 mM a lo largo del año; con un incremento hasta 1.8 a 2.5 mM a una profundidad de 800 a 900 m. En la plataforma de Campeche las concentraciones más frecuentes son de 0.11 a 0.13 mM, similares a los de la Corriente del Lazo. En la región oeste del Golfo los ortofosfatos superficiales son inferiores al límite de detección (< 0.03 mM) y los contenidos mayores en la costa con <0.13 mM, debido al aporte fluvial que estimula la productividad primaria de esta región; en el giro ciclónico norte los niveles de ortofosfatos son de 0.12 mM debido al afloramiento.

Las aguas superficiales de la plataforma de Campeche presentan niveles de 0.11 a 0.13 mM que son semejantes a aquellos de las aguas de la Corriente del Lazo y tienden a incrementarse hacia los 100 m de profundidad a 0.66 mM. La circulación ciclónica favorece el enriquecimiento de ortofosfatos en la superficie mediante el ascenso de aguas profundas; correspondiendo a la primavera el máximo superficial en la plataforma de Campeche con 1.09 a 1.19 mM. Además, en esa área se tiene el aporte del río Grijalva, frente al cual se alcanzan 1.32 mM. Dicha concentración decrece en los primeros metros hasta 0.11 y 0.2 mM. En el otoño se han detectado los niveles más altos del ciclo anual con 2.95 mM desde la superficie hasta los 50 m de profundidad, en respuesta a la intensificación de los nortes y de los giros ciclónicos.

En general se observa que la distribución espacial de los nutrientes disueltos en el Golfo de México está determinada por el campo de circulación barométrica. La vorticidad de los giros y su interacción acoplada generan un sistema natural de bombeo dentro del Golfo, pues transfieren movimientos verticales ascendentes y descendentes de las masas de agua que se ubican dentro de sus zonas de influencia. Además, cabe aclarar que su variación espacial y temporal también depende en buena medida de la asimilación fitoplanctónica y sus florecimientos.

**Silicatos.**

Este nutriente es de los que con menos frecuencia se evalúa; sin embargo, en el Golfo de México se tiene una información aceptable que permite señalar su comportamiento. En las aguas de la Corriente de Yucatán, que constituyen a las del Lazo y del Golfo de México, el contenido desde indetectable hasta 2 mM de superficie hasta 200 m de profundidad. Los registros señalan que el origen del máximo de silicatos en el Golfo proviene del Agua Intermedia del Caribe (28 mM) y de la porción superior del Agua Profunda del Atlántico Norte (16 mM) entre los 1,000 y 1,100 m de profundidad. Su distribución vertical depende de los giros; incrementa hacia la superficie en los ciclónicos

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

por ascensión en aguas ricas en este nutriente y disminuye en los anticiclones por hundimiento de la capa superficial pobre en silicatos. (**Caso M. y col. 2004**)

- **Embalses y cuerpos de agua**

Las condiciones de humedad han dado lugar a la formación de gran número de lagunas entre las que destaca la de Términos, cuya área aproximada es de 2,500 Km<sup>2</sup>; en sus alrededores se encuentran las de Puerto Rico, Carlos, Sitio Viejo, Chacajito, Panlao, ver la **Tabla IV.3 (Ortiz Pérez M. A, de la Lanza E. G y col. 2006)**.

**Tabla IV. 3.** Cuerpos de agua.

| <b>Nombre</b>  | <b>Ubicación</b>      | <b>Nombre</b>     | <b>Ubicación</b>   |
|----------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| L. de Términos | Laguna de Términos    | L. El Corte       | Laguna de Términos |
| E. Sabancuy    | Río Champotón y otros | L. Panlao         | Laguna de Términos |
| L. Atasta      | Laguna de Términos    | L. Noh (Silvituc) | Cuencas Cerradas   |
| L. Pom         | Laguna de Términos    | L. Chama-ha       | Cuencas Cerradas   |

Fuente: INEGI.2006.

- **Características de la Laguna de Términos**

La Laguna de Términos es el remanente de un cuerpo lagunar más extenso relleno por el aporte de sedimentos y el desarrollo de llanuras aluviales de los ríos que fluyen hacia sus riberas Sur y Occidental y por la creación de barreras orgánicas. Los principales ríos que drenan en la Laguna de Términos son: El Candelaria, Chumpán, y Palizada determinando un volumen total de descarga fluvial estimado de  $6 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/año, del cual se considera que el Río Palizada contribuye con el 70%, el Río Candelaria con el 20% y el Río Chumpán con el 5%; lo cual puede transformarse en los siguientes promedios estimados de descarga anual para cada uno de los ríos: Palizada 133 m<sup>3</sup>/s, Candelaria 38 m<sup>3</sup>/s y Chumpán 9.5 m<sup>3</sup>/s. Se cree que el tiempo que tarda en reemplazarse el agua de la laguna a través de la descarga del agua de los ríos es de un año y medio. El patrón de circulación controlado meteorológicamente, determina: la naturaleza, textura y distribución de los sedimentos. La Laguna de Términos es el más importante sistema fluvio-lagunar del estado de Campeche, de gran importancia económica y ecológica ya que es un ecosistema con diversos hábitats propicios para muchas especies de importancia comercial como son: peces, camarones, ostiones, caracoles y jaibas, lo que favorece el desarrollo socioeconómico de la región.

### **Hidrología Subterránea**

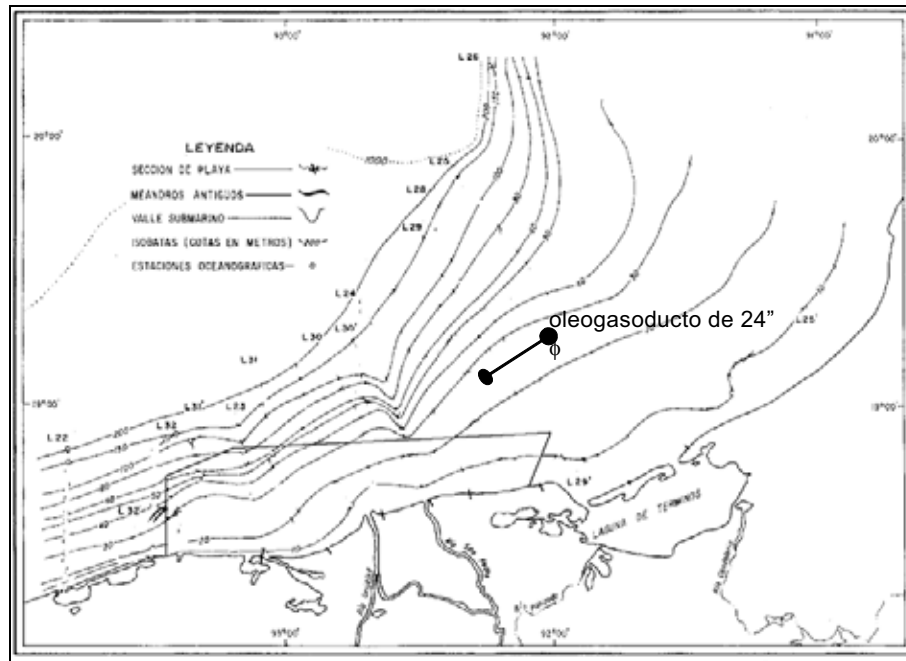
No aplica, no se espera que existan afectaciones directas o indirectas en alguna de las etapas del proyecto al cuerpo de agua subterráneo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

#### 4.2.1.5 Batimetría

La Sonda de Campeche es una extensión marina de la cuenca Tabasco-Campeche. La estructura de la plataforma es compleja e indicada por largos pliegues paralelos al límite externo de la plataforma continental.

En la **Figura IV.6** se presenta la batimetría y la distribución de los puntos de muestreo de los transectos oceanográficos utilizados para determinarla. Se puede apreciar la presencia de 3 isobatas, delimitando una porción de acuerdo a las profundidades norte y otra sur. Las aguas de la porción sur son someras, de tipo costero y la mayoría sobre la plataforma continental.



**Figura IV. 6** Mapa batimétrico del área de estudio.

En la porción sur, las profundidades se incrementan gradualmente hacia el norte hasta alcanzar una profundidad máxima de 180 m.

En la superficie de la plataforma continental de la Bahía y del Banco de Campeche hay varias ondulaciones dispuestas según la batimetría local; estos rasgos morfológicos fueron identificados y relacionados, con posterioridad, con la naturaleza de los sedimentos que los constituyen. Asimismo, existen arrecifes muertos y terrazas submarinas situados a varias profundidades (70 a 90 m).

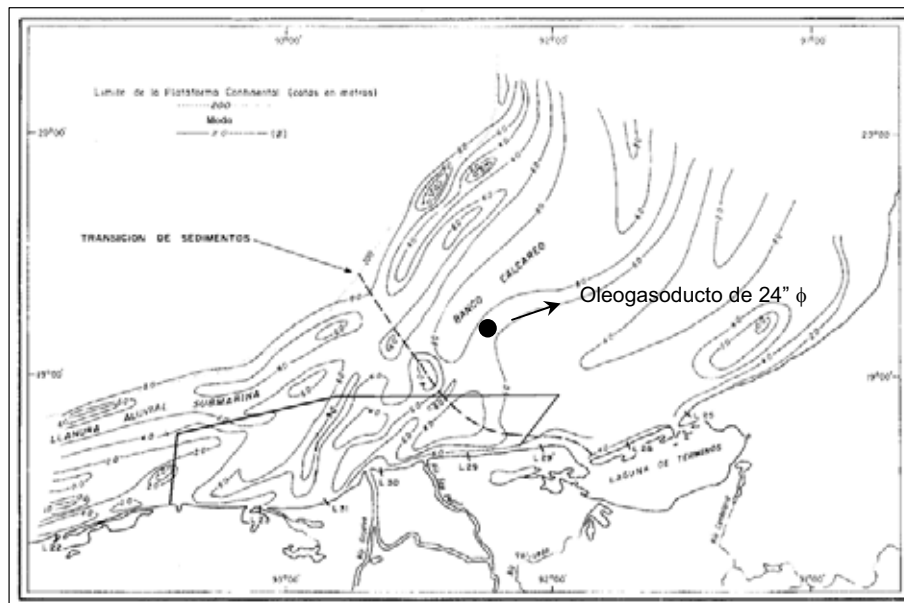
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

#### 4.2.1.6 Perfil de Playa.

La morfología de las playas varía apreciablemente según se puede observar en la **Figura IV.7**. Las variaciones observadas están relacionadas con la provincia geológica a la que corresponden y con el carácter de la costa. Estos factores norman la disponibilidad y textura de los materiales, y la energía del oleaje, de la marea y de la corriente litoral (**Ayala-Castañares, 1990**).

#### 4.2.1.7 Composición de los sedimentos

La superficie de la plataforma de Tabasco y parte sur de Campeche es terrígena. En la región, frente a la Laguna de Términos se presenta el área de transición sedimentológica entre las provincias deltáica (al Occidente) y carbonatada (al Oriente) del Golfo de México (**Figura IV.7**).



**Figura IV. 7.** Distribución de los sedimentos en el Área de Estudio.

En el área de estudio tomando como referencia a la Laguna de Términos se presenta de la línea de costa a 18 m de profundidad, el sustrato de la región Este, el cual tiene arenas de composición carbonatada y en la región Oeste el sustrato es de arcilla gracias al aporte de los ríos que se ubican en esta zona (Río Grijalva y Usumacinta) y a la circulación de la laguna. Después de los 18 m de profundidad el sustrato se vuelve limo-arcilloso.

El plano costero se caracteriza por la depositación y la erosión de sus zonas. La cantidad de sedimentos, el régimen de energía local, la magnitud y dirección de las corrientes que prevalecen y la acción de la marea determina que se presente erosión o depositación.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

La erosión sucede continuamente a lo largo del Río Palizada, la pequeña cantidad de sedimentos acarreados por el río es atrapada y las corrientes que vienen del Este golpean el borde opuesto a la Isla del Carmen causando la erosión del borde. Ambos, el río Grijalva y el Usumacinta descargan sedimentos dentro del Golfo, en la porción más hacia el Oeste, donde los procesos de costa netos son el arrastre del litoral y la depositación. El oleaje, las mareas y la acción de los vientos sólo modifican el sedimento. La Zona de transición constituye la provincia donde se unen la Sonda de Campeche y la Plataforma de Campeche, de ahí que tenga características de ambas: una matriz finogranular que embebe conchas y material carbonatado de diferentes tamaños (**Ayala y Gutiérrez, 1990**). Parte de la zona Noreste del área de estudio presenta características calcáreas y la otra de tipo terrígena.

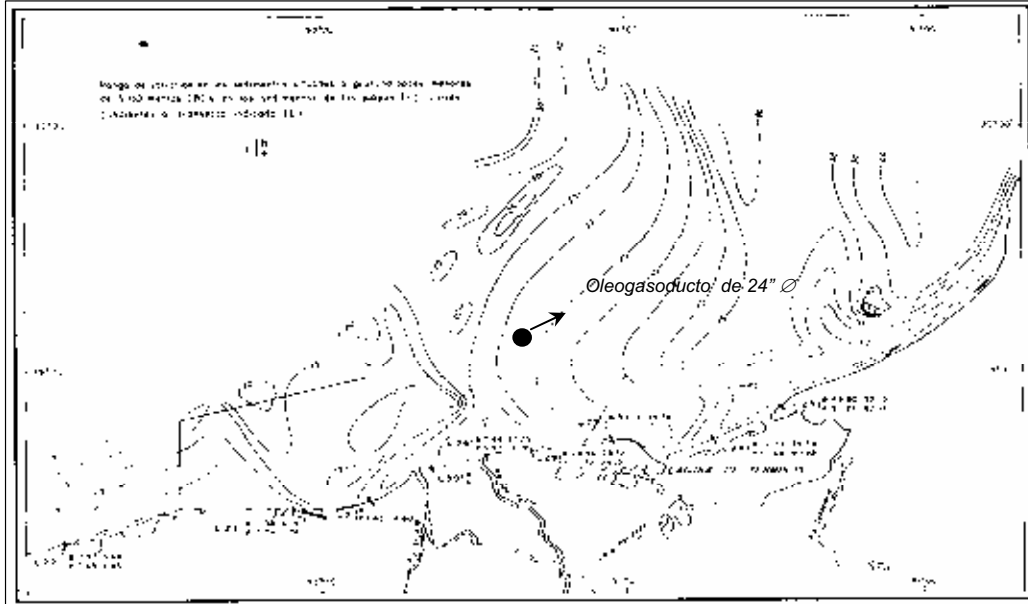
**Descripción de sedimentos.**

Los sedimentos litorales del Golfo de México presentan una distribución interesante en la concentración de carbonatos. Estos pueden ser biogénicos (restos de conchas de moluscos, pellets, algas calcáreas, etc.) o asociados con precipitados químicos (como es el caso de la roca de playa o “beach rock”).

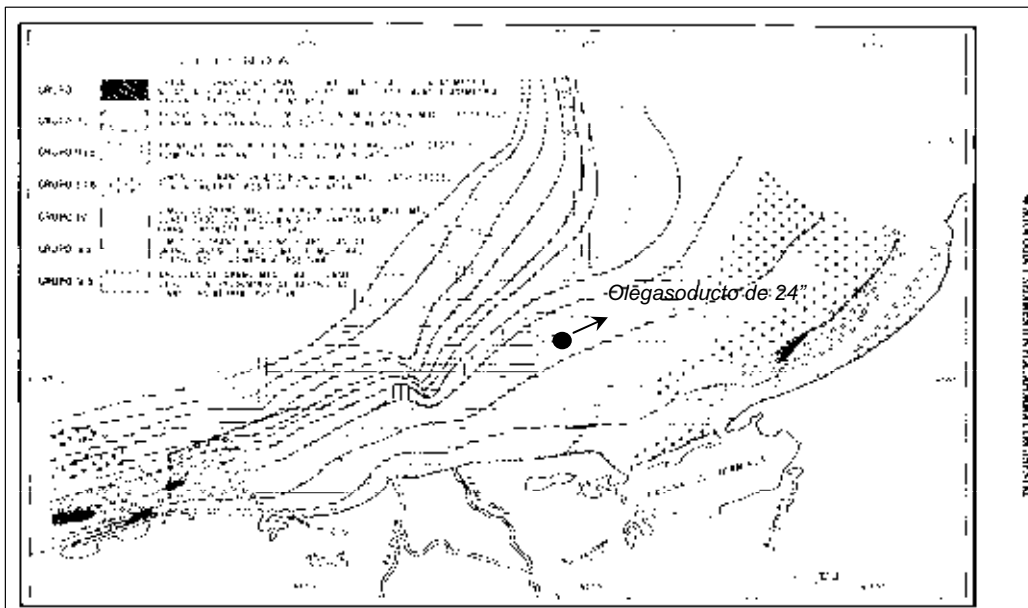
Se ha observado que las arenas de playas presentan una tendencia a ser más finas y mejor clasificadas cuando hay influencia terrígena y llanuras costeras amplias, en tanto que para los sedimentos biogénicos la clasificación del sedimento es mala y los tamaños pueden ser muy gruesos, excepto cuando hay arenas oolíticas o limos calcáreos. (**Instituto de Geofísica de la UNAM, 2006**).

En los estudios de **Ayala y Gutiérrez (1990)**, los sedimentos superficiales se analizaron en cuanto a su composición (contenido porcentual de carbonatos y carbón orgánico), textura (granulometría), curvas acumulativas y de frecuencia, parámetros y análisis estadísticos y litología, así como también se realizó una descripción detallada de la estructura y composición de la Sonda de Campeche. En las **Figuras IV.8 y IV.9** se muestran los resultados obtenidos por diferentes técnicas. La zona de este proyecto presenta un contenido de carbonato de calcio en el intervalo de 30 al 40%. En base a su textura, presenta contenido de limo fino y arcillas de grano grueso a medio.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**Figura IV. 8.** Descripción de carbonatos (%) en el Área de Estudio.



**Figura IV. 9.** Distribución de grupos texturales en el Área de Estudio.

**4.2.1.8 Ciclo de mareas.**

Las mareas en el Golfo de México son predominantemente diurnas con excepción de la Sonda de Campeche. En Ciudad del Carmen la marea es mixta-diurna. El promedio del

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

intervalo de mareas para el Sur del Golfo de México es de 0.48 m y la variación del nivel del mar anual promedio es de -0.0504 a +0.0892 m de acuerdo con las tablas de predicción de mareas del Instituto de Geofísica de la UNAM, periodo 1993 a 1996.

A pesar de que las mareas presentan amplitudes pequeñas, motivo por el cual no es un factor importante para la navegación, la desnivelación del mar genera transportes de masa relativamente fuertes, los cuales juegan un papel importante en el transporte de material en suspensión. A partir de la modelación numérica se concluye que la batimetría y la fuerza astronómica de marea son los factores que producen las modificaciones más fuertes en la configuración y desplazamiento de la onda de marea, así como de la circulación residual en el Golfo.

No obstante, los vórtices anticiclónicos de hasta 600 Km de diámetro, que se desprenden de la Corriente del Lazo y migran hacia el Oeste hasta impactarse contra el talud, constituyen la componente más energética de la circulación hacia el interior del Golfo de México.

#### **4.2.1.9 Corrientes.**

La circulación en el Golfo de México está determinada fundamentalmente por la variación interanual de la corriente de Lazo con influjo a través del canal de Yucatán siendo éste, el factor principal de renovación del agua en la capa superficial; esta corriente genera giros anticiclónicos. Estos anticiclones promueven la formación de ciclones de centro frío por fricción con aguas adyacentes o por colisión contra el talud continental occidental del Golfo. Se señala que al incrementarse la velocidad aumenta la penetración de la Corriente del Lazo hacia la costa oeste del Golfo, lo que forma meandros que posteriormente al disminuir la velocidad forman giros anticiclónicos que se desprenden y desplazan hacia el oeste, en dirección a las costas de Tamaulipas.

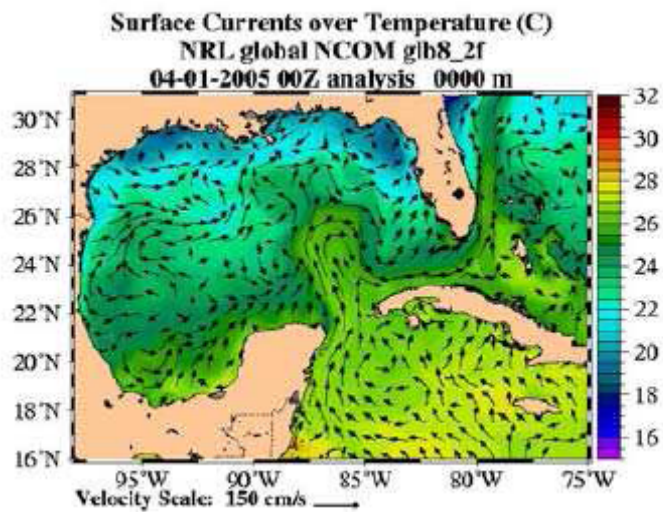
En la porción Oeste del Golfo la circulación es muy variable, en verano tiende a moverse en dirección de las manecillas del reloj, en tanto en invierno, como consecuencia del régimen de “nortes” la circulación costera es impulsada hacia el Sur. Su principal fuente de flujo es la corriente de Yucatán a través de los giros anticiclónicos que se desprenden de esta corriente y que al chocar con la plataforma continental se degradan en giros ciclónicos-anticiclónicos; la segunda fuente es la descarga de los ríos, esta última con una influencia hasta de 55 m de profundidad.

Existe una zona de divergencia al este de Tamaulipas que bifurca la circulación en dirección norte – Sur, con circulación ciclónica al Sur de la divergencia y anticiclónica con mayor intensidad hacia el norte. Entre octubre y noviembre de 1986 se estableció la presencia en el Golfo de un gran giro anticiclónico tres veces mayor en su diámetro este – oeste que en la porción norte – Sur, asociado a dos giros ciclónicos más pequeños. Por efecto de la circulación anticiclónica en la región central del Golfo, la masa de agua es transportada hacia el talud y la plataforma continental hacia el oeste entre 22 – 23°N, lo que forma dos corrientes de chorro paralelas al talud.

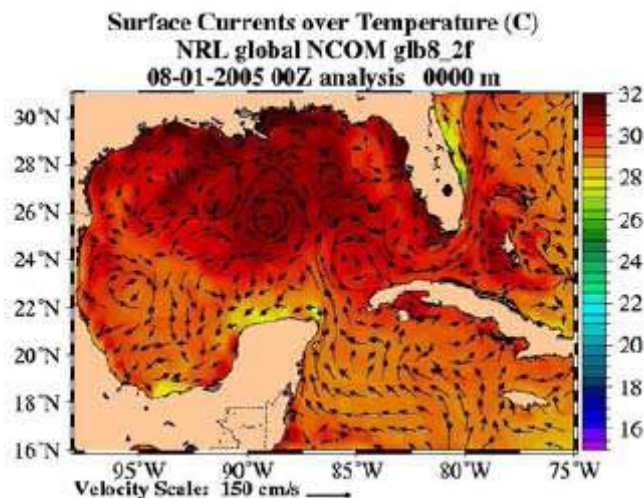


MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

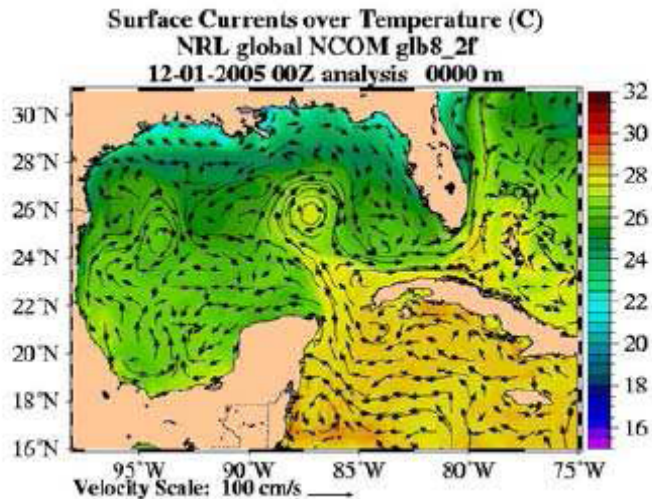
Como se aprecia en las **figuras IV.10** a la **IV.12**, el sentido principal de las corrientes es hacia el norte, con una contracorriente costera que llega a ascender hasta la parte sur de Tamaulipas, en noviembre se desplaza más allá de la Laguna de Términos y alcanza casi todo el litoral Campechano. Este fenómeno hace inferir que una parte de los derrames petroleros generados en la Sonda de Campeche vayan hacia el norte y la otra sea depositada en las costas de Veracruz, Tabasco y Campeche. (**MIA. Proyecto Region Marina Noreste Fase II. 2006**).



**Figura IV. 10** Imágenes satelitales de las corrientes superficiales en época de estío (Abril 2005).



**Figura IV. 11** Imágenes satelitales de las corrientes superficiales en época de lluvias (Agosto 2005).



**Figura IV. 12.** Imágenes satelitales de las corrientes superficiales en época de nortes (Diciembre 2005).

#### 4.2.1.10 Área Natural Protegida.

La laguna de Términos es clasificada por la CONABIO como un región marina prioritaria (área natural protegida), se encuentra localizada en las coordenadas 91.8417 longitud oeste y 18.6333 de longitud norte, al suroeste del estado de Campeche, en los municipios del Carmen, Palizada y Champotón. Cubre una superficie de 705,016 ha. La Laguna de Términos también es considerada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves y el 2 de febrero de 2004 ingresó a la lista de humedales RAMSAR.

Laguna de Términos es el sistema lagunar estuarino de mayor volumen y extensión del país. Comprende la plataforma continental marina adyacente; las bocas de conexión con el mar; la Isla del Carmen; los espejos de agua dulce, salobre y estuarino-marina; las zonas de pastos sumergidos; los sistemas fluviodeltaicos asociados; los pantanos o humedales costeros y los bosques de manglar circundante. También, asociada a la laguna, se encuentra la rama más oriental del delta del río Usumacinta.

En lo que a vegetación respecta hay un amplio mosaico de asociaciones vegetales terrestres y acuáticas: dunas costeras, manglares, vegetación de pantano, selva baja inundable, palmar inundable, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, vegetación riparia, selva altamediana y vegetación secundaria, además de la vegetación de las fanerógamas permanentemente inundadas como son los pastos marinos. Todas estas asociaciones han generado una alta diversidad florística. Se registran 84 familias y 374 especies.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

Como consecuencia de la gran productividad y diversidad de ecosistemas y asociaciones vegetales, se registra también una alta diversidad faunística. Se tienen reportes de 1,468 especies de fauna que comprenden vertebrados terrestres y acuáticos, de éstas, 30 especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos se consideran como endémicas para el país. Además se reportan 89 especies con diferentes grados de riesgo o amenaza a su existencia como la cigüeña jabirú, manatí, cocodrilo, tepescuintle, mapache, ocelote, jaguar y tortugas marinas; mientras que por su importancia cinegética y de consumo 132 especies tienen importancia comercial (Carabias-Lillo et al. 1997).

La Laguna de Términos es área de crianza, alimentación y crecimiento de postlarvas y juveniles del camarón blanco y del camarón café. El ecosistema de manglar y la zona de vegetación acuática de la Laguna de Términos y de la Laguna del Vapor, se han identificado como ecosistemas críticos para ser protegidos y monitoreados no sólo por su valor ecológico *per se* sino por su valor económico para las pesquerías costeras de escama adyacentes a la Laguna de Términos; ésta es el área camaronera más importante del Golfo de México.

Las actividades que se desarrollan dentro del área protegida son la agricultura, ganadería, urbanismo y pesca. La zona marina se divide en áreas de pesca, y áreas de extracción y conducción de petróleo y gas (Yáñez-Arancibia y Villalobos Zapata 1993).

#### **4.2.2 Medio biótico**

A continuación se describen las comunidades marinas: flora y fauna asociada,

##### **4.2.2.1 Flora.**

- **Pastos Marinos.**

Los pastos marinos son productores primarios y juegan un papel importante para mantener el equilibrio en los ecosistemas costeros tropicales y aunque están sumergidos, sus hojas sobresalen del fondo y favorecen la retención, acumulación de sedimentos y el depósito de los restos calcáreos de los organismos que se albergan en ellos.

Esta comunidad vegetal es de gran importancia, al prevenir la erosión de las playas, mantener pesquerías viables y proteger a la comunidad arrecifal coralina. En las costas del Golfo de México están distribuidas siete especies de pastos marinos, siendo la más abundante *Thalassia testudinum*, conocida como ceibadal, zacate o hierba de tortuga. En sus praderas se reproducen y crían peces arrecifales y pelágicos, moluscos, langostas y otros organismos, dando cabida a una alta diversidad en formas de vida. Sobre sus hojas y tallos se distribuyen hidrozooos, protozoos, serpúlidos, algas, esponjas, balanos y caracoles pequeños, que forman parte de la dieta de ciertos depredadores como otros moluscos, crustáceos, estrellas de mar, peces y otros animales ramoneadores que con su actividad facilitan la llegada de la luz a las plantas. También, asociados a sus raíces y a todo el nutritivo ambiente de su sustrato viven copépodos, poliquetos, nemátodos,

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

bivalvos, crustáceos, holoturias y erizos, además de algas microscópicas llamadas diatomeas y de otros microorganismos capaces de degradar y enriquecer el detrito producido principalmente por la fragmentación de las hojas. Otros animales muy relacionados con los pastos marinos y que han tenido desde tiempos muy antiguos un interés económico para el hombre son los manatíes, que se alimentan en gran medida de las especies de pastos marinos, conocidas como hierba de manatí (*S. filiforme*) y zacate o hierba de tortuga (*Thalassia testudinum*). Por su parte, la tortuga verde, junto con algunas especies de peces ramoneadores (loros y cirujanos), también se alimenta de los pastos marinos.

Estas comunidades, también son importantes porque incrementan la transparencia del agua atenuando su movimiento y ayudando al depósito de partículas finas. El uso indirecto de los pastos por el hombre está principalmente relacionado con la pesca. Peces como pargos, cojinudas, mojarra, sábalo, corvina, lisa y robalo abundan en estos ambientes. (Licea-Durán 1977 y Licea-Durán. y H. Santoyo. 1991).

En la **Tabla IV.4** se enlistan las especies de pastos marinos que habitan en el área de estudio. Ninguna de las especies mencionadas, se encuentran bajo algún estatus de protección ni son de interés comercial.

**Tabla IV. 4** Listado de especies de pastos marinos que habitan en el área de estudio.

| FAMILIA          | GÉNERO Y ESPECIE             | NOMBRE COMÚN      |
|------------------|------------------------------|-------------------|
| Hydrocharitaceae | <i>Thalassia testudinum</i>  | Hierba Tortuga    |
| Potamogetonaceae | <i>Halodule beaudettei</i>   | Pasto de bajo     |
| Potamogetonaceae | <i>Halodule wrightii</i>     | Hierba de bajos   |
| Potamogetonaceae | <i>Syringodium filiforme</i> | Pasto de manatí   |
| Ruppiales        | <i>Ruppia maritima</i>       | Hierba cerceta    |
| Zosteraceae      | <i>Zostera marina</i>        | Seda de mar ancha |

Fuente: Ortega et al. 2001.

**Distribución y estructura de las fitocomunidades bentónicas.**

Esta comunidad está formada por especies de algas macroscópicas de diversos sustratos (bentónicas) y especies flotantes que se distribuyen en diferentes zonas del ambiente marino. Son de gran importancia ecológica, ya que sirven de alimento y refugio para las especies de fauna.

Las algas se encuentran clasificadas en 15 grandes grupos, de los cuales tres están constituidos por macroalgas (Rhodophyceae, Phaeophyceae y Chlorophyceae). En cuanto a las rodofíceas (algas rojas) los géneros mejor representados son: *Hypnea*, *Gracilaria* y *Laurencia*; entre las clorofíceas (algas verdes), destacan: *Chaetomorpha*, *Halimeda* y *Ulva*; de las feofíceas (algas cafés), *Dictyota*, *Padina* y *Sargassum*, (Ortega, 1993). En las lagunas costeras se presenta abundancia de algas rodofíceas, presentándose como tapices, adheridos a algún sustrato rocoso o enterrado en el limo, tal

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

es el caso de los géneros *Gelidium*, *Gracilaria*, *Agardhiella* y *Syringodium*. (Ortega et al. 2001).

- **Macroalgas.**

Las macroalgas son habitantes importantes de los litorales al formar parte de la base de la cadena trófica y al contribuir significativamente con oxígeno para la atmósfera.

En la **Tabla IV.5** se enlistan las especies de macroalgas presentes en el área de estudio según **Ortega et al. 2001**.

**Tabla IV. 5.** Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.

| CLASE         | ORDEN        | FAMILIA       | ESPECIE                                       |
|---------------|--------------|---------------|---|
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Bryopsidaceae | <i>Bryopsis hypnoides</i>                     |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Bryopsidaceae | <i>Bryopsis pennata</i>                       |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Bryopsidaceae | <i>Bryopsis plumosa</i>                       |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Bryopsidaceae | <i>Derbesia marina</i>                        |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Bryopsidaceae | <i>Derbesia vaucheriaeformis</i>              |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Hamelidaceae  | <i>Hamelida copiosa</i>                       |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Hamelidaceae  | <i>Hamelida discoidea</i>                     |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Hamelidaceae  | <i>Hamelida opuntia</i>                       |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Hamelidaceae  | <i>Hamelida scabra</i>                        |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Hamelidaceae  | <i>Hamelida sp.</i>                           |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Hamelidaceae  | <i>Hamelida tuna</i>                          |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Udotaceae     | <i>Udotea conglutinata</i>                    |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Udotaceae     | <i>Udotea cyathiformis</i>                    |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Udotaceae     | <i>Udotea flabellum</i>                       |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Udotaceae     | <i>Udotea spinulosa</i>                       |
| Chlorophyceae | Bryopsidales | Udotaceae     | <i>Avrainvillea nigricans</i>                 |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa ambigua</i>                       |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa cupressoides var cupressoides</i> |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa cupressoides var mamilliosa</i>   |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa cupressoides var serrata</i>      |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa cupressoides var turneri</i>      |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa fastigiata var confervoides</i>   |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa fastigiata var. Fastigiata</i>    |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa mexicana f. mexicana</i>          |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa mexicana f. pectinata</i>         |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa mexicana f. pectinata</i>         |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa peltata</i>                       |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa prolifera</i>                     |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa prolifera f. obovata</i>          |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa prolifera f. obovata</i>          |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa prolifera f. prolifera</i>        |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa prolifera f. zosterifolia</i>     |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa prolifera f. zosterifolia</i>     |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa racemosa var macrophysa</i>       |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa racemosa var occidentales</i>     |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa racemosa var racemosa</i>         |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa sertularioides f. brevipes</i>    |
| Chlorophyceae | Caulerpales  | Caulerpanceae | <i>Caulerpa sertularioides f. corymbosa</i>   |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV.5. (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.

| CLASE         | ORDEN         | FAMILIA          | ESPECIE  |
|---------------|---------------|------------------|--|
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae     | <i>Caulerpa sertularioides f. farlowii</i>       |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae     | <i>Caulerpa sertularioides f. longiseta</i>      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae     | <i>Caulerpa sertularioides f. sertularioides</i> |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae     | <i>Caulerpa verticillata</i>                     |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae     | <i>Caulerpa webbiana</i>                         |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Codiaceae        | <i>Codium decorticatum</i>                       |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Codiaceae        | <i>Codium isthmocladum var isthmocladum</i>      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Codiaceae        | <i>Codium taylorii</i>                           |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Halimedaceae     | <i>Halimeda incrassata</i>                       |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Halimedaceae     | <i>Halimeda monile</i>                           |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae       | <i>Penicillus capitatus</i>                      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae       | <i>Penicillus dumetosus</i>                      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae       | <i>Penicillus dumetosus</i>                      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae       | <i>Penicillus lamourouxii</i>                    |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae       | <i>Penicillus pyriformis</i>                     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Rhizoclonium africanum</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Rhizoclonium riparium var implexum</i>        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Rhizoclonium riparium var riparium</i>        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Rhizoclonium tortuosum</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Anadyomenaceae   | <i>Anadyomene menziesii</i>                      |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Anadyomenaceae   | <i>Anadyomene stellata</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Anadyomenaceae   | <i>Microdictyon boergesenii</i>                  |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Chaetomorpha brachygona</i>                   |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Chaetomorpha aerea</i>                        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Chaetomorpha antennina</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Chaetomorpha crassa</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Chaetomorpha gracilis</i>                     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Chaetomorpha linum</i>                        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Chaetomorpha minima</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora albida</i>                         |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora brasiliiana</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora catenata</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora coelothrix</i>                     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora corallicola</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora flexuosa</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora liebetruthii</i>                   |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora montagneana</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora prolifera</i>                      |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora sericea</i>                        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora sociales</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora submarina</i>                      |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora vagabunda</i>                      |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Boodlea composita</i>                         |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Cladophoropsis macromeres</i>                 |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Cladophoropsis membranacea</i>                |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria cavernosa</i>                  |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria ocellata</i>                   |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Phyllocladion anastomosans</i>                |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Ventricaria ventricosa</i>                    |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

**Tabla IV.5.** (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.

| CLASE         | ORDEN         | FAMILIA          | ESPECIE                                     |
|---------------|---------------|------------------|---|
| Chlorophyceae | Cladophorales | Udoteaceae       | <i>Rhypocephalus phoenix f. brevifolius</i> |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Udoteaceae       | <i>Rhypocephalus phoenix f. longifolius</i> |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Udoteaceae       | <i>Rhypocephalus phoenix f. Phoenix</i>     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Valoniaceae      | <i>Ernodesmis verticillata</i>              |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Valoniaceae      | <i>Valonia ventricosa</i>                   |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Polyphysaceae    | <i>Acetabularia crenulata</i>               |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Polyphysaceae    | <i>Acetabularia polyphysoides</i>           |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Polyphysaceae    | <i>Acetabularia pusilla</i>                 |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Ulvellaceae      | <i>Entocladia ventriculosa</i>              |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Ulvellaceae      | <i>Entocladia viridis</i>                   |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Ulvellaceae      | <i>Ulvella lens</i>                         |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Batophora oerstedii</i>                  |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Cymopolia barbata</i>                    |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Dasycladus vermicularis</i>              |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Neomeris annulata</i>                    |
| Chlorophyceae | Phaeophilales | Phaeophilaceae   | <i>Phaeophila dendroides</i>                |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Gomontiaceae     | <i>Gomontia polyrhiza</i>                   |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Monostromataceae | <i>Blidingia minima</i>                     |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha bulbosa</i>                 |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha chaetomorphaoides</i>       |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha clathrata</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha compressa</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha flexuosa flexuosa</i>       |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha flexuosa paradoxa</i>       |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha intestinales</i>            |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha lingulata</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha prolifera</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Ulva fascista</i>                        |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Ulva lactuca</i>                         |
| Chlorophyceae | Ulvales       | Ulvaceae         | <i>Ulva rigida</i>                          |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Polyphysaceae    | <i>Acicularia schenckii</i>                 |
| Phaeophyceae  | Chordariales  | Chordariaceae    | <i>Cladosiphon occidentalis</i>             |
| Phaeophyceae  | Chordariales  | Chordariaceae    | <i>Cladosiphon zosterae</i>                 |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyopteris delicatula</i>              |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyopteris justii</i>                  |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota bartayresiana</i>               |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota bartayresii</i>                 |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota cervicornis</i>                 |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota ciliolata var. Bermudensis</i>  |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota ciliolata var. Ciliolata</i>    |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota dichotoma</i>                   |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota divaricata</i>                  |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota guineensis</i>                  |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota jamaicensis</i>                 |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota linearis</i>                    |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota menstrualis</i>                 |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota mertensii</i>                   |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Lobophora variegata</i>                  |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Padina boergesenii</i>                   |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Padina gymnospora</i>                    |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.5. (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.**

| CLASE        | ORDEN            | FAMILIA           | ESPECIE  |
|--------------|------------------|-------------------|--|
| Phaeophyceae | Dictyotales      | Dictyotaceae      | <i>Padina haitiensis</i>                       |
| Phaeophyceae | Dictyotales      | Dictyotaceae      | <i>Padina pavonica</i>                         |
| Phaeophyceae | Dictyotales      | Dictyotaceae      | <i>Padina sanctaerucis</i>                     |
| Phaeophyceae | Dictyotales      | Dictyotaceae      | <i>Spatoglossum schroederi</i>                 |
| Phaeophyceae | Dictyotales      | Dictyotaceae      | <i>Stypopodium zonale</i>                      |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Acinetospora crinita</i>                    |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Asteronema rhodochortonoides</i>            |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Ectocarpus elachistaeformis</i>             |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Ectocarpus siliculosus</i>                  |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Ectocarpus variabilis</i>                   |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Feldmannia indica</i>                       |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Feldmannia irregularis</i>                  |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Feldmannia padinae</i>                      |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Hincksia breviarticulata</i>                |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Hincksia mitchelliae</i>                    |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ectocarpaceae     | <i>Hincksia rallsiae</i>                       |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Pilayallaceae     | <i>Bachelotia antillarum</i>                   |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Ralfsiaceae       | <i>Ralfsia expansa</i>                         |
| Phaeophyceae | Ectocarpales     | Scytosiphonaceae  | <i>Scytosiphon lomentaria var. complanatus</i> |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum affine</i>                        |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum brevipes</i>                      |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum filipendula var filipendula</i>   |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum filipendula var montagnei</i>     |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum fluitans</i>                      |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum hystrix var buxifolium</i>        |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum hystrix var hystrix</i>           |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum hystrix var subcristatum</i>      |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum natans</i>                        |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum polyceratium var ovatum</i>       |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum polyceratium var polyceratium</i> |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum vulgare</i>                       |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Sargassum vulgare var foliosissimum</i>     |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Turbinaria tricostata</i>                   |
| Phaeophyceae | Fucales          | Sargassaceae      | <i>Turbinaria turbinata</i>                    |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales  | Chnoosporaceae    | <i>Chnoospora minima</i>                       |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales  | Scytosiphonaceae  | <i>Colpomenia sinuosa</i>                      |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales  | Scytosiphonaceae  | <i>Hydroclathrus clathratus</i>                |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales  | Scytosiphonaceae  | <i>Rosenvigia intricata</i>                    |
| Phaeophyceae | Sphacelariales   | Sphacelariaceae   | <i>Sphacelaria novae-hollandiae</i>            |
| Phaeophyceae | Sphacelariales   | Sphacelariaceae   | <i>Sphacelaria rigidula</i>                    |
| Phaeophyceae | Sphacelariales   | Sphacelariaceae   | <i>Sphacelaria tribuloides</i>                 |
| Phaeophyceae | Sporochnales     | Sporochnaceae     | <i>Sporochnus pedunculatus</i>                 |
| Rhodophyceae | Bangiales        | Bangiaceae        | <i>Bangia atropurpurea</i>                     |
| Rhodophyceae | Bonnemaisoniales | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis taxiformis</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Aglaothamnion boergesenii</i>               |



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.5. (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.**

| CLASE        | ORDEN      | FAMILIA        | ESPECIE                                      |
|--------------|------------|----------------|--|
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Aglaothamnion halliae</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Centroceras clavulatum</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium brasiliense</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium brevizonatum var. Caraibicum</i> |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium caudatum</i>                     |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium cimbricum</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium cimbricum flaccidum</i>          |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium corniculatum</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium deslongchampsii</i>              |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium diaphanum</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium diaphanum var. Zostericola</i>   |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium diaphanum var. Zostericola</i>   |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium evermannii</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium evermannii</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium flaccidum</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium luetzelburgii</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium nitens</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium rubrum</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium spp.</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ceramium subtile</i>                      |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Crouania attenuata</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Griffithsia radicans</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Ptilothamnion speluncarum</i>             |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Spyridia filamentosa</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Spyridia hypnoides</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Tiffaniella gorgonea</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Ceramiaceae    | <i>Wrangelia Aarhus</i>                      |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Corallinaceae  | <i>Haliptilon cubense</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Corallinaceae  | <i>Haliptilon subulatum</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Corallinaceae  | <i>Jania adherens</i>                        |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Corallinaceae  | <i>Jania capillacea</i>                      |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Corallinaceae  | <i>Jania rubens</i>                          |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Corallinaceae  | <i>Pneophyllum fragile</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Corallinaceae  | <i>Titanoderma postulatum</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Dasyaceae      | <i>Dictyurus occidentales</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Dasyaceae      | <i>Dasya baillouviana</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Dasyaceae      | <i>Dasya rigidula</i>                        |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Dasyaceae      | <i>Heterosiphonia crispella</i>              |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Dasyaceae      | <i>Heterosiphonia gibbesii</i>               |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Delesseriaceae | <i>Caloglossa lepreurii</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Delesseriaceae | <i>Taenioma Nahum</i>                        |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Delesseriaceae | <i>Taenioma perpusillum</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Acanthophora spicifera</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Amansia multifida</i>                     |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Bostrychia calliptera</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Bostrychia moritziana</i>                 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.5. (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.**

| CLASE        | ORDEN        | FAMILIA        | ESPECIE  |
|--------------|--------------|----------------|--|
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bostrychia pinnata</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bostrychia radicans</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bostrychia tenella</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bryocladia cuspidata</i>                            |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bryocladia thyrsgera</i>                            |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bryothamnion seaforthii</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bryothamnion seaforthii</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Bryothamnion triquetrum</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondria baileyana</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondria capillaris</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondria curvilineata</i>                           |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondria dasyphylla</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondria littoralis</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondria polyrhiza</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondria sedifolia</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondrophycus gemmifera</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Chondrophycus papillosa</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Digenia simplex</i>                                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia pecten-veneris var laxa</i>           |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia pecten-veneris var pecten-veneris</i> |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia secunda secunda</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia secunda tenella</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia caraibica</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia corallopsis</i>                           |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia corymbosa</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia microcladia</i>                           |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia obtusa</i>                                |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia papillosa</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia poiteaui</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>                        |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Ophidocladus simpliciusculus</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Osmundaria obtusiloba</i>                           |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia atlantica</i>                          |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia binneyi</i>                            |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia breviarticulata var. Mexicana</i>      |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia ferulacea</i>                          |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia foetidissima</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia gorgoniae</i>                          |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia hapalacantha</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia havanensis</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia howei</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodomelaceae  | <i>Polysiphonia subtilissima</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales   | Rhodymeniaceae | <i>Chrysymenia enteromorpha</i>                        |
| Rhodophyceae | Corallinales | Corallinaceae  | <i>Amphiroa fragilissima</i>                           |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.5. (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.**

| CLASE        | ORDEN             | FAMILIA         | ESPECIE                          |
|--------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Amphiroa hancockii</i>        |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Amphiroa rigida</i>           |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Goniolithon</i> spp.          |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Hydrolithon boergesenii</i>   |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Hydrolithon farinosum</i>     |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Hydrolithon improcerum</i>    |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Lithothamnion</i> spp.        |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Lithothamnion occidentale</i> |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Melobesia membranacea</i>     |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Mesophyllum mesomorphum</i>   |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Neogoniolithon accretum</i>   |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Neogoniolithon erosum</i>     |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Neogoniolithon mamillare</i>  |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Neogoniolithon solubile</i>   |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Neogoniolithon spectabile</i> |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Neogoniolithon strictum</i>   |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Porolithon pachydermum</i>    |
| Rhodophyceae | Corallinales      | Corallinaceae   | <i>Spongites absimile</i>        |
| Rhodophyceae | Cryptonemiales    | Dumontiaceae    | <i>Dudresnaya crassa</i>         |
| Rhodophyceae | Cryptonemiales    | Halymeniaceae   | <i>Grateloupia filicina</i>      |
| Rhodophyceae | Cryptonemiales    | Halymeniaceae   | <i>Halymenia duchassaingii</i>   |
| Rhodophyceae | Erythropeltidales | Erythrotriaceae | <i>Erythrocladia irregularis</i> |
| Rhodophyceae | Erythropeltidales | Erythrotriaceae | <i>Sahlingia subintegra</i>      |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiaceae     | <i>Gelidium americanum</i>       |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiaceae     | <i>Gelidium crinale</i>          |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiaceae     | <i>Gelidium pusillum</i>         |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiaceae     | <i>Pterocladia capillacea</i>    |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiaceae     | <i>Pterocladia capillacea</i>    |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiellaceae  | <i>Gelidiella acerosa</i>        |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiellaceae  | <i>Gelidiella pañosa</i>         |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Gelidiellaceae  | <i>Gelidiella trinitatis</i>     |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Hypneaceae      | <i>Hypnea corneta</i>            |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Hypneaceae      | <i>Hypnea musciformis</i>        |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Hypneaceae      | <i>Hypnea spinella</i>           |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Hypneaceae      | <i>Hypnea valentiae</i>          |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Phylloporaceae  | <i>Gymnogongrus griffithsiae</i> |
| Rhodophyceae | Gelidiales        | Phylloporaceae  | <i>Gymnogongrus tenuis</i>       |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Corallinaceae   | <i>Lithophyllum congestum</i>    |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Corallinaceae   | <i>Lithophyllum frondosum</i>    |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Corallinaceae   | <i>Lithophyllum intermedium</i>  |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Gigartinaceae   | <i>Chondracanthus acicularis</i> |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Nemastomataceae | <i>Predaea feldmannii</i>        |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Solieriaceae    | <i>Meristiella gelidium</i>      |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Solieriaceae    | <i>Euclima isiforme</i>          |
| Rhodophyceae | Gigartinales      | Solieriaceae    | <i>Agardhiella ramosissima</i>   |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.5. (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.**

| CLASE        | ORDEN            | FAMILIA           | ESPECIE                               |
|--------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Rhodophyceae | Gigartinales     | Solieriaceae      | <i>Agardhiella subulata</i>           |
| Rhodophyceae | Gigartinales     | Solieriaceae      | <i>Solieria filiformis</i>            |
| Rhodophyceae | Gigartinales     | Wurdemanniaceae   | <i>Wurdemannia miniata</i>            |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria blodgettii</i>          |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria blodgettii</i>          |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria bursa-pastoris</i>      |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria caudata</i>             |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria cervicornis</i>         |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria compressa</i>           |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria cornea</i>              |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria cuneata</i>             |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria curtissiae</i>          |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria cilindrica</i>          |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria damaecornis</i>         |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria domingensis</i>         |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria feroz</i>               |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria foliifera</i>           |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria gracilis</i>            |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria lacinulata</i>          |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria tikvahiae</i>           |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria tikvahiae</i>           |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria venezuelensis</i>       |
| Rhodophyceae | Gracilares       | Gracilariaceae    | <i>Gracilaria verrucosa</i>           |
| Rhodophyceae | Gracilariales    | Gracilariaceae    | <i>Gracilariopsis costaricensis</i>   |
| Rhodophyceae | Gracilariales    | Gracilariaceae    | <i>Gracilariopsis lemneiformis</i>    |
| Rhodophyceae | Hildenbrandiales | Hildenbrandiaceae | <i>Hildenbrandia rubra</i>            |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Galaxauraceae     | <i>Galaxaura subverticillata</i>      |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Ganonema farinosum</i>             |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora ceranoides</i>             |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora dendroidea</i>             |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora farinosa</i>               |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora pinnata</i>                |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora megagyna</i>               |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora pinnata</i>                |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora valida</i>                 |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagora viscida</i>                |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Liagoropsis schrammii</i>          |
| Rhodophyceae | Nemaliales       | Liagoraceae       | <i>Nemalion helminthoides</i>         |
| Rhodophyceae | Porphyridiales   | Goniotrichaceae   | <i>Erythrotrichia carnea</i>          |
| Rhodophyceae | Porphyridiales   | Porphyridiaceae   | <i>Chroodactylon ornatum</i>          |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales    | Champiaceae       | <i>Champia parvula</i>                |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales    | Champiaceae       | <i>Champia parvula var. Prostrata</i> |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales    | Nostocaceae       | <i>Nodularia harveyana</i>            |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales    | Rhodymeniaceae    | <i>Anotrichium tenue</i>              |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales    | Rhodymeniaceae    | <i>Botryocladia occidentalis</i>      |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.5.** (Continuación) Listado de especies de macroalgas presentes en el área de estudio.

| CLASE        | ORDEN          | FAMILIA          | ESPECIE                         |
|--------------|----------------|------------------|---------------------------------|
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rhodymeniaceae   | <i>Coelothrix irregularis</i>   |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rhodymeniaceae   | <i>Gelidiopsis intricata</i>    |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rhodymeniaceae   | <i>Gelidiopsis variabilis</i>   |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rhodymeniaceae   | <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rivulariaceae    | <i>Calothrix aeruginea</i>      |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rivulariaceae    | <i>Calothrix confervicola</i>   |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rivulariaceae    | <i>Calothrix crustacea</i>      |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Rivulariaceae    | <i>Calothrix longifila</i>      |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Schizotrichaceae | <i>Schizothrix arenaria</i>     |
| Rhodophyceae | Rhodymeniales  | Schizotrichaceae | <i>Schizothrix mexicana</i>     |
| Rhodophyceae | Porphyridiales | Porphyridiaceae  | <i>Stylonema alsidii</i>        |

Fuente: Ortega *et al.* 2001.

### Fitoplancton.

El fitoplancton, componente vegetal del plancton con su carácter autótrofo, constituye el primer eslabón de la llamada “cadena alimenticia” y es responsable, en forma directa, de la productividad primaria. Su nivel de presencia en el mar puede servir como indicador de variaciones anormales en el medio. En el Golfo de México, existen dos grandes zonas muy importantes para la producción primaria. La primera abarca la parte Sur del Golfo, principalmente la Sonda de Campeche, la segunda se encuentra entre los Ríos Bravo y Mississippi.

El fitoplancton está constituido por células fotosintéticas que flotan en ambientes acuáticos y que utilizan luz y nutrientes inorgánicos disueltos para desarrollarse

El fitoplancton se ve disminuido en la región pelágica, con respecto a la zona más cercana a la costa; en la distribución vertical también disminuye proporcionalmente con la profundidad, excepto en las cotas de 40 y 100 m, en las cuales existen incrementos notables de individuos.

Los valores de células por litro fluctúan entre los límites impuestos de 138 000 como registro máximo y 1 000 como registro mínimo

Las variaciones estacionales determinadas sobre la densidad de organismos revelaron que durante el invierno y la primavera se registra la mayor abundancia de fitoplancton, especialmente en áreas costeras. El mayor valor registrado es de un millón de células por litro. (Moreno-Ruíz J. L. 2003).

Entre las especies de fitoplancton encontramos a:

1. Las diatomeas.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

Estas constituyeron el grupo dominante en las áreas aledañas a la costa; llegan a representar hasta el 100%. La proporción de diatomeas fue disminuyendo conforme hubo un alejamiento respecto a la línea litoral, hasta alcanzar porcentajes tan bajos como 1.0% en algunos lugares. Este patrón que se vio alterado sólo por incrementos ligeros debidos a núcleos poblacionales de *Hemiaulus sinensis* y *Hemiaulus membranaceus*.

2. Las dinoflageladas desnudas.
3. Las fitoflageladas.
4. Las cianofitas.
5. Las cocolitofóridas.

Las fitoflageladas junto con las cianofitas y cocolitofóridas sustituyeron a las diatomeas en las estaciones cercanas al límite de la plataforma continental.

PEP a través de la UNAM realizó 9 cruceros oceanográficos en la parte Sur del Golfo de México, respecto a la taxocenosis dominante en cuanto a densidad de organismos. El resultado comprendió 357 taxa o especies, de las que en la **Tabla IV.6** se resumen las más importantes. (**Licea-Durán 1977 y Licea-Durán. y H. Santoyo. 1991**).

**Tabla IV. 6.** Especies de fitoplancton dominantes en el Sur del Golfo de México.

| <i>Diatomeas</i>                |                                    | <i>Dinoflagelados</i>       |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| <i>Bacteriastrum Delicatulu</i> | <i>Hemiaulus Hauckii</i>           | <i>Acutissimum</i>          |
| <i>Hyalinum</i>                 | <i>H. Membranaceus</i>             | <i>Ceratium Furca</i>       |
| <i>Chaetoceros Affinis</i>      | <i>Leptocylindrus Danicus</i>      | <i>C. Fusas</i>             |
| <i>Ch. Coarctatus</i>           | <i>Nitzschia Longissima</i>        | <i>Massiliense</i>          |
| <i>Ch. Compressum</i>           | <i>N. Bicapitata</i>               | <i>Teres</i>                |
| <i>Ch. Curvisetum</i>           | <i>N. Pungens</i>                  | <i>Trichoceros</i>          |
| <i>Ch. Decipiens</i>            | <i>Rhizosolenia Alata</i>          | <i>D. Caudata</i>           |
| <i>Ch. Didymus</i>              | <i>Rb. Calcar-Avis</i>             | <i>D. Tripos</i>            |
| <i>Ch. Lorenzianus</i>          | <i>Rb. Delicatula</i>              | <i>Exauviella Compressa</i> |
| <i>Ch. Tares</i>                | <i>Rb. Fragilissima</i>            | <i>Goniaulax Diegensis</i>  |
| <i>Cyclotella Striata</i>       | <i>Rb. Setigera</i>                | <i>Gymnodinium Breve</i>    |
| <i>Detonula Pumila</i>          | <i>Thalassionema Sitzschioides</i> | <i>Prorocentrum Micans</i>  |
| <i>Guinardia Flaccida</i>       | <i>Thalassiothrix Frauenfelddi</i> | <i>Peridinium Depressum</i> |

La secuencia general de la sucesión de fitoplancton en orden de abundancia se puede enmarcar como sigue:

- En *Invierno* dominaron: *Nitzschia Pungens*, *Fitoflageladas*, *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia fragilissima* y *Leptocylindrus danicus*.
- *Primavera* hay incrementos en las poblaciones: *L. danicus* y *Thalassionema nitzschioides*, así como la aparición de las especies *Skeletonema costatum*, *Trichodesmium* spp., *N. Pungens*, *Chaetoceros coarctatus* y *Rhizosolenia stolterfothii*.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

- En *Verano* se registra un decremento en la densidad pero con un mejor desarrollo de *S. costatum* y *C. coarctatus*, destacando también *Hemialus bauckii*, *Trichodesmium* spp., *T. nitzschioides*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *Fitoflageladas* y *N. closterium*.
- *Otoño* se registra un leve florecimiento de *T. nitzschioides*, *Fitoflageladas*, *S. costatum* y *Rhizosolenia setigera*.

Las variaciones estacionales determinadas sobre la densidad de organismos revelaron que durante el invierno y la primavera existe mayor abundancia de fitoplancton, especialmente en el área de estudio donde se llevará a cabo el proyecto. Presentando un valor de  $10^4$  a  $10^5$  cels/L. Estudios realizados en esta misma área por **Licea-Durán 1977 y Licea-Durán. y H. Santoyo. 1991**; señalan las especies fitoplanctónicas reportadas en la zona de estudio (ver la **Tabla IV.7**).

**Tabla IV. 7.** Especies de fitoplancton reportadas en la Sonda de Campeche.

| CLASE         | ORDEN         | FAMILIA        | ESPECIE  |
|---------------|---------------|----------------|--|
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae   | <i>Caulerpa sertularioides f. corymbosa</i>      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae   | <i>Caulerpa sertularioides f. farlowii</i>       |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae   | <i>Caulerpa sertularioides f. longiseta</i>      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae   | <i>Caulerpa sertularioides f. sertularioides</i> |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae   | <i>Caulerpa verticillata</i>                     |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Caulerpáceae   | <i>Caulerpa webbiana</i>                         |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Codiaceae      | <i>Codium decortcatum</i>                        |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Codiaceae      | <i>Codium isthmocladum var isthmocladum</i>      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Codiaceae      | <i>Codium taylorii</i>                           |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Halimedaceae   | <i>Halimeda incrassata</i>                       |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Halimedaceae   | <i>Halimeda monile</i>                           |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae     | <i>Penicillus capitatus</i>                      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae     | <i>Penicillus dumetosus</i>                      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae     | <i>Penicillus dumetosus</i>                      |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae     | <i>Penicillus lamourouxii</i>                    |
| Chlorophyceae | Caulerpales   | Udoteaceae     | <i>Penicillus pyriformis</i>                     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Rhizoclonium africanum</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Rhizoclonium riparium var implexum</i>        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Rhizoclonium riparium var riparium</i>        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Rhizoclonium tortuosum</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Anadyomenaceae | <i>Anadyomene menziesii</i>                      |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Anadyomenaceae | <i>Anadyomene stellata</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Anadyomenaceae | <i>Microdictyon boergesenii</i>                  |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha brachygona</i>                   |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha aerea</i>                        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha antennina</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha crassa</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha gracilis</i>                     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha linum</i>                        |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha minima</i>                       |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Cladophora albida</i>                         |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Cladophora brasiliana</i>                     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae | <i>Cladophora catenata</i>                       |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.7. (Continuación) Especies de fitoplancton reportadas en la Sonda de Campeche.**

| CLASE         | ORDEN         | FAMILIA          | ESPECIE                                     |
|---------------|---------------|------------------|---|
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora coelothrix</i>                |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora corallicola</i>               |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora flexuosa</i>                  |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora liebetruthii</i>              |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora montagneana</i>               |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora prolifera</i>                 |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora sericea</i>                   |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora sociales</i>                  |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora submarina</i>                 |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Cladophoraceae   | <i>Cladophora vagabunda</i>                 |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Boodlea composita</i>                    |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Cladophoropsis macromeres</i>            |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Cladophoropsis membranacea</i>           |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria cavernosa</i>             |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Dictyosphaeria ocellata</i>              |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Phyllocladion anastomosans</i>           |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Siphonocladaceae | <i>Ventricaria ventricosa</i>               |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Udoteaceae       | <i>Rhipocephalus phoenix f. brevifolius</i> |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Udoteaceae       | <i>Rhipocephalus phoenix f. longifolius</i> |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Udoteaceae       | <i>Rhipocephalus phoenix f. Phoenix</i>     |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Valoniaceae      | <i>Ernodesmis verticillata</i>              |
| Chlorophyceae | Cladophorales | Valoniaceae      | <i>Valonia ventricosa</i>                   |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Polyphysaceae    | <i>Acetabularia crenulata</i>               |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Polyphysaceae    | <i>Acetabularia polyphysoides</i>           |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Polyphysaceae    | <i>Acetabularia pusilla</i>                 |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Ulvellaceae      | <i>Entocladia ventriculosa</i>              |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Ulvellaceae      | <i>Entocladia viridis</i>                   |
| Chlorophyceae | Ctenocladales | Ulvellaceae      | <i>Ulvella lens</i>                         |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Batophora oerstedii</i>                  |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Cymopolia barbata</i>                    |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Dasycladus vermicularis</i>              |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Dasycladaceae    | <i>Neomeris annulata</i>                    |
| Chlorophyceae | Phaeophilales | Phaeophilaceae   | <i>Phaeophila dendroides</i>                |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Gomontiaceae     | <i>Gomontia polyrhiza</i>                   |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Monostromataceae | <i>Blidingia minima</i>                     |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha bulbosa</i>                 |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha chaetomorphoides</i>        |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha clathrata</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha compressa</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha flexuosa flexuosa</i>       |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha flexuosa paradoxa</i>       |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha intestinales</i>            |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha lingulata</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Enteromorpha prolifera</i>               |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Ulva fascista</i>                        |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Ulva lactuca</i>                         |
| Chlorophyceae | Ulvaes        | Ulvaceae         | <i>Ulva rigida</i>                          |
| Chlorophyceae | Dasycladales  | Polyphysaceae    | <i>Acicularia schenckii</i>                 |
| Phaeophyceae  | Chordariales  | Chordariaceae    | <i>Cladosiphon occidentalis</i>             |
| Phaeophyceae  | Chordariales  | Chordariaceae    | <i>Cladosiphon zosterae</i>                 |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyopteris delicatula</i>              |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyopteris justii</i>                  |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota bartayresiana</i>               |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota bartayresii</i>                 |
| Phaeophyceae  | Dictyotales   | Dictyotaceae     | <i>Dictyota cervicomis</i>                  |



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV.7. (Continuación) Especies de fitoplancton reportadas en la Sonda de Campeche.

| CLASE        | ORDEN           | FAMILIA          | ESPECIE  |
|--------------|-----------------|------------------|--|
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota ciliolata</i> var. <i>Bermudensis</i>      |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota ciliolata</i> var. <i>Ciliolata</i>        |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota dichotoma</i>                              |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota divaricata</i>                             |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota guineensis</i>                             |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota jamaicensis</i>                            |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota linearis</i>                               |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota menstrualis</i>                            |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Dictyota mertensii</i>                              |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Lobophora variegata</i>                             |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Padina oergeri</i>                                  |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Padina gymnospora</i>                               |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Padina haitiensis</i>                               |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Padina pavonica</i>                                 |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Padina sanctaerucis</i>                             |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Spatoglossum schroederi</i>                         |
| Phaeophyceae | Dictyotales     | Dictyotaceae     | <i>Styopodium zonale</i>                               |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Acinetospora crinita</i>                            |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Asteronema rhodochoortonoides</i>                   |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Ectocarpus elachistaeformis</i>                     |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Ectocarpus siliculosus</i>                          |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Ectocarpus variabilis</i>                           |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Feldmannia indica</i>                               |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Feldmannia irregularis</i>                          |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Feldmannia padinae</i>                              |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Hincksia breviararticulata</i>                      |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Hincksia mitchelliae</i>                            |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ectocarpaceae    | <i>Hincksia rallsiae</i>                               |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Pilayellaceae    | <i>Bachelotia antillarum</i>                           |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Ralfsiaceae      | <i>Ralfsia expansa</i>                                 |
| Phaeophyceae | Ectocarpales    | Scytosiphonaceae | <i>Scytosiphon lomentaria</i> var. <i>complanatus</i>  |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum affine</i>                                |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum brevipes</i>                              |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum filipendula</i> var. <i>filipendula</i>   |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum filipendula</i> var. <i>montagnei</i>     |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum fluitans</i>                              |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum hystrix</i> var. <i>buxifolium</i>        |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum hystrix</i> var. <i>hystrix</i>           |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum hystrix</i> var. <i>subcristatum</i>      |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum natans</i>                                |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum polyceratium</i> var. <i>ovatum</i>       |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum polyceratium</i> var. <i>polyceratium</i> |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum vulgare</i>                               |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Sargassum vulgare</i> var. <i>foliosissimum</i>     |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Turbinaria tricostata</i>                           |
| Phaeophyceae | Fucales         | Sargassaceae     | <i>Turbinaria turbinata</i>                            |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales | Chnoosporaceae   | <i>Chnoospora minima</i>                               |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales | Scytosiphonaceae | <i>Colpomenia sinuosa</i>                              |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales | Scytosiphonaceae | <i>Hydroclathrus clathratus</i>                        |
| Phaeophyceae | Scytosiphonales | Scytosiphonaceae | <i>Rosenvigia intricata</i>                            |
| Phaeophyceae | Sphacelariales  | Sphacelariaceae  | <i>Sphacelaria novae-hollandiae</i>                    |
| Phaeophyceae | Sphacelariales  | Sphacelariaceae  | <i>Sphacelaria rigidula</i>                            |
| Phaeophyceae | Sphacelariales  | Sphacelariaceae  | <i>Sphacelaria tribuloides</i>                         |
| Phaeophyceae | Sporochneales   | Sporochneaceae   | <i>Sporochnus pedunculatus</i>                         |
| Rhodophyceae | Bangiales       | Bangiaceae       | <i>Bangia atropurpurea</i>                             |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV.7. (Continuación) Especies de fitoplancton reportadas en la Sonda de Campeche.

| CLASE        | ORDEN            | FAMILIA           | ESPECIE                                     |
|--------------|------------------|-------------------|---|
| Rhodophyceae | Bonnemaisoniales | Bonnemaisoniaceae | <i>Asparagopsis taxiformis</i>              |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Aglaothamnion boergesenii</i>            |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Aglaothamnion halliae</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Centroceras clavulatum</i>               |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium brasiliense</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium brevizonatum var Caraibicum</i> |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium caudatum</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium cimbricum flaccidum</i>         |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium corniculatum</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium deslongchampsii</i>             |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium diaphanum</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium diaphanum var. Zostericola</i>  |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium diaphanum var. Zostericola</i>  |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium evermannii</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium evermannii</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium flaccidum</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium luetzelburgii</i>               |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium nitens</i>                      |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium rubrum</i>                      |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium spp.</i>                        |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium subtile</i>                     |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Crouania attenuata</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Griffithsia radicans</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ptilothamnion speluncarum</i>            |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Spyridia filamentosa</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Spyridia hypnoides</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Tiffaniella gorgonea</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Wrangelia Aarhus</i>                     |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Wrangelia penicillata</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Corallinaceae     | <i>Halitilon cubense</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Corallinaceae     | <i>Halitilon subulatum</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Corallinaceae     | <i>Jania adherens</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Corallinaceae     | <i>Jania capillacea</i>                     |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Corallinaceae     | <i>Jania rubens</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Corallinaceae     | <i>Pneophyllum fragile</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Corallinaceae     | <i>Titanoderma postulatum</i>               |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Dasyaceae         | <i>Dictyurus occidentales</i>               |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Dasyaceae         | <i>Dasya baillouviana</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Dasyaceae         | <i>Dasya rigidula</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Dasyaceae         | <i>Heterosiphonia crispella</i>             |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Dasyaceae         | <i>Heterosiphonia gibbesii</i>              |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Delesseriaceae    | <i>Caloglossa lepieurii</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Delesseriaceae    | <i>Taenioma Nahum</i>                       |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Ceramiaceae       | <i>Ceramium cimbricum flaccidum</i>         |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Delesseriaceae    | <i>Taenioma perpusillum</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Acanthophora spicifera</i>               |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Amansia multifida</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Bostrychia calliptera</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Bostrychia moritziana</i>                |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Bostrychia pinnata</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Bostrychia radicans</i>                  |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Bostrychia tenella</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Bryocladia cuspidata</i>                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales       | Rhodomelaceae     | <i>Bryocladia thyrsgera</i>                 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.7. (Continuación) Especies de fitoplancton reportadas en la Sonda de Campeche.**

| CLASE        | ORDEN      | FAMILIA        | ESPECIE  |
|--------------|------------|----------------|--|
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Bryothamnion seaforthii</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Bryothamnion seaforthii</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Bryothamnion triquetrum</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondria baileyana</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondria capillaris</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondria curvilineata</i>                           |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondria dasyphylla</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondria littoralis</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondria polyrhiza</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondria sedifolia</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondrophycus gemmifera</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Chondrophycus papillosa</i>                         |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Digenia simples</i>                                 |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia pecten-veneris var laxa</i>           |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia pecten-veneris var pecten-veneris</i> |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia secunda secunda</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Herposiphonia secunda tenella</i>                   |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia caraibica</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia coralloopsis</i>                          |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia corymbosa</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia microcladia</i>                           |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia obtusa</i>                                |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia papillosa</i>                             |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Laurencia poiteaui</i>                              |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>                        |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Rhodomelaceae  | <i>Ophidocladus simpliciusculus</i>                    |
| Rhodophyceae | Ceramiales | Delesseriaceae | <i>Taenioma perpusillum</i>                            |

Fuente: Licea-Durán 1977 y Licea-Durán. y H. Santoyo. 1991)..

- **Algas bentónicas.**

La cubierta vegetal algal marina de México es muy variada pues en el territorio están representadas varias zonas fitogeográficas marinas, el número total de especies de algas marinas del Golfo de México es de 647, de las cuales 52 especies de algas pardas se ubican en México. En cuanto a la distribución de estas especies esta dada por la respuesta a factores como: temperatura, salinidad y sustrato. La lista de especies reportadas en el Golfo de México se puede ver en la **Tabla IV.8**, tomadas de la publicación “Una clave de campo de las algas pardas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe”. (Moreno-Ruiz J. L. 1999 y 2000).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

**Tabla IV. 8.** Lista sistemática de las algas pardas bénticas (PHAOPHYTA) del Golfo de México.

| <b>Clase: Phaeophyceae</b>   |  |
|--|--|
| <p><b>Orden Scytosiphonales</b></p> <p><b>Familia Chonosporaceae</b><br/><b>Genero</b> Chnoospora<br/>Minima</p> <p><b>Familia Scytosiphonaceae</b><br/><b>Genero</b> Colpomenia<br/><b>Especie</b> <i>Colpomenia sinuosa</i></p> <p><i>Hydroclathrus</i><br/><i>Clathratus</i><br/><i>Petalonia</i><br/><i>Fascia</i></p> <p><i>Rosenvingea</i><br/><b>Especie</b> <i>Rosenvingea intricata</i></p> <p><i>Hincksia</i><br/><i>Mitchelliae</i></p> <p><i>Giffordia</i><br/><b>Especie</b> <i>Giffordia mitchelliae</i></p> <p><i>Lithoderma</i><br/><b>Especie</b> <i>Lithoderma Ralfsia</i></p> <p><i>Expansa</i></p> | <p><b>Orden Fucales</b></p> <p><b>Familia Sargassaceae</b><br/><b>Genero</b> <i>Sargassum</i><br/><i>Filipendula</i><br/><i>Flutans</i></p> <p><i>Furcatum</i><br/><b>Especie</b> <i>Furcatum hystrix</i><br/><i>Furcatum natans</i><br/><i>Furcatum polyceratium</i><br/><i>Furcatum ovatum</i><br/><i>Furcatum ramifolium</i><br/><i>Furcatum vulgare</i><br/><i>Furcatum foliosissimum</i></p> <p><i>Turbinaria</i><br/><b>Especie</b> <i>Turbinaria tricostata</i><br/><i>Turbinaria turbinata</i><br/><i>Turbinaria pedunculatus</i></p> <p><b>Orden Sporochnales</b></p> <p><b>Familia Sporochnaceae</b><br/><b>Genero</b> <i>Sporochnus</i></p> |
| <p><b>Orden Dictyotales</b></p> <p><b>Familia Dictyotaceae</b><br/><b>Genero</b> <i>Bartayresii</i><br/><b>Especie</b> <i>Bartayresii bartayresiana</i><br/><i>Bartayresii cervicornis</i></p>   | <p><b>Orden Sphacelariales</b></p> <p><b>Familia Sphacelariaceae</b><br/><b>Genero</b> <i>Dilophus</i><br/><b>Especie</b> <i>Dilophus guineensis</i></p> <p><i>Lodophora</i><br/><b>Especie</b> <i>Lodophora variegata</i></p> <p><i>Padina</i><br/><b>Especie</b> <i>Padina boerdesenii</i></p>   |

Fuente: Moreno-Ruiz J. L. 2000

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.8.** (Continuación) Lista sistemática de las algas pardas bénticas (PHAOPHYTA) del Golfo de México.

| Clase: Phaeophyceae   |  |
|---|--|
| <p><b>Orden</b> Dictyotales</p> <p><b>Familia</b> Dictyotaceae<br/>Genero <i>Bartayresii</i><br/><b>Especie</b> <i>Bartayresii bartayresiana</i><br/><i>Bartayresii cervicornis</i></p>   | <p><b>Orden</b> Sphacelariales</p> <p><b>Familia</b> Sphacelariaceae<br/><b>Genero</b> <i>Dilophus</i><br/><b>Especie</b> <i>Dilophus guineensis</i></p> <p><i>Lodophora</i><br/><b>Especie</b> <i>Lodophora variegata</i></p> <p><i>Padina</i><br/><b>Especie</b> <i>Padina boerdesenii</i></p>   |
| <p><b>Orden</b> Dictyotales</p> <p><b>Familia</b> Dictyotaceae<br/><b>Genero</b> <i>Dictyopteris</i></p> <p><i>Delicatula</i><br/><b>Especie</b> <i>Delicatula justii</i><br/><i>Delicatula plagiogramma</i></p> <p><i>Dictyota</i></p> | <p><b>Orden</b> Sphacelariales</p> <p><b>Familia</b> Sphacelariaceae<br/><b>Genero</b> <i>Sphacelaria</i><br/><b>Especie</b> <i>Sphacelaria fusca</i><br/><i>Sphacelaria novae-hollandiae</i><br/><i>Sphacelaria rigidula</i><br/><i>Sphacelaria tribuloides</i></p> <p><i>Dilophus</i><br/><b>Especie</b> <i>Dilophus alternans</i></p> |

Fuente: Moreno-Ruiz J. L. 2000.

**Vegetación costera.**

Tomando como base los estudios de vegetación, las comunidades dominantes en la zona costera son: a) pastizal, b) palmar-pastizal, c) manglar tular y d) selva baja inundable.

**a) El Manglar tular**

Está constituido por agrupaciones densas de plantas herbáceas enraizadas en el fondo de los lugares pantanosos, sus hojas son largas y angostas, y parte de los tallos (cuando carecen de hojas) sobresalen de la superficie de agua.

**b) La Selva**

Puede alcanzar los 15m o un poco más; la mayoría de los individuos (75-100%) que la forman tiran las hojas en la época seca que es muy prolongada (6-8 meses); los árboles dominantes por lo común son inermes.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

c) El manglar

Se caracteriza por especies leñosas, densas, frecuentemente arbustivas o bien arborescentes de 2 a 25 m de altura, prácticamente sin plantas herbáceas, rara vez con alguna epífita o parásita.

d) Por último se presentan cultivos de temporal más comunes en los pastizales de las zonas aledañas a la zona costera.

#### 4.2.2.2 Fauna acuática.

En general, la fauna marina de la zona de estudio suma 584 especies en los ambientes marinos como son plancton, necton y bentos. Ver la siguiente **Tabla IV.9.** (Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1986).

**Tabla IV. 9.** Número de Especies por Grupo Taxonómico.

| Grupo Taxonómico | Número de Especies |
|------------------|--------------------|
| Crustáceos       | 204                |
| Poliquetos       | 142                |
| Nemátodos        | 107                |
| Moluscos         | 78                 |
| Peces            | 39                 |
| Mamíferos        | 5                  |
| Equinodermos     | 5                  |
| Cnidarios        | 2                  |
| Nemertinos       | 1                  |
| Sipuncúlidos     | 1                  |
| Total            | 584                |

Fuente: Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1986.

Con respecto a la fauna de la región uno de los principales factores hidrológicos que lo determinan, es la corriente del Golfo que lo penetra a través del Canal de Yucatán y fluye a través del Estrecho de Florida. Esto determina que gran parte de la fauna localizada en el Golfo sea semejante o igual a la que se presenta en el Mar Caribe y en la región Atlántica. El resto es fauna endémica del área. Por otro lado, como en la mayoría de las regiones subtropicales, la alta temperatura del agua ocasiona un crecimiento rápido de los organismos y al mismo tiempo hace que estos maduren a una edad temprana, y por lo tanto con tallas más pequeñas (Day, J.W., 1983).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

---

## Invertebrados.

- **Macrobentos**

Los organismos asociados a los fondos marinos se definen como bentos. El bentos en el ecosistema marino es de gran importancia por su papel en los 200 procesos primarios, los ciclos biogeoquímicos donde se encuentra estrechamente vinculado al reciclamiento de materiales en la interfase agua-sedimento.

Los componentes bénticos ocurren a lo largo de todo el gradiente batimétrico, desde la zona litoral hasta los abismos. La asociación del bentos, temporal o permanente, con el sustrato se presenta a través de las actividades de bioturbación, horadación, oxigenación y cementación del sedimento. Las interacciones con otras especies le permiten la subsistencia a lo largo del ciclo de vida.

De los resultados existentes de estudios del bentos en el Golfo de México se puede reconocer que existe una diversidad grande de ecosistemas y hábitats. Esta diversidad en escalas de ecosistemas, y paisajes permite extrapolar que en el Golfo de México existe una diversidad potencial elevada equivalente a la reconocida en hotspots terrestres de ambientes tropicales y subtropicales.

La riqueza biológica depende de factores determinantes, como el tipo de sedimento, la concentración y calidad de materia orgánica en sedimento, la concentración de oxígeno disuelto en el agua de fondo y el transporte lateral y resuspensión por corrientes de fondo.

La vulnerabilidad de las comunidades bentónicas se asocia con frecuencia a los ciclones de verano, fragmentación de hábitats y perturbación de la heterogeneidad espacial. Normalmente, la recuperación de la comunidad se da en escala decadal. **(Caso M. y col. 2004).**

Son generalmente organismos sésiles o de poca movilidad dependiendo de la textura y consistencia del sustrato que habiten, así de cómo su capacidad para trasformarlo. Los organismos del bentos son de mucha importancia debido a que guardan una estrecha dependencia con el sitio que habitan, y dado que el sedimento puede “atrapar” y “almacenar” temporal o permanentemente las sustancias y materiales que vienen precipitándose, entonces pueden brindar una respuesta ante disturbios y relacionarla con algún agente causal, conformándose como una agrupación de elementos integradores de calidad ambiental. **(Carranza E. A. 2006).**

Utilizando el bentos se tiene una mayor seguridad de estar muestreando en el mismo hábitat a través del tiempo, lo que permite evaluar la magnitud de cualquier evento en una misma localidad sobre diferentes periodos de tiempo.

Son el reflejo de las condiciones ambientales del momento en el que se muestre, pudiéndose inferir las condiciones previas al muestreo, presentando una respuesta rápida y sirviendo como indicadores del cambio (a través de cambios en su estructura

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

comunitaria). Asimismo, es sorprendente su rápida recolonización después del evento, la cual, dependiendo del grado, tipo de evento y grupo taxonómico, dicha recolonización se puede dar desde 5 a 10 días en poliquetos, o hasta en un mes, e inclusive un año en otros grupos.

**Tabla IV. 10.** Características de los hábitats principales que ocurren en la zona de estudio y su relación a los valores antropocéntricos.

| Estructuras significativas         | Función en el ecosistema   | Complejidad | Productividad | Biomasa  | Impactos generados por el hombre                     | Usos para el hombre                            |
|------------------------------------|--|-------------|---------------|----------|--|--|
| Espigones y plataformas petroleras | Productores, exportadores de carbono biogénico. Remineralización de nutrientes fondos con concha | Muy elevada | Muy alta      | Muy alta | Aportes urbanos e industriales, desarrollo portuario | Recursos. Diversidad genética y biotecnológica |

**Fuente:** Caso M. y col. 2004.

Los principales grupos de invertebrados pertenecientes a la fauna macrobéntica son: anélidos, crustáceos, moluscos y equinodermos. De estos, los poliquetos (anélidos) son el componente macrofaunístico más importante en la mayoría de las comunidades bénticas, tanto en substratos duros como blandos, llegando a representar entre el 36 y el 70% del total de la abundancia, así como entre el 25 y 65% de la riqueza de especies. Por ello, se considera que sus patrones de distribución frecuentemente reflejan la totalidad de la fauna béntica.

Dentro de los macrobentos que habitan en el área de estudio, podemos encontrar especies de poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos los cuales se mencionan a continuación. (**Granados-Barba A. 1991 y 2001**). Son generalmente abundantes, en densidad y biomasa, y bien distribuidos. En ocasiones se les asocia con aspectos de perturbación ambiental dado que algunas de sus especies han sido registradas como bioindicadoras; de hecho es quizá, después de los poliquetos, el grupo más resistente.

En un estudio realizado por la Universidad Autónoma del Carmen, en 1993, sobre algunos aspectos ecológicos acerca de la distribución y abundancia de los moluscos, se encontró que un factor limitante en la distribución de los organismos es la profundidad. Se observó que la mayor abundancia de los organismos se encontró en las profundidades de los 15 a los 40 m (consideradas aguas someras) y en los 40 y 50 m (consideradas aguas moderadamente someras); la menor abundancia de los organismos se observó en el rango de profundidad de 50 a 200 m (**Aguilar, 1993**).

Los poliquetos pueden encontrarse en todas las latitudes y profundidades, así como en casi todo tipo de ambientes sean éstos benignos o extremos. Asimismo, generalmente constituyen entre un 50 y 70% de la fauna béntica en general bajo condiciones normales y



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

entre un 50 y 90% del total de la fauna béntica en ambientes perturbados o contaminados, motivo por el que algunas de sus especies se han empleado para estudios de monitoreo ambiental como indicadores de contaminación.

En la región de plataformas de extracción petrolera se encuentran distribuidas 35 familias de poliquetos, las cuales representan el 38, 50 y 60% de las registradas para el mundo, México y Golfo de México, respectivamente, así como 80 géneros y 144 especies, lo que representa aproximadamente el 24 % de las especies registradas en la Plataforma Continental Golfo de México. **(Carranza E. A. 2006).**

**Tabla IV. 11.** Especies de poliquetos que se encuentran en el área de estudio

| FAMILIA         | ESPECIE                           | DISTRIBUCIÓN                |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Ampharetidae    | <i>Melinna maculate</i>           | Laguna de Términos Campeche |
| Amphinomidae    | <i>Linopherus ambigua</i>         | Campeche                    |
| Capitellidae    | <i>Capitella capitata</i>         | Campeche                    |
| Capitellidae    | <i>Capitomastus sp.</i>           | Campeche                    |
| Capitellidae    | <i>Decamastus gracilis</i>        | Campeche                    |
| Capitellidae    | <i>Leiochrides africanus</i>      | Campeche                    |
| Capitellidae    | <i>Mediomastus californiensis</i> | Campeche                    |
| Capitellidae    | <i>Notomastus luridus</i>         | Campeche                    |
| Cirratulidae    | <i>Cauleriella alata</i>          | Campeche                    |
| Cirratulidae    | <i>Cirriformia filigera</i>       | Campeche                    |
| Cossuridae      | <i>Costura delta</i>              | Campeche                    |
| Dorvilleidae    | <i>Schistomeringos rudolphii</i>  | Campeche                    |
| Eunicidae       | <i>Marphysa sanguinea</i>         | Campeche                    |
| Flabelligeridae | <i>preusa eruca</i>               | Campeche                    |
| Goniadidae      | <i>Glycinde armigera</i>          | Campeche                    |
| Goniadidae      | <i>Glycinde solitaria</i>         | Campeche                    |
| Hesionidae      | <i>Gyptis brevipalpa</i>          | Campeche                    |
| Lumbrineridae   | <i>Lumbrineris impatientis</i>    | Campeche                    |
| Magelonidae     | <i>Mageloma roulei</i>            | Campeche                    |
| Maldanidae      | <i>Axiothella sp.</i>             | Campeche                    |
| Maldanidae      | <i>Branchioasychis americana</i>  | Campeche                    |
| Maldanidae      | <i>Sonatsa carinata</i>           | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Ceratonereis costae</i>        | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Ceratonereis sp.</i>           | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Leptonereis glauca</i>         | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Leptonereis sp.</i>            | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Neanthes caudate</i>           | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Neanthes micromma</i>          | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Neanthes succinea</i>          | Campeche                    |
| Nereididae      | <i>Platynereis sp.</i>            | Campeche                    |
| Oeonidae        | <i>Arabella tricolor</i>          | Campeche                    |
| Onuphidae       | <i>Diopatra cuerea</i>            | Campeche                    |
| Opheliidae      | <i>Armandia bioculata</i>         | Campeche                    |
| Opheliidae      | <i>Armandia cirrosa</i>           | Campeche                    |

Fuente: <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/checklist/44-1.html> 2005.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

El número de anélidos poliquetos asociado a plataformas petroleras en el sector externo de la plataforma continental en la Bahía de Campeche sostiene 14 especies de las familias Phyllodocidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae y Pilargidae, 14 de la familia Spionidae y seis más de las familias Orbiniidae y Cossuridae. Se encontraron un total de 135 especies de anélidos poliquetos en la gran diversidad y riqueza que caracteriza al área de estudio (Caso M. y col. 2004).

**Tabla IV. 12.** Moluscos registrados en el área de estudio.

| CLASE    | FAMILIA        | ESPECIE                        | NOMBRE COMÚN    |
|----------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| Bivalvia | Cardiidae      | <i>Trachycardium isocardia</i> | Almeja azul     |
| Bivalvia | Cardiidae      | <i>Trachycardium muricatum</i> | Almeja azul     |
| Bivalvia | Arcidae        | <i>Anadara baughmari</i>       | Almeja          |
| Bivalvia | Arcidae        | <i>Anadara brasiliana</i>      | Almeja          |
| Bivalvia | Arcidae        | <i>Anadara chemnitzii</i>      | Almeja          |
| Bivalvia | Arcidae        | <i>Anadara floridana</i>       | Almeja          |
| Bivalvia | Arcidae        | <i>Anadara ovalis</i>          | Almeja          |
| Bivalvia | Arcidae        | <i>Anadara transversa</i>      | Almeja          |
| Bivalvia | Arcidae        | <i>Barbatia candida</i>        | Almeja          |
| Bivalvia | Cardiidae      | <i>Dinocardium robustum</i>    | Almejón         |
| Bivalvia | Cardiidae      | <i>Laevicardium laevigatum</i> | Almeja amarilla |
| Bivalvia | Cardiidae      | <i>Laevicardium mortoni</i>    | Almeja          |
| Bivalvia | Cardiidae      | <i>Laevicardium punctum</i>    | Almeja          |
| Bivalvia | Carditidae     | <i>Carditamera floridana</i>   | Almeja          |
| Bivalvia | Corbulidae     | <i>Corbula barratiana</i>      |                 |
| Bivalvia | Corbulidae     | <i>Corbula contracta</i>       |                 |
| Bivalvia | Corbulidae     | <i>Corbula chittyana</i>       |                 |
| Bivalvia | Corbulidae     | <i>Corbula dietziana</i>       |                 |
| Bivalvia | Corbulidae     | <i>Corbula krebsiana</i>       |                 |
| Bivalvia | Corbulidae     | <i>Corbula swiftiana</i>       |                 |
| Bivalvia | Corbulidae     | <i>Varicorbula operculata</i>  |                 |
| Bivalvia | Crassatellidae | <i>Crassinella lunulata</i>    |                 |
| Bivalvia | Cuspidaridae   | <i>Cardiomya perrostrata</i>   |                 |
| Bivalvia | Cycladidae     | <i>Polymesoda carolineana</i>  | Almeja de fango |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.12. (Continuación) Moluscos registrados en el área de estudio.**

| CLASE    | FAMILIA        | ESPECIE                             | NOMBRE COMÚN       |
|----------|----------------|-------------------------------------|--------------------|
| Bivalvia | Lucinidae      | <i>Anodontia alba</i>               | Almeja blanca      |
| Bivalvia | Lucinidae      | <i>Codakia orbicularis</i>          | Almeja blanca      |
| Bivalvia | Lucinidae      | <i>Linga amiantos</i>               |                    |
| Bivalvia | Lucinidae      | <i>Lucina nassula</i>               |                    |
| Bivalvia | Lucinidae      | <i>Lucina pectinata</i>             | Almeja             |
| Bivalvia | Lyonsiidae     | <i>Lyonsia hyalina floridana</i>    |                    |
| Bivalvia | Maetridae      | <i>Mulinia laterales</i>            | Almeja             |
| Bivalvia | Maetridae      | <i>Rangia cuneata</i>               | Almeja gatillo     |
| Bivalvia | Maetridae      | <i>Rangia flexuosa</i>              | Almeja negra       |
| Bivalvia | Mytilidae      | <i>Amygdalum papyrium</i>           |                    |
| Bivalvia | Mytilidae      | <i>Ischadium recurvum</i>           | Mejillón azul      |
| Bivalvia | Mytilidae      | <i>Lioberus cassaneus</i>           |                    |
| Bivalvia | Mytilidae      | <i>Modiolus americanus</i>          | Mejillón Comercial |
| Bivalvia | Mytilidae      | <i>Musculus laterales</i>           |                    |
| Bivalvia | Nuculanidae    | <i>Nuculana acuta</i>               |                    |
| Bivalvia | Nuculanidae    | <i>Nuculana concentrica</i>         |                    |
| Bivalvia | Nuculanidae    | <i>Nuculana verrilliana</i>         |                    |
| Bivalvia | Nuculidae      | <i>Nucula crenulata</i>             |                    |
| Bivalvia | Ostreidae      | <i>Crassostrea rhizophorae</i>      |                    |
| Bivalvia | Ostreidae      | <i>Crassostrea virginica</i>        | Ostión,            |
| Bivalvia | Pectinidae     | <i>Argopecten nucleus</i>           | Almeja brincadora  |
| Bivalvia | Periplomatidae | <i>Periploma margaritaceum</i>      |                    |
| Bivalvia | Petricolidae   | <i>Petricola pholadiformis</i>      |                    |
| Bivalvia | Pholadidae     | <i>Cyrtopleura costata</i>          |                    |
| Bivalvia | Pholadidae     | <i>Martesia cuneiformes</i>         |                    |
| Bivalvia | Pholadidae     | <i>Martesia striata</i>             |                    |
| Bivalvia | Pinnidae       | <i>Atrina rigida</i>                | Callo de Hacha     |
| Bivalvia | Pinnidae       | <i>Atrina serrata</i>               | Callo de Hacha     |
| Bivalvia | Psammobidae    | <i>Tagelus divisus</i>              |                    |
| Bivalvia | Psammobidae    | <i>Tagelus plebeius</i>             |                    |
| Bivalvia | Semelidae      | <i>Abra aequalis</i>                |                    |
| Bivalvia | Semelidae      | <i>Abra lioica</i>                  |                    |
| Bivalvia | Semelidae      | <i>Semele bellastrata</i>           |                    |
| Bivalvia | Semelidae      | <i>Semele purpurascens</i>          |                    |
| Bivalvia | Solecurtidae   | <i>Solecurtus sanctamartae</i>      |                    |
| Bivalvia | Spondylidae    | <i>Spondylus americanus</i>         | Almeja espinosa    |
| Bivalvia | Tellinidae     | <i>Macoma brevifrons</i>            |                    |
| Bivalvia | Tellinidae     | <i>Macoma constricta</i>            |                    |
| Bivalvia | Tellinidae     | <i>Macoma mitchelli</i>             |                    |
| Bivalvia | Tellinidae     | <i>Macoma tageliformis</i>          |                    |
| Bivalvia | Tellinidae     | <i>Macoma tenta</i>                 |                    |
| Bivalvia | Tellinidae     | <i>Tellina alternata tayloriana</i> |                    |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV.12. (Continuación) Moluscos registrados en el área de estudio.

| CLASE       | FAMILIA       | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN  |
|-------------|---------------|---------------------------------|---------------|
| Bivalvia    | Tellinidae    | <i>Tellina angulosa</i>         |               |
| Bivalvia    | Tellinidae    | <i>Tellina lineada</i>          |               |
| Bivalvia    | Tellinidae    | <i>Tellina listero</i>          | Mariposa      |
| Bivalvia    | Tellinidae    | <i>Tellina radiata</i>          | Mariposa      |
| Bivalvia    | Tellinidae    | <i>ellinas p.</i>               |               |
| Bivalvia    | Tellinidae    | <i>Tellina texana</i>           |               |
| Bivalvia    | Tellinidae    | <i>Tellina versicolor</i>       |               |
| Bivalvia    | Thraciidae    | <i>Asthenothaerus hemphilli</i> |               |
| Bivalvia    | Ungulinidae   | <i>Diplodonta punctata</i>      |               |
| Bivalvia    | Ungulinidae   | <i>Diplodonta semiaspera</i>    |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Agriopoma texasiana</i>      |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Anomalocardia auberiana</i>  |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Cyclinella tenuis</i>        |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Chione cancellata</i>        | Almeja china  |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Chione clenchi</i>           |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Chione intepurpurea</i>      | Almeja chirla |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Chione latirilata</i>        |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Chione paphia</i>            | Almeja        |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Dosinia concentrica</i>      |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Dosinia elegans</i>          | Almeja blanca |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Macrocallista maculata</i>   | Almeja café   |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Macrocallista nimbosa</i>    | Almeja        |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Mercenaria campechiensis</i> | Almeja rugosa |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Mercenaria mercenaria</i>    | Almeja        |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Pitar albidus</i>            |               |
| Bivalvia    | Veneridae     | <i>Tranzenella conradina</i>    |               |
| Cephalopoda | Loliginidae   | <i>Loligo brevis</i>            | Calamar       |
| Cephalopoda |               | <i>Octopus maya</i>             | Pulpo         |
| Cephalopoda |               | <i>Octopus vulgaris</i>         | Pulpo paton   |
| Gastropoda  | Acteocinidae  | <i>Acteocina canaliculata</i>   |               |
| Gastropoda  | Acteonidae    | <i>cteón punctostriatus</i>     |               |
| Gastropoda  | Atyidae       | <i>Haminoea antillarum</i>      |               |
| Gastropoda  | Buccinidae    | <i>Cantharus tincta</i>         |               |
| Gastropoda  | Buccinidae    | <i>Cosmioconcha calliglypta</i> |               |
| Gastropoda  | Buccinidae    | <i>Pleuroploca gigantea</i>     | Chapel        |
| Gastropoda  | Bullidae      | <i>Bulla striata</i>            |               |
| Gastropoda  | Caecidae      | <i>Caecum pulchellum</i>        |               |
| Gastropoda  | Caecidae      | <i>Caecum vestitum</i>          |               |
| Gastropoda  | Calyptraeidae | <i>Crepidula convexa</i>        |               |
| Gastropoda  | Calyptraeidae | <i>Crepidula fornicata</i>      |               |
| Gastropoda  | Calyptraeidae | <i>Crepidula maculosa</i>       |               |
| Gastropoda  | Calyptraeidae | <i>Crepidula plana</i>          |               |
| Gastropoda  | Cavoliinidae  | <i>Cavolinia inflexa</i>        |               |
| Gastropoda  | Cavoliinidae  | <i>Cavolinia longirostris</i>   |               |
| Gastropoda  | Cavoliinidae  | <i>Cavolinia uncinata</i>       |               |
| Gastropoda  | Cavoliniidae  | <i>Clio pyramidata</i>          |               |
| Gastropoda  | Cavoliniidae  | <i>Diacria quadridentata</i>    |               |
| Gastropoda  | Cerithidae    | <i>Diastoma varium</i>          |               |
| Gastropoda  | Cerithiidae   | <i>Cerithiopsis greeni</i>      |               |
| Gastropoda  | Cerithiidae   | <i>Cerithium atratum</i>        |               |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV.12. (Continuación) Moluscos registrados en el área de estudio.

| CLASE      | FAMILIA           | ESPECIE                           | NOMBRE COMÚN       |
|------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Gastropoda | Cerithiidae       | <i>Cerithium eburneum</i>         |                    |
| Gastropoda | Cerithiidae       | <i>Cerithium lutosum</i>          |                    |
| Gastropoda | Columbellidae     | <i>Anachis avara</i>              |                    |
| Gastropoda | Columbellidae     | <i>Anachis semiplicata</i>        |                    |
| Gastropoda | Columbellidae     | <i>Anachis sparsa</i>             |                    |
| Gastropoda | Collumbelidae     | <i>Mitrella lunata</i>            |                    |
| Gastropoda | Conidae           | <i>Conus mazei macginty</i>       |                    |
| Gastropoda | Creseidae         | <i>Creseis acicala</i>            |                    |
| Gastropoda | Creseidae         | <i>Creseis virgula</i>            |                    |
| Gastropoda | Cyclostremellidae | <i>Cyclostremella humilis</i>     |                    |
| Gastropoda | Cymbuliidae       | <i>Corolla ovata</i>              |                    |
| Gastropoda | Cymbuliidae       | <i>Cymbulia peroni</i>            |                    |
| Gastropoda | Epitoniidae       | <i>Epitonium rupícola</i>         |                    |
| Gastropoda | Fasciolaridae     | <i>Fasciolaria tulipa</i>         | Caracol campechana |
| Gastropoda | Fasciolaridae     | <i>Fusinus timesus</i>            |                    |
| Gastropoda | Hydrobiidae       | <i>Hydrobia totteni</i>           |                    |
| Gastropoda | Hydrobiidae       | <i>Littoridina sphinctostoma</i>  |                    |
| Gastropoda | Hydrobiidae       | <i>Potamopyrgus</i>               | Coronatus          |
| Gastropoda | Hydrobiidae       | <i>Pyrgophorus sp.</i>            |                    |
| Gastropoda | Limacinidae       | <i>Limacina inflata</i>           |                    |
| Gastropoda | Limacinidae       | <i>Limacina lesueuri</i>          |                    |
| Gastropoda | Limacinidae       | <i>Limacina trochiformis</i>      |                    |
| Gastropoda | Littorinidae      | <i>Littorina lineolata</i>        |                    |
| Gastropoda | Marginellidae     | <i>Marginella apicina</i>         |                    |
| Gastropoda | Marginellidae     | <i>Marginella sp.</i>             |                    |
| Gastropoda | Melampidae        | <i>Melampus coffeus</i>           |                    |
| Gastropoda | Melongenidae      | <i>Busycon carica</i>             | Caracol tomburro   |
| Gastropoda | Melongenidae      | <i>Busycon contrarium</i>         | Caracol trompillo  |
| Gastropoda | Melongenidae      | <i>Melongena corona bispinosa</i> |                    |
| Gastropoda | Melongenidae      | <i>Melongena melongena</i>        | Caracol chivita    |
| Gastropoda | Modulidae         | <i>Modulus modulus</i>            |                    |
| Gastropoda | Muricidae         | <i>Murex cabritii</i>             |                    |
| Gastropoda | Mytilidae         | <i>Brachidontes exustus</i>       |                    |
| Gastropoda | Nassariidae       | <i>Nassarius acutus</i>           |                    |
| Gastropoda | Nassariidae       | <i>Nassarius scissuratus</i>      |                    |
| Gastropoda | Nassariidae       | <i>Nassarius vives</i>            |                    |
| Gastropoda | Nassariidae       | <i>Nassarius virginia</i>         |                    |
| Gastropoda | Naticidae         | <i>Natica canrena</i>             |                    |
| Gastropoda | Naticidae         | <i>Natica cayennensis</i>         |                    |
| Gastropoda | Naticidae         | <i>Natica pusilla</i>             |                    |
| Gastropoda | Naticidae         | <i>Neverita duplicatus</i>        |                    |
| Gastropoda | Naticidae         | <i>Simniolena morferula</i>       |                    |
| Gastropoda | Neritidae         | <i>Nerita viridis</i>             |                    |
| Gastropoda | Neritidae         | <i>Neritina reclivata</i>         |                    |
| Gastropoda | Neritidae         | <i>Neritina virginia</i>          |                    |
| Gastropoda | Neritidae         | <i>Smaragdia viridis</i>          |                    |
| Gastropoda | Olividae          | <i>Oliva sayana</i>               |                    |
| Gastropoda | Olividae          | <i>Olivella minuta</i>            |                    |
| Gastropoda | Olividae          | <i>Olivella sp. 1</i>             |                    |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV.12. (Continuación) Moluscos registrados en el área de estudio.

| CLASE      | FAMILIA        | ESPECIE                            | NOMBRE COMÚN   |
|------------|----------------|------------------------------------|----------------|
| Gastropoda | Olividae       | <i>Olivella</i> sp. 2              |                |
| Gastropoda | Olividae       | <i>Olivella veareauxii</i>         |                |
| Gastropoda | Pilidae        | <i>Pomacea flagellata</i>          |                |
| Gastropoda | Pilidae        | <i>Pomacea patula</i>              |                |
| Gastropoda | Pilidae        | <i>Pomacea patula catemacensis</i> |                |
| Gastropoda | Potamididae    | <i>Cerithidea oliculosa</i>        |                |
| Gastropoda | Potamididae    | <i>Cerithidea pliculosa</i>        |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Odostomia bisuturalis</i>       |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Odostomia impressa</i>          |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Odostomia laevigata</i>         |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Odostomia weberi</i>            |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Pyramidella crenulata</i>       |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Pyramidella fusca</i>           |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Turbinilla abrupta</i>          |                |
| Gastropoda | Pyramidellidae | <i>Turbinilla interrupta</i>       |                |
| Gastropoda | Rissoidae      | <i>Rissoina caterbyana</i>         |                |
| Gastropoda | Rissoidea      | <i>Cingula floridanus</i>          |                |
| Gastropoda | Strombidae     | <i>Strombus costatus</i>           | Caracol blanco |
| Gastropoda | Strombidae     | <i>Strombus gigas</i>              | Caracol rosado |
| Gastropoda | Strombidae     | <i>Strombus pugilis</i>            | Caracol canelo |
| Gastropoda | Terebridae     | <i>Terebra arcas</i>               |                |
| Gastropoda | Terebridae     | <i>Terebra concava</i>             |                |
| Gastropoda | Terebridae     | <i>Terebra protexta</i>            |                |
| Gastropoda | Terebridae     | <i>Terebra</i> sp. 1               |                |
| Gastropoda | Truncatellidae | <i>Truncatella caribaeensis</i>    |                |
| Gastropoda | Truncatellidae | <i>Truncatella</i> sp.             |                |
| Gastropoda | Turridae       | <i>Inodrillia nucleata</i>         |                |
| Gastropoda | Vitrinellidae  | <i>Cyclostremiscus pentagonus</i>  |                |
| Gastropoda | Vitrinellidae  | <i>Teinostoma biscaynense</i>      |                |
| Gastropoda | Vitrinellidae  | <i>Teinostoma lerema</i>           |                |
| Gastropoda | Vitrinellidae  | <i>Teinostoma parvicallum</i>      |                |
| Gastropoda | Vitrinellidae  | <i>Vitrinella floridana</i>        |                |
| Gastropoda | Vitrinellidae  | <i>Vitrinella multistreata</i>     |                |
| Scaphopoda | Dentalidae     | <i>Dentalium texasianum</i>        |                |
| Scaphopoda | Gadilidae      | <i>Cadulus quadridentatus</i>      |                |
| Scaphopoda | Gadilidae      | <i>Cadulus</i> sp.                 |                |

Fuente: ancel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2005.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV. 13. Especies de crustáceos reportadas en el área de estudio.

| ESPECIE                                | NOMBRE COMÚN       |
|--|--------------------|
| <i>Ambocythere</i> sp.                 |                    |
| <i>Arenaeus cribarius</i>              | Jaiba roja         |
| <i>Argilloecia posterotruncata</i>     |                    |
| <i>Axiopsis oxypleura</i>              |                    |
| <i>Basslerites minutus</i>             |                    |
| <i>Bradleya diction</i>                |                    |
| <i>C. paracastanea</i>                 |                    |
| <i>C. swaini</i>                       |                    |
| <i>Callianassa atlantica</i>           |                    |
| <i>Callianassa major</i>               |                    |
| <i>Callinectes bocourti</i>            | Jaiba roma         |
| <i>Callinectes rathbunae</i>           | Jaiba prieta       |
| <i>Callinectes danae</i>               | Jaiba pequeña azul |
| <i>Callinectes omatu</i>               | s Jaiba            |
| <i>Callinectes sapidus</i>             | Jaiba azul         |
| <i>Callinectes similis</i>             | Jaiba              |
| <i>Callinectes vittatus</i>            |                    |
| <i>Cardiosoma guanhumi</i>             | Cangrejo azul      |
| <i>Crassostrea virginica</i>           |                    |
| <i>Crassostrea</i> sp.                 |                    |
| <i>Cytherella vermilionensis</i>       |                    |
| <i>Cytheromorpha paracastanea</i>      |                    |
| <i>Cytheropteron palton</i>            |                    |
| <i>Cytheropteron</i> spp.              |                    |
| <i>Cytheropteron yorktownensis</i>     |                    |
| <i>Cytherura sandbergi</i>             |                    |
| <i>Cytherura</i> spp.                  |                    |
| <i>Diaptomus albuquerquensis</i>       |                    |
| <i>Echinocythereis margaritifera</i>   |                    |
| <i>Echinocythereis spinireticulata</i> |                    |
| <i>Eucyclops agilis</i>                |                    |
| <i>Halicyclops</i> sp.                 |                    |
| <i>Henryhowella asperrima</i>          |                    |
| <i>Leptochela serratorbita</i>         |                    |
| <i>Cytherura sandbergi</i>             |                    |
| <i>Cytherura</i> spp.                  |                    |
| <i>Limulus polyphemus</i> *            | Cacerolita de mar  |
| <i>Lobithelphusa mexicana</i>          | Endémica           |
| <i>Loxococoncha moralesi</i>           |                    |
| <i>Loxocorniculum</i> spp.             |                    |
| <i>Macrobrachium carcinus</i>          | Langostino         |
| <i>Macrocyprina skinneri</i>           |                    |
| <i>Menippe ercenária</i>               | Cangrejo moro      |
| <i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>   | Copépodo           |
| <i>Munseyella louisianensis</i>        |                    |
| <i>Orionina</i> sp.                    |                    |
| <i>P. inexpectata</i>                  |                    |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV. 13. (Continuación) Especies de crustáceos reportadas en el área de estudio.

| ESPECIE                                   | NOMBRE COMÚN        |
|---|---------------------|
| <i>Paguristes sericeus</i>                |                     |
| <i>Macrobrachium carcinus</i>             | Langostino          |
| <i>Macrocyprina skinneri</i>              |                     |
| <i>Panulirus Aarhus</i>                   | Langosta del Caribe |
| <i>Panulirus guttatus</i>                 | Langosta pinta      |
| <i>Panulirus laevicauda</i>               | Langosta verde      |
| <i>Paracytheroma sptephensoni</i>         |                     |
| <i>Paradoxostoma</i> spp.                 |                     |
| <i>Pellucistoma magniventra</i>           |                     |
| <i>Farfantepenaeus aztecas</i>            | Camaron Café        |
| <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>       | Camaron rojo        |
| <i>Farfantepenaeus duorarum</i>           | Camaron Rosado      |
| <i>Periclimenes americanus</i>            |                     |
| <i>Pontocythere</i> spp.                  |                     |
| <i>Pontocythere tuberculata</i>           |                     |
| <i>Portunus gibbesii</i>                  |                     |
| <i>Portunus spinicarpus</i>               |                     |
| <i>Portunus spinimanus</i>                |                     |
| <i>Procambarus vazquezae</i>              |                     |
| <i>Procambarus zapoapensis</i>            |                     |
| <i>Processa</i> sp.                       |                     |
| <i>Proteoconcha</i> sp.                   |                     |
| <i>Pseudopsammocythere vicksburgensis</i> |                     |
| <i>Pseudothelphusa parabelliana</i>       |                     |
| <i>Pterigocythereis alophia</i>           |                     |
| <i>Pumilocytheridea ayalai</i>            |                     |
| <i>Periclimenes americanus</i>            |                     |
| <i>Pontocythere</i> spp.                  |                     |
| <i>Pontocythere tuberculata</i>           |                     |
| <i>Portunus gibbesii</i>                  |                     |
| <i>Portunus spinicarpus</i>               |                     |
| <i>Scyllarides nodifer</i>                | Langosta zapatera   |
| <i>Sicyonia bervostris</i>                | Camarón roca        |
| <i>Smalleyus tricristatus</i>             |                     |
| <i>Tetraxanthus rathbunae</i>             |                     |
| <i>Thor amboinensis</i>                   | Camarón             |
| <i>Scyllarides nodifer</i>                | Langosta zapatera   |
| <i>Sicyonia bervostris</i>                | Camarón roca        |
| <i>Trachypenaeus</i> sp.                  |                     |
| <i>Ucides cordatus</i>                    | Cangrejo moro       |
| <i>Xestoleberis rigbyi</i>                |                     |
| <i>Xiphopenaeus kroyeri</i>               | Camarón sietebarbas |
| <i>Xiphopenaeus</i> sp.                   | Camarón             |
| <i>Rhithropanopeus harrisii</i>           |                     |

Fuente: García-Montes *et al.* 1988, Gio-Argaez y Machain-Castillo 1998y Álvarez *et al.*, 2005.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.

Tabla IV. 14. Especies de equinodermos distribuidas en el Golfo de México.

| FAMILIA            | ESPECIE  | DISTRIBUCIÓN    |
|--------------------|--|-----------------|
| Amphiuridae        | <i>Amphiodia guillermosoberoni</i>               | Golfo de México |
| Amphiuridae        | <i>Ophiophragmus wuidermanii</i>                 | Golfo de México |
| Arbaciidae         | <i>Arbacia punctulata</i>                        | Golfo de México |
| Arbaciidae         | <i>Coelopleurus floridanus</i>                   | Golfo de México |
| Aspidodiadematidae | <i>Plesiodiadema antillarum</i>                  | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Brissopsis alta</i>                           | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Brissopsis atlantica</i>                      | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Brissopsis elongata elongata</i>              | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Brissus elongata</i>                          | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Brissus unicolor</i>                          | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Meoma ventricosa ventricosa</i>               | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Plagiobrissus grandis</i>                     | Golfo de México |
| Brissidae          | <i>Plethotaenia spatangoides</i>                 | Golfo de México |
| Cidaridae          | <i>Eucidaris tribuloides</i>                     | Golfo de México |
| Cidaridae          | <i>Stylocidaris lineate</i>                      | Golfo de México |
| Clypeasteridae     | <i>Clypeaster chesheri</i>                       | Golfo de México |
| Clypeasteridae     | <i>Clypeaster postratus</i>                      | Golfo de México |
| Clypeasteridae     | <i>Clypeaster ravenelii</i>                      | Golfo de México |
| Clypeasteridae     | <i>Clypeaster subdepressus</i>                   | Golfo de México |
| Diadematidae       | <i>Astropyga magnifica</i>                       | Golfo de México |
| Diadematidae       | <i>Centrostephanus longispinus rubricingulus</i> | Golfo de México |
| Diadematidae       | <i>Diadema antillarum</i>                        | Golfo de México |
| Echinasteridae     | <i>Echinaster serpentarius</i>                   | Golfo de México |
| Echinidae          | <i>Psammechinus variegatus</i>                   | Golfo de México |
| Echinolampadidae   | <i>Conolampas sigsbei</i>                        | Golfo de México |
| Echinolampadidae   | <i>Echinolampas depressa</i>                     | Golfo de México |
| Echinometridae     | <i>Caenocentrotus gibbosus</i>                   | Golfo de México |
| Echinometridae     | <i>Echinometra acufera</i>                       | Golfo de México |
| Echinometridae     | <i>Echinometra lucunter</i>                      | Golfo de México |
| Echinometridae     | <i>Echinometra viridis</i>                       | Golfo de México |
| Echinometridae     | <i>Loxechinus albus</i>                          | Golfo de México |
| Echinometridae     | <i>Lytechinus variegatus</i>                     | Golfo de México |
| Echinothuridae     | <i>Phormosoma placenta placenta</i>              | Golfo de México |
| Echinothurida6     | <i>Tromikosoma hispidum</i>                      | Golfo de México |
| Fibulariidae       | <i>Echinocyamus grandiporus</i>                  | Golfo de México |
| Luidiidae          | <i>Luidia clathrata</i>                          | Golfo de México |
| Mellitidae         | <i>Encope avernas</i>                            | Golfo de México |
| Mellitidae         | <i>Encope emarginata</i>                         | Golfo de México |
| Mellitidae         | <i>Encope michelini</i>                          | Golfo de México |
| Mellitidae         | <i>Leodia sexiesperforata</i>                    | Golfo de México |
| Mellitidae         | <i>Mellita quinquesperforata</i>                 | Golfo de México |
| Ophiactidae        | <i>Ophiactis savignyi</i>                        | Golfo de México |
| Ophiodermatidae    | <i>Ophioderma cinereum</i>                       | Golfo de México |
| Ophionereididae    | <i>Ophionereis sp.</i>                           | Golfo de México |
| Ophiothrichidae    | <i>Ophiothrix angulata</i>                       | Golfo de México |
| Ophiothrichidae    | <i>Ophiothrix suensonii</i>                      | Golfo de México |
| Ophiuridae         | <i>Ophiopsis elegans</i>                         | Golfo de México |
| Pourtalesiididae   | <i>Cystocrebs setigera</i>                       | Golfo de México |
| Schizasteridae     | <i>Agassizia excentrica</i>                      | Golfo de México |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV.14.** (Continuación) Especies de equinodermos distribuidas en el Golfo de México.

| FAMILIA        | ESPECIE                        | DISTRIBUCIÓN    |
|----------------|--------------------------------|-----------------|
| Schizasteridae | <i>Hypselaster limicoulus</i>  | Golfo de México |
| Schizasteridae | <i>Moira atropos</i>           | Golfo de México |
| Schizasteridae | <i>Schizaster orbignyianus</i> | Golfo de México |
| Temnopleuridae | <i>Genocidaris maculata</i>    | Golfo de México |
| Toxopneustidae | <i>Lytechinus euerces</i>      | Golfo de México |
| Toxopneustidae | <i>Toxopneustes variegatus</i> | Golfo de México |
| Toxopneustidae | <i>Tripneustes ventricosus</i> | Golfo de México |
| Urechinidae    | <i>Urechinus naresianus</i>    | Golfo de México |
| Urechinidae    | <i>Urechinus reticulatus</i>   | Golfo de México |

Fuente: Caso et al-Muñoz et al. 1994, Gutiérrez Castro, 1999

### Microinvertebrados.

- Zooplankton**

El zooplankton está representado por numerosos protistas, crustáceos, moluscos, gusanos y gran cantidad de huevos y larvas de ictiofauna. De acuerdo con su tamaño, el zooplankton se ha dividido en diferentes categorías: macroplanktónicos (1 mm a 1 cm), como medusas y peces pequeños; microplankton, que varía de 60 micras a 1 mm e incluye dinoflagelados y los huevos de peces; nanoplankton, que varía entre 5 y 60 micras de tamaño y el aún más pequeño, ultraplankton, donde se encuentran los tamaños menores a 5 micras. En este grupo se hallan los flagelados muy pequeños, así como picoplankton el cual está constituido por células del tamaño de 0.2 a 2.0 micrones y que pesan alrededor de un picogramo.

La distribución del zooplankton está ligada a los cambios de temperatura, la cual a su vez cambia con la profundidad, de tal manera que algunos organismos zooplanktónicos que viven cerca de la superficie en aguas de latitudes altas, cerca del ecuador se localizan a mayores profundidades. Sin embargo, el zooplankton siempre es más abundante en los mares fríos, considerándose que su cantidad es mayor en áreas cercanas a los polos que en regiones tropicales. Esto se atribuye, en parte, a la disponibilidad de nutrientes que tienen las aguas frías. **(Gío-Argáez y Machain-Castillo 1998).**

Por otro lado se realizó el trabajo de distribución espacio-temporal de los estadios larvarios de camarones en la Sonda de Campeche, durante tres temporadas climáticas (invierno, verano y otoño). En donde la distribución es horizontal y vertical dependiendo de los estadios larvarios encontrados en dicho estudio.

La temperatura estacional, la salinidad y el viento, juegan papeles importantes en la dinámica de población de las larvas reclutadas y son variantes ambientales clave que controlan el reclutamiento exitoso para la industria pesquera de *Farfantepenaeus*

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

*duorarum*. Los resultados se basan en más de 370 meses de análisis y evaluaciones del camarón rosado y del ambiente, que permiten modelar y pronosticar las reacciones dinámicas de esta especie frente a cambios ambientales a escalas variables en el Golfo de México.

La distribución de la biomasa zooplanctónica mostró los mayores valores ( $> 20 \text{ g}/100 \text{ m}^3$ ) a partir del sistema Grijalva – Usumacinta y hasta la plataforma de Campeche. En esa área se nota una concentración de alta biomasa sobre la plataforma continental al Sur de los  $20^\circ$  latitud Norte. En la parte occidental del área de estudio, la biomasa fue muy baja en más de la mitad de las estaciones, menor de  $5 \text{ g}/100 \text{ m}^3$ . Para la zona de las plataformas marinas se observan valores de biomasa en el intervalo de  $5 - 20 \text{ g}/100 \text{ m}^3$ ; el cual es menor al obtenido para las zonas Norte y Este del área de estudio, y que incluye valores de  $20$  a  $40 \text{ g}/100 \text{ m}^3$ .

En general, para la campaña SGM-9 se registraron 35 taxa, algunos de los cuales se muestran en la **Fotografía IV.2**. Los cladóceros, copépodos, decápodos, thaliáceos, gasterópodos y quetognatos constituyeron más del 91 %. Los copépodos fueron los más abundantes con valores alrededor del 30% de la abundancia total (**Figura IV.13**) Por otra parte, en las zonas terrígena y oceánica se registró el menor número de taxa 25 y 27, respectivamente; mientras que la mayor riqueza se encontró en las zonas de transición y carbonatada (31 y 34 taxa respectivamente). (**MIA Proyecto Region Marina Noreste Fase II. 2006**).

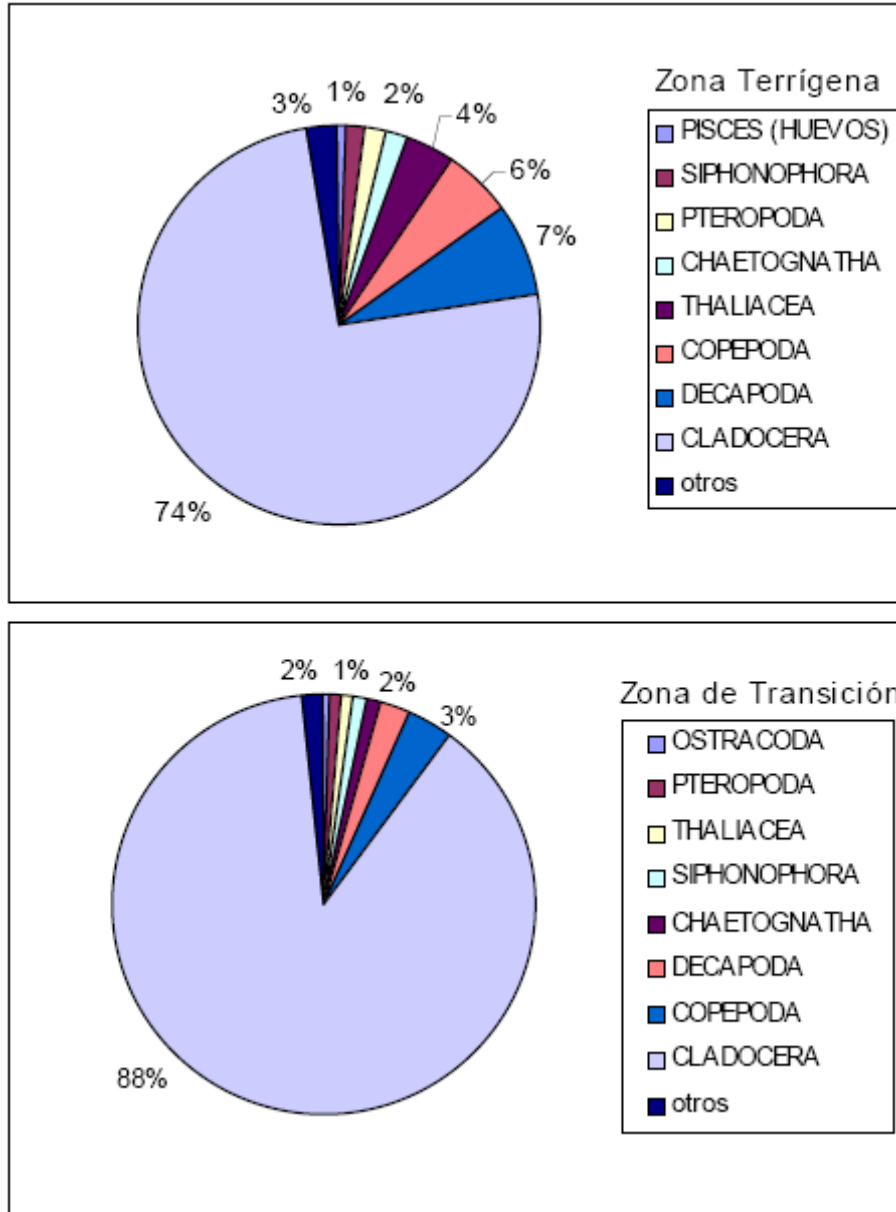
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO MODALIDAD PARTICULAR.**



Fuente: PEMEX, UNAM 2004

**Fotografía IV. 2** Especies de Zooplankton registradas durante la campaña Oceanográfica SMG-9, 2005.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.



Fuente: Instituto de Ciencias del mar y Limnología, UNAM 2005

**Figura IV. 13.** Composición Porcentual de los Taxas de Zooplancton más abundantes en las cuatro zonas, campaña oceanográfica SMG-9,2004

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

- **Ictiofauna**

Puede considerarse que la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos es un ecosistema de alta diversidad de peces, como consecuencia de la gran adaptación morfofisiológica de ellos a un extenso ecosistema costero de alta heterogeneidad de hábitats, alta disponibilidad de alimento, macroinvertebrados y otros peces y la integración de procesos físicos y biológicos a las estrategias reproductivas y alimentarias.

La zona costera del sistema lagunar-estuarino de la laguna de Términos y la Sonda de Campeche conjuntamente con las Bocas del Carmen y Puerto Real, conforman un sistema ecológico muy complejo. Se involucran aquí procesos de transporte y mezcla, movimientos migratorios, cambios ontogenéticos en los ciclos biológicos de los peces y cambios trofodinámicos, energéticos y químicos. Los recursos bióticos han adaptado sus estrategias biológicas a este marco de referencia ambiental. La utilización de los hábitats por peces marinos o estuarinos no es al azar. Muchas especies (particularmente las dominantes) benefician significativamente su alimentación, reproducción y estados juveniles, explotando tiempo y espacio de alta productividad en el sistema costero a través de importantes adaptaciones evolutivas. Interpretando ecológicamente la dinámica ambiental del sistema se encuentran las respuestas y explicaciones a los patrones de comportamiento de las comunidades y especies, a los mecanismos de su productividad y a las relaciones de interacción física y biológica entre la Sonda de Campeche y Laguna de Términos (**Álvarez, et al., 1985**).

Podemos considerar algunas variables físicas que están influenciando en los parámetros ecológicos (diversidad, distribución y abundancia) de las poblaciones de peces que se encuentran ubicados en la zona de estudio como: a) salinidad; b) temperatura; c) profundidad; d) aporte fluvial; e) nutrientes; f) materia orgánica (como material floral de manglares y pastos marinos); g) procesos deltáicos; h) influencia de los ríos hacia el mar y j) la presencia de grandes y numerosos sistemas estuarinos.

Se cuenta con un registro de no menos de 500 especies bien conocidas entre Florida, Louisiana y Texas, y probablemente toda la plataforma del Golfo de México puede ser la residencia de no menos de 1000 especies bien adaptadas a la gran heterogeneidad de hábitats desde la Península de Florida hasta la Península de Yucatán.

En estudios ambientales realizados por investigadores se definen de la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos dos hábitats o subsistemas ecológicos claramente delimitados, denominados Zona **A** con influencia estuarina y Zona **B** típicamente marina, esto es en base a las variables físicas mencionadas en el párrafo anterior. En este estudio se analizan cuantitativamente 152 especies por medio de parámetros de distribución, frecuencia de aparición, abundancia numérica y abundancia de peso de estas especies, se determinaron 32 como típicas y dominantes de la comunidad. Estas especies presentaron los valores más altos de abundancia numérica entre 61 y 83% en peso de la captura total y presentaron la distribución más amplia en la región. El 88.56% del número de captura total pertenecen a doce familias (ver **Tabla IV.15**) (**Yáñez-Arancibia 1986; Alvarez et al 1985**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

Debido a las características mencionadas con anterioridad la Sonda de Campeche, es considerada como la zona más productiva del Golfo de México en donde se capturan especies con valor comercial como: el ostión, el camarón, el mero, el pulpo, la sierra, la lisa, el huachinango y el robalo.

**Tabla IV. 15.** Ictiofauna registrada en el área de estudio.

| ORDEN             | FAMILIA         | ESPECIE                            |
|-------------------|-----------------|------------------------------------|
| Carcharhiniformes | Charcharhinidae | <i>Charcharhinus limbatus</i>      |
| Carcharhiniformes | Sphyrna         | <i>Sphyrna tuburo</i>              |
| Rajiformes        | Dasyatidae      | <i>Dasyatis americana</i>          |
| Rajiformes        | Dasyatidae      | <i>Dasyatis guttata</i>            |
| Rajiformes        | Dasyatidae      | <i>Dasyatis sayi</i>               |
| Rajiformes        | Gymnuridae      | <i>Gymnura micrura</i>             |
| Rajiformes        | Rajidae         | <i>Raja texana</i>                 |
| Rajiformes        | Rajidae         | <i>Raja olsoni</i>                 |
| Rajiformes        | Rajidae         | <i>Raja garmani</i>                |
| Rajiformes        | Rajidae         | <i>Raja senta</i>                  |
| Rajiformes        | Rajidae         | <i>Malacoraja purpuriventralis</i> |
| Rajiformes        | Rhinobatoidae   | <i>Rhinobatus lentiginosus</i>     |
| Rajiformes        | Torpedinidae    | <i>Narcine brasiliensis</i>        |

Fuente: Yáñez-Arancibia 1986.

La Fotografía IV.3 se muestra imágenes de algunas especies encontradas durante la campaña SGM-

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO MODALIDAD PARTICULAR.**



*Monacanthus ciliat*



*Narcine brasiliensi*



*Odontoscion dentex*



*Ogcocephalus nasutus*

Fuente: PEMEX, UNAM 2004

**Fotografía IV. 3** Especies de Peces colectadas durante la Campaña Oceanográfica



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO MODALIDAD PARTICULAR.**



*Hemipteronotus novacula*



*Lagodon rhomboides*



*Lutjanus vivanus*



*Haemulon flavolineatum*

Fuente: PEMEX, UNAM 2004

**Fotografía IV. 3 (Continuación) Especies de Peces colectadas durante la Campaña Oceanográfica SGM-9,2004**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

### **Ictiofauna de valor comercial**

La información fue obtenida del Diario Oficial de la Federación, 15 de marzo 2004, estudio estadístico de pesca, SAGARPA.

#### **Armado y Xlavita**

Las especies de armado y xlavita que se capturan en el Golfo de México son: armado (*Orthopristis chrysoptera*) y xlavita (*Algodon rhimboides*). Con las especies asociadas de mojarra blanca (*Diapterus auratus*), mojarra plateada (*Eucinostomus argenteus*), mojarra de río (*Eucinostomus gula*), sargo amarillo (*Archosargus rhomboidalis*), postá o pollito amarillo (*Bairdiella chrysoura*), burro croco (*Pomadasys croco*), ronco listado (*Larimus fasciatus*), croca (*Leiostomus xanthurus*) y ronco rayado (*Bairdiella ronchus*). Cabe mencionar que la pesquería de armado en Campeche ha tendido a disminuir debido a una baja en el precio del producto.

#### **Banderas y Bagres**

Las especies de banderas y bagres que se capturan en el Golfo de México son: bagre bandera (*Bagre marinus*), bagre (*Ariopsis felis*), bagre maya (*Ariopsis assimilis*) y bagre prieto (*Cathorops melanops*). Así como las especies asociadas: chile (*Synodus foetens*), chucho (*Aetobatus narinari*), raya del Golfo (*Raja texana*), raya grande, bala, manta (*Dasyatis americana*), diablo (*Rhinobatos lentiginosus*), serrano arenero, bolo (*Diplectrum formosum*), trucha blanca (*Cynosctrum arenarius*), aguavina (*Diplectrum radiale*), lenguado arenoso (*Syacium gunteri*) y chivo (*Upeneus parvus*).

Estas especies se encuentran en la zona costera del Golfo de México, siendo los estados de Campeche (15.01%) y Tabasco (71.9%), los principales productores. En la zona de Tabasco estas especies desovan desde la barra de Tupilco en el municipio de Paraíso hasta la desembocadura del río San Pedro, municipio de Centla.

#### **Huachinangos y Pargos**

En el Golfo de México se capturan 13 especies objetivo de huachinangos y pargos, y 18 especies asociadas

La producción estatal del huachinango, entre 1991 y 2001, fue de 16.9% en Campeche y 16.7% en Tabasco, estos estados fueron los más productores después de Tamaulipas (33.3%).

#### **Lisa y Lebrancha**

Las especies objetivo que se capturan en el Golfo de México son lisa (*Mugil cephalus*) y lebrancha (*Mugil curema*); las especies asociadas son: trucha pinta (*Cynoscion nebulosus*), trucha blanca (*Cynoscion arenarios*), corvina ocelada (*Sciaenops ocellata*), croca (*Leiostomus xanthurus*), gurrubata (*Micropogonias undulatus*), tambor (*Pogonias cromis*), sargo (*Archosargus probatocephalus*), mojarra blanca (*Diapterus auratus*),

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

mojarra rayada (*Eugerres plumieri*), mojarra plateada (*Diapterus argentus*), ronco (*Conodon nobilis*), robalo (*Centropomus undecimalis*), chucumite (*Centropomus parallelus*), burriquete (*Anisotremus surinamensis*), guabina de río (*Eleotris pisonis*), ratón (*Menticirrhus sp.*), zorro (*Bairdiella sp.*) y tilapia (*Oreochromis sp.*).

### **Mero, Negrillo y Abadejo**

Las especies que se capturan en el Golfo de México son: mero (*Epinephelus morio*), negrillo (*Mycteroperca bonaci*), extraviado (*Epinephelus flavolimbatus*), chema (*Epinephelus drummondhaly*), payaso (*Epinephelus adscensionis*), lenteja (*Epinephelus drummondhayi*), mero negro (*Epinephelus nigritus*), gallina (*Mycteroperca intersittialis*), payaso (*Epinephelus guttatus*), chema pinta (*Epinephelus niveatus*), cabrilla roja (*Cephalopholis fulva*), guacamayo (*Mycteroperca venenosa*) y abadejo (*Mycteroperca microlepis*). Las especies asociadas son: huachinango de castilla (*Lutjanus campechanus*), huachinango ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*), huachinango aleta negra (*Lutjanus buccanella*), pargo criollo (*Lutjanus analis*), pargo mulato (*Lutjanus griseus*), pargo perro (*Lutjanus jocu*), rubia (*Lutjanus synagris*), canané (*Ocyurus chrysurus*), boquilla (*Haemulon plumieri*), mojarras (*Calamus sp.*), besugo (*Rhomboplites aurorubens*), boquinete (*Lachnolaimus maximus*), corvinato (*Lopholatilus chamaeleonticeps*) y coronado (*Seriola zonata*).

### **Rayas y Mantas**

Las especies objetivo son: raya látigo blanca (*Dasyatis americana*), raya látigo de espina (*Dasyatis sabina*), raya látigo hocicona (*Dasyatis guttata*), raya (*Raja texana*), raya pinta (*Aestobatus narinari*), raya mariposa (*Gymnura micrura*), pez diablo (*Rhinobatus lentiginosus*), manta común (*Rhinoptera brasiliensis*), manta cubanita (*Rhinoptera bonasus*), raya eléctrica torpedo (*Narcine brasiliensis*) y raya coluda del Atlántico (*Himantura schmardae*). Las especies asociadas son: bandera (*Bagre marinus*), esmedregal (*Rachycentron canadum*), tiburón chato (*Carcharhinus falciformis*), tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), tiburón poroso (*Carcharhinus porosus*), tiburón martillo (*Sphyma tiburo*), tiburón martillo (*Sphyma lewini*), huachinango (*Lutjanus campechanus*), rubia (*Ocyurus chrysurus*), cazón (*Squalus cubensis*), tiburón tintorera (*Galeocerdo cuvier*), cazón de ley (*Rhizoprionodon terranova*), raya espina de estero (*Urolophus jamaicensis*), raya de papel (*Gymnura altavela*), raya cola de rata (*Gymnura micrura*) y raya tigre (*Raja texana*).

El desarrollo de rayas y mantas en el Golfo de México presentó un aumento desde el año 1990, en el cual se observa un despegue de la producción especialmente en Campeche, con 3000 toneladas. Sin embargo, en 1999 la producción disminuyó en todas las entidades. Es así que Campeche aporta el 33.5% de la producción total del Golfo de México, mientras que Tabasco aporta el 21.2 %.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

### **Robalo y Chucumite**

Para los estados de Tabasco y Campeche se capturan las especies: robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) y chucumite (*Centropomus parallelus*); mientras que el robalo prieto (*Centropomus poeyi*) únicamente se captura en Tabasco.

La participación estatal de producción de robalo desde 1986 y hasta el 2001 fue de 24.2% en Tabasco y 23.1% en Campeche, por lo que estos son dos de los tres principales estados productores en el Golfo de México.

### **Sardina**

Las especies objetivo son: sardina vivita de hebra (*Opisthonema oglinum*), sardina vivita escamuda (*Harengula jaguana*), sardina carapachona (*Harengula clupeiola*), sardina de escama fina (*Brevortia gunteri*) y sardina lacha (*Bervoortia patronus*). Las especies asociadas son: Anchoa legítima (*Anchoa hepsetus*), anchoa de caleta (*Anchoa mitchilli*), anchoa ojuda (*Anchoa lamprotaenia*), anchoveta rabo amarillo (*Cetengraulis edentulus*), bonito del Atlántico (*Sarda sarda*), macarela (*Scomber japonicus*), macarela salmón (*Elagatis bipinnulata*) y sardina (*Etrumeus teres*).

Para la producción de sardina en el Golfo de México, Campeche aporta solo el 2.2%, evidenciando una producción muy baja.

### **Sierra y Peto**

Las especies objetivos son el peto (*Scomberomorus cavalla*) y la sierra (*Scomberomorus maculatus*). Las especies asociadas son: cojinuda (*Carangoides bartholomaei*), tolete (*Sphyræna guachancho*), bonito (*Euthynnus alletteratus*), jurel negro (*Caranx lugubris*), cojinuda carbonera (*Carangoides ruber*), ronco (*Conodon nobilis*), cintilla (*Trichiurus lepturus*), pámpano (*Trachinotus carolinus*), palometa (*Trachinotus falcatus*), ratón (*Polydactylus octonemus*), cazón (*Rhizoprionodon terraenovae*), sargo (*Archosargus probatocephalus*), villajaiba (*Lutjanus sinagris*), jurel amarillo (*Caranx* sp.), zapatero (*Oligoplites saurus*), trucha blanca (*Cynoscion nothus*), trucha pinta (*Cynoscion nebulosus*), sabalete (*Selar crumenophtalmus*), jorobado (*Selene* sp.), chema (*Epinephelus itajara*), rubia (*Ocyurus chrysurus*), pargo mulato (*Lutjanus griseus*), chopá negra (*Kyphosus sectatrix*), chopá amarilla (*Kyphosus incisor*), chac chi (*Haemulon plumieri*) y esmedralga (*Seriola* sp.).

La participación estatal para la pesca de sierra y peto (*Scomberomorus* sp.), entre 1986 y 2001 fue de 35.3% en Campeche y 18.8% en Tabasco, siendo dos de los principales productores en el Golfo de México.

### **Tiburones**

Las especies de tiburón que se capturan en el Golfo de México son: cazón de ley (*Rhizoprionodon terraenovae*), cazón cabeza de pala (*Shyma tiburo*), tiburón puntas de pala (*Carchartinus limbalus*), cazón canguay (*Carchartinus acronotus*), martillo (*Sphyma*

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

*lewini*), tiburón chato (*Charchartinus leucas*), tiburón sedoso (*Carchartinus falciformis*), cazón espinoso (*Squalus cubensis*), cazón poroso (*Carchartinus porosus*), tiburón curro (*Carchartinus brevipinna*), cornuda grande (*Sphyma mokarran*), tiburón aleta de cartón (*Carchartinus plumbeus*), tiburón ángel (*Squatina dumerili*), tiburón prieto (*Carcharhinus obscurus*), tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*), tiburón azul (*Carcharthinus isidon*), cazón mamón (*Mustelus canis*), tintorera (*Galecerdo cuvieri*) y alecrín (*Isinus oxyrinchus*). La participación estatal de producción entre 1991 y 2001 fue de 22.4% para Campeche y 7.3% para Tabasco. Así, los estados que caen dentro del área de estudio aportan el 72% del total producido en todo el Golfo de México.

### Túridos

En el Golfo de México se captura, por flota mexicana, la especie *Thunnus albacares* o atún aleta amarilla. Las especies asociadas son: atún aleta negra (*Thunnus atlanticus*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), atún aleta azul (*Thunnus thynnus thynnus*), patudo (*Thunnus obesus*), tiburón puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), tiburón chato (*Carcharhinus leucas*), tiburón zorro (*Acopias superciliosus*), tiburón mako (*Isurus oxirynchus*), cazón (*Rhizoprionodon terranova*), pez vela (*Istiophorus albicans*), marlin (*Makaira* sp., *Tetrapturus* sp.) y pez espada (*Xiphias gladius*).

Entre 1982 y 1987, la captura fue de 772 toneladas considerando todos los estados del Golfo; el periodo comprendido de 1989 a 1991 fue de baja producción debido a la disminución del esfuerzo pesquero, registrando una captura promedio anual de 71 toneladas. A partir de 1992 y hasta el 2001 la captura aumentó con un promedio anual de 1000 toneladas y alcanzando un máximo de 1936 en 1999.

### Tortugas Marinas

Debido a los hábitos migratorios de estos reptiles y a su amplia distribución, dentro del área de estudio se pueden encontrar las siguientes especies de tortugas marinas Ver Tabla IV.16:

**Tabla IV. 16.** Tortugas Marinas que habitan en el Golfo de Mexico

| ORDEN      | FAMILIA          | GÉNERO Y ESPECIE               | NOMBRE COMÚN  |
|------------|------------------|--------------------------------|---------------|
| Testudines | Cheloniidae      | <i>Caretta caretta</i>         | Caguama       |
| Testudines | Cheloniidae      | <i>Chelonia mydas</i>          | Tortuga Verde |
| Testudines | Cheloniidae      | <i>Eretmochelys imbricata</i>  | Tortuga Carey |
| Testudines | Cheloniidae      | <i>Lepidochelys kempii</i>     | Tortuga lora  |
| Testudines | Dermodochelyidae | <i>Dermodochelys corlaceae</i> | Tortuga laúd  |

Fuente: Márquez 1996

#### Tortuga Caguama (*Caretta caretta*)

Se distribuye ampliamente en aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo. En México se le encuentra en el litoral del Pacífico y Golfo de México. Dentro del Golfo se distribuye en Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Quintana Roo. Se le localiza en bahías, lagunas y desembocaduras de grandes ríos, también se ha observado a 240 km mar

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

abierto. Sus áreas de anidación son: Rancho Nuevo y Playa de la Pesca, Tamaulipas; de Tampachichi a Barra de Corazones, Veracruz; de Río Lagartos a Colorada, Yucatán; y en Quintana Roo anida en Isla Mujeres, Cozumel, y de Tulum a Chetumal.

*Tortuga Verde (Chelonia mydas)*

En México se reparte principalmente en el Golfo de México, frente a las costas de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco. Esta tortuga migra de zonas de producción a zonas de alimentación a través de mar abierto. Las playas donde anida son: Rancho Nuevo, Tamaulipas; Tampico Alto y Tuxpan, Veracruz; Cayo Arenas, Cayo Arcas y Triángulos, y de Isla Aguada a Sabancuy; en Yucatán se le localiza de Río Lagartos a Colorada; y en Quintana Roo anida en Isla Convoy, Isla Mujeres, Cozumel y de Tulum a Chetumal.

*Tortuga de Carey (Eretmochelys imbricata)*

Esta especie es la más tropical de todas, se distribuye a través del Atlántico centro y regiones Indopacíficas. En México se localiza a todo lo largo del litoral Pacífico y en el Golfo de México y Mar Caribe. Para el Golfo se distribuye en Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Sus playas de anidación en el Golfo de México son: Bajos de Tanhuijo, Isla de Enmedio y Sacrificios, Veracruz; de Isla Aguada a Champotón, Campeche; de Río Lagartos a Holbox en Yucatán; en Isla Contoy y de Tulum a Bahía Asención, en Quintana Roo

*Tortuga Lora (Lepidochelys kempii)*

Esta tortuga se distribuye en parte del Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Bahía de Campeche y oeste de Cabo Catoche. En el Caribe sólo se ha reportado en Isla Mujeres. El principal hábitat de esta especie son aguas de poca profundidad. Mundialmente, sólo se reconoce como área de anidación al Golfo de México (**Jonson-Díaz et al. 1993**). Playas de anidación: Rancho Nuevo, Tamaulipas; Cabo Rojo a Tuxpan y de Tecolutla a Boca de Lima, Veracruz; Isla Aguada a Sabancuy en Campeche.

*Tortuga Laúd (Dermochelys coriacea)*

Por su adaptación a las aguas frías, esta especie puede ampliar su distribución, habitando en aguas de hasta 10°C. Se le ha visto en el Mar del Norte, el Mar de la Plata, Argentina; en Sudáfrica, en el Océano Índico y en el Golfo de Alaska, entre otros. En México se localiza a todo lo largo del litoral del Pacífico y en el Golfo de México, donde se distribuye frente a las costas de Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Quintana Roo. Es principalmente pelágica, pero ocasionalmente se le encuentra en aguas someras de bahías y estuarios. Sus playas de anidación son: Barra del Tordo a la Pesca, Tamaulipas; Cabo Rojo a Tecolutla en Veracruz; arrecife Alacranes y Río Lagartos, Yucatán; y en Isla Convoy, Holbox y Cabo Catoche en Quintana Roo.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

Cabe señalar que todas las especies de tortugas marinas que tienen concurrencia dentro del área de estudio y sus inmediaciones se encuentran en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT- 2001.

**Mamíferos marinos**

Del total de cetáceos reportados en aguas nacionales, alrededor del 75% se encuentra en el Golfo de México, ya sea por temporadas o de forma permanente.

**Tabla IV. 17. Mamíferos Marinos del Golfo de México**

| ORDEN     | FAMILIA         | ESPECIE                           | NOMBRE COMÚN              | HÁBITAT                                | OCURRENCIA EN EL GOLFO DE MÉXICO                               |
|-----------|-----------------|-----------------------------------|---------------------------|--|--|
| Carnívora | Phocidae        | <i>Cystophora cristata</i>        | Foca encapuchada          | Costa                                  | Nomada   |
| Cetacea   | Balaenidae      | <i>Eubalaena glacialis</i>        | Ballena franca            | Aguas costeras y continentales         | Extralitoral, no se ha visto en el sur                         |
| Cetacea   | Balaenopteridae | <i>Balaenoptera acutorostrata</i> | Ballena minke             | Aguas costeras                         | Rara   |
| Cetacea   | Balaenopteridae | <i>Balaenoptera borealis</i>      | Ballena boreal            | Mayormente costa<br>Afuera, pelágica   | Rara   |
| Cetacea   | Balaenopteridae | <i>Balaenoptera brydei</i>        | Ballena de bryde          | Pelágico y costero                     | Raro, sin avistamientos al sur<br>218 individuos               |
| Cetacea   | Balaenopteridae | <i>Balaenoptera edén</i>          | Rorcual tropical          |  |  |
| Cetacea   | Balaenopteridae | <i>Balaenoptera musculus</i>      | Ballena azul              |  |  |
| Cetacea   | Balaenopteridae | <i>Balaenoptera physalus</i>      | Rorcual común             | Talud continental, mayormente pelágico | Rara   |
| Cetacea   | Balaenopteridae | <i>Megaptera novaeangliae</i>     | Ballena jorobada          | Cercano a la costa y Banco             | Rara   |
| Cetacea   | Delphinidae     | <i>Feresa attenuata</i>           | Orca pigmea               | Oceánico                               | Raro<br>518 individuos   |
| Cetacea   | Delphinidae     | <i>Globicephala macrohynchus</i>  | Calderón de aletas cortas | Mayormente pelágico                    | Común<br>350 individuos  |
| Cetacea   | Delphinidae     | <i>Grampus griseus</i>            | Delfín de risso           | Profundidad de 400 – 1000 m            | Común<br>2750 individuos                                       |
| Cetacea   | Delphinidae     | <i>Lagenodelphis hosei</i>        | Delfín de fraser          | Profundidades mayores a 1000 m         | Común (no se ha visto en el área de estudio)<br>127 individuos |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla IV. 17. (Continuación) Mamíferos Marinos del Golfo de México**

| ORDEN   | FAMILIA      | ESPECIE                        | NOMBRE COMÚN                  | HÁBITAT                                  | OCURRENCIA EN EL GOLFO DE MÉXICO                  |
|---------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|--|---|
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Orcinus orca</i>            | Orca                          | Amplia distribución                      | Raro<br>277 individuos                            |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Peponocephala Electra</i>   | Calderón pigmeo               | Oceánico                                 | Raro<br>4,000 individuos                          |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Pseudorca crassidens</i>    | Orca falsa                    | Pelágico                                 | Raro<br>381 individuos                            |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Stenella attenuata</i>      | Delfín manchado pantropical   | Mayormente pelágico                      | Común<br>31,300 individuos                        |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Stenella clymene</i>        | Delfín tornillo del Atlántico | Pelágico                                 | Común<br>5,570 individuos                         |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Stenella coeruleoalba</i>   | Delfín listado                | Fuera de la plataforma continental       | Común<br>4,860 individuos                         |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Stenella frontales</i>      | Delfín manchado del Atlántico | Mayormente en la costa                   | Común<br>3,200 individuos                         |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Stenella longirostris</i>   | Delfín tornillo               | Pelágico                                 | Común<br>6,300 individuos                         |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Steno bredanensis</i>       | Delfín de dientes rugosos     |  | 852 individuos                                    |
| Cetacea | Delphinidae  | <i>Tursiops truncatus</i>      | Delfín nariz de botella       | Plataforma continental, costa y alta mar | Común   |
| Cetacea | Kogiidae     | <i>Kogia breviceps</i>         | Cachalote pigmeo              |  | Común<br>550 individuos                           |
| Cetacea | Kogiidae     | <i>Kogia simus</i>             | Cachalote enano               | Aguas más profundas de la plataforma     | Común<br>550 individuos                           |
| Cetacea | Physeteridae | <i>Physeter macrocephalus</i>  | Cachalote                     | Pelágico y aguas profundas               | Común<br>530 individuos                           |
| Cetacea | Ziphiidae    | <i>Mesoplodon bide ns</i>      | Ballenato de Sowerby          | Pelágico                                 | Extralimital                                      |
| Cetacea | Ziphiidae    | <i>Mesoplodon densirostris</i> | Ballenato de blainville       | Pelágico                                 | Raro  |
| Cetacea | Ziphiidae    | <i>Mesoplodon europaeus</i>    | Ballenato de Gervais          | Pelágico                                 | Raro  |
| Cetacea | Ziphiidae    | <i>Ziphus cavirostris</i>      | Ballena picuda de couvier     | Pelágico                                 | Raro  |
| Sirenia | Trichechidae | <i>Trichechus manatus</i>      | Manatí de las Antillas        | Aguas dulces y costeras                  | Común en la Florida,<br>Rara en otras localidades |

Fuente: Würsig et al. 2000, Ortega-Ortiz et al. 2004.



### **4.2.3 Medio socioeconómico.**

#### **4.2.3.1 Empleo temporal.**

La ubicación del gasoducto de 24" Ø x 0.5 Km, se encuentra ubicado en una zona marina, por lo que no existen elementos demográficos, de hábitat y/o servicios ambientales que pudieran ser modificados por el proyecto. En este apartado solo se hace mención de la fuente de empleo temporal que se originará durante la fase de construcción en la que el personal requerido quedará a cargo de la empresa constructora.

#### **4.2.3.2 Beneficios económicos de la nación.**

El objetivo del proyecto es disponer de las obras del corto plazo con el fin de proveer de un crudo ligero marino (Producido por la RMSO) mezclado en línea con un crudo pesado (Producido por la RMNE), cuya flujo será utilizado para mantener la calidad y rendimientos del crudo obtenido, el cual cuenta con características similares al Crudo Maya (21° API). La finalidad de esto es mantener en el mercado internacional la exportación del petróleo crudo tipo Maya, mediante mezclas con crudos marinos más ligeros. En caso de no desarrollarse la obra se tendrían:

- Perdidas económicas en el mercado internacional a falta de exportación del petróleo crudo pesado, de 16 a 17 °API.
- Incumplimiento a los programas de exportación costa afuera de crudo Maya.
- Ajuste de pagos comerciales por incumplimiento en los parámetros de calidad del petróleo crudo tipo Maya.

#### 4.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

La actividad predominante en el área de desarrollo del proyecto son aquellas destinadas a la actividad petrolera con marcada tendencia hacia la exploración y explotación de recursos petroleros y sus subactividades como la transportación marina de materiales, insumos y personal hacia las plataformas (Botello, 1996).

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia Ecológica Bahía de Campeche y en la Provincia geológica del Banco de Campeche, En la zona oceánica, donde se forman giros anticiclónicos y ciclónicos en la sonda de Campeche.

La Sonda de campeche se encuentra en un área de alta biodiversidad y al mismo tiempo una región de intensa expansión industrial costera que incluye puertos industriales y pesqueros, explotación petrolera e industria pesquera (Yáñez-Arancibia y Sánchez Gil, 1986). Se han reportado más de 320 especies de peces (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988, citado por Flores-Hernández *et al.*, 1997) y sobre esta alta diversidad inciden dos grandes tipos de explotación: la flota camaronera de arrastre y una flota artesanal o ribereña que opera sobre la plataforma continental (CONAPESCA, 2002).

El clima del entorno es Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y menor del 5 % de lluvia invernal (Amw). La temperatura máxima promedio en el área de estudio es de 37 °C, presión de 1012.5 milibares, humedad relativa del 100%, 50 grados de dirección del viento, 9 nudos de intensidad del viento y la intensidad del viento máximo es de 12.1 nudos, la precipitación media anual de 334.5 mm dato referido a la estación de Cayo Arcas.

En la zona los vientos dominantes provienen del norte, la velocidad máxima promedio mensual es de 7.5 m/s y la mínima promedio es de 2.2 m/s. La velocidad máxima por día de viento proviene del nornoroeste. Se tiene, a lo largo del año, una frecuencia alta de "calma" (42.6%); los vientos con dirección nornoroeste, sudoeste y sur predominan en la región (3.7%), no se registran sismos ya que se ubica en la zona B que se clasifica como baja.

Los impactos negativos más relevantes o críticos se podrían ver reflejados en el lecho marino y en el habitat de especies bentónicas y el riesgo de un evento inesperado como alguna explosión, fuga e incendio, como resultado de las actividades durante operación del proyecto.

## REFERENCIAS

Aguayo Camargo .J. E. 2004. Neotectónica y facies sedimentarias cuaternarias en el suroeste del Golfo de México, dentro del marco tectono-estratigráfico regional evolutivo del Sur de México. UNAM. INGENIERÍA Investigación y Tecnología. UNAM. VI(1): 19-45.

Álvarez-Guillen, H., A. Yáñez-Arancibia, A. L. Lara-Domínguez. 1985. Ecología de la Boca del Carmen, Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 12(1): 107-144.

Álvarez F., Villalobos J. L. y Robles R. 2005. Crustáceos. En: Bueno J. F., Álvarez F. y Santiago S. (Eds.). Biodiversidad del Estado de Tabasco, Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México. 386 pp.

Antoine J. W. 1972. Contributions on the Geological and Geophysical Oceanography of the Gulf of Mexico. Structure of the Gulf of México. In: R. Rezak and V.J. Henry (Eds.). 303 p.

Ayala-Castañares, A., M, Gutiérrez-Estrada. 1990. Morfología y sedimentos superficiales de la Plataforma continental frente a Tabasco y Campeche, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 17(2): 163-190.

Botello AV, Ponce Vélez G, Toledo A, Díaz-González G, Villanueva S (1996) Ecología, recursos costeros y contaminación en el Golfo de México. En Botello AV, Rojas-Galaviz JL, Benítez JA, Zárate Lomelí D (Eds.) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. EPOMEX. Serie Científica N°5. Universidad Autónoma de Campeche. México. pp. 25-44.

Carabias-Lillo J., J. Quadri de la Torre y J. de la Maza Elvira. 1997. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos". SEMARNAP-INE. México. D. F.

Carranza E. A. 2006. Consideraciones ambientales del litoral en el Golfo de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Ciudad Universitaria, Circuito Exterior, México, D. F., 04510, MEXICO.

Caso-Muñoz M. E., A. Laguardi-Figueras, F. A. Solís-Marín, A. Ortega-Salas y A. L. Durán-González. 1994. Contribución al conocimiento de la ecología de la comunidad de equinodermos de la Laguna de Términos, Campeche. México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 21(1-2): 67-85.

Caso-Muñoz, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (comps.). 2004. Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Vol. I. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología A. C. y Harte Research Institute for Gulf of México Studies. 626 p.

CONAPESCA (2002) Anuario Estadístico de la Pesca 2001. SAGARPA. México.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO. MODALIDAD PARTICULAR.**

Day, J. W. Jr., L. A. Deegan, W. B. Johnson, J.G. Gosselink, E. Turner, R. Darnell y A. Yáñez-Arancibia. 1983. Coastal biotic provinces of the Gulf of Mexico. *Estuaries*. 6(3): 263.

Deegan, L. A., J. W. Day, Jr., y A. Yáñez-Arancibia. 1984a. Relationships of vegetation to climate, river discharge and geomorphology in Gulf of Mexico estuaries. Final Report to Man and Biosphere Programme. Center for Wetland Resources. Louisiana State University. Baton Rouge, La. 38p., 16figs.

García-Cuellar, J. Ángel, Arreguin-Sanchez, Francisco, Hernandez Vazquez, Sergio *et al.* Impacto ecológico de la industria petrolera en la Sonda de Campeche, México, tras tres décadas de actividad: Una revisión. *INCI*, jun. 2004, vol.29, no.6, p.311-319. ISSN 0378-1844.

García E. 1988. Adaptación del sistema climatológico de Koeppen a la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. México D. F. 76 p.

Granados-Barba A. 1991. Algunos aspectos ecológicos de los Anélidos – Poliquetos (orden: Eunicida), de la región de plataformas petroleras y áreas adyacentes en la Sonda de Campeche, Golfo de México. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 99 p.

Granados-Barba A. 2001. Los poliquetos bénticos de la región petrolera del suroeste del Golfo de México: estructura comunitaria e impacto ambiental. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 149 p.

García-Montes J. F., L. A. Soto y A. Gracia. 1988. Cangrejos portúnidos del suroeste del Golfo de México aspectos pesqueros y ecológicos. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México. 15(1):135-150.

Gío-Argáez, F. R. y M. L. Machain-Castillo. 1998. La biodiversidad marina: el caso de los ostrácodos. *Revista Científica Multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México* 5(1): <http://ergosum.uaemex.mx/marzo98/gio.html>.

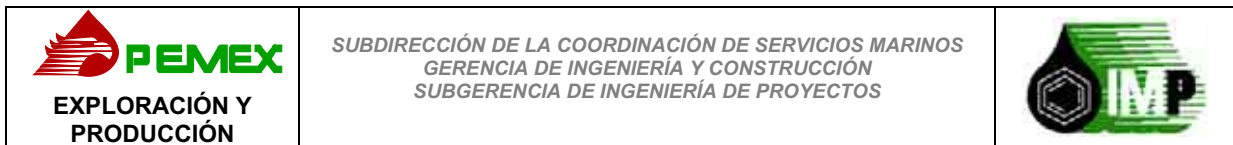
INE. 2006. Página Internet: <http://www.ine.gob.mx/download/huracanes2005.pdf#search=%22ultimos%20huracanes%20del%20Golfo%20de%20mexico%22>.

INEGI. 2006. Mapa de los principales ríos. Página Internet: [http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/camp/sombreado\\_ri.cfm](http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/camp/sombreado_ri.cfm)

INETER. GOB 2006. Página ineternet: <http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Desastres/Huracanes/HURACAN.HTM>

Información Meteorológica Tropical 2006. Página Internet: <http://www.srh.noaa.gov/tbw/html/tbw/tropical/Spanishtropical.htm#Studies>

Instituto de Geofísica de la UNAM 2006. Provincias Fisigraficas Marinas Recientes, su Relación con la Tectónica Salina y Presencia de Hidrocarburos, En el Suroeste del Golfo de México.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

Araujo Mendieta Juan, J. Eduardo Aguayo Camargo, Mario Gutiérrez E. y J. Hector Sandoval O., UNAM Facultad de Ingeniería, UNAM pagina Internet:<http://www.ugm.org.mx/pdf/geos02-2/GGP02.pdf#search=%22geologia%20y%20geomorfologia%20del%20Golfo%20de%20mexico%22>

IMP.PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL CENTRO DE PROCESO AKAL-B Y SUS PLATAFORMAS PERIFERICAS. NOVIEMBRE 2004

Licea-Durán S. y H. Santoyo. 1991. Algunas características ecológicas del fitoplancton de la región central de la Bahía de Campeche. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 18(2):157-167.

Jonson Díaz K. A., J. L. Sierra-Cabral y A. I. Erosa-Solana. 1993. Un tesoro de la naturaleza: Las Tortugas Marinas. EPAMEX. México.

Licea-Durán S. 1977. Variación estacional del fitoplancton de la Bahía de Campeche, México (1971-1972). Pp. 253-273. In: Stewart H. E. (ed.). Symposium on Progress in Marine Research in the Caribbean and Adjacent Regions. Caracas, Venezuela, 12-16 July 1976. Papers on Fisheries. Aquaculture and Marine Biology. FAO. Fish. Rep. 200 pp.

Márquez R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica. Secretaría de Educación Pública y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Moreno-Ruíz J. L. 1999. Análisis cualitativo y cuantitativo de las algas microscópicas en el sur del Golfo de México, áreas Macro y Micro (27/XI/-06/XII/98). En. F. Vázquez (Ed.). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM/PEMEX.

Moreno-Ruiz J. L. 2000. Análisis cualitativo y cuantitativo de las algas microscópicas en un área del sur del Golfo de México (febrero-2000). En. F. Vázquez (Ed.). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM/PEMEX.

Moreno-Ruíz J. L. 2003. Análisis del fitoplancton en el Golfo de México, OGM-I (IX-X/02). En. F. Vázquez (Ed.). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM/PEMEX.

Ortega-Ortíz, J. G., A. Delgado-Estrella y A. Ortega-Argueta. 2004. Mamíferos Marinos del Golfo de México: Estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación. Pp. 137-161. En: Caso M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Comps.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología A. C. y Harte Research Institute for Gulf of México Studies. 626 p.

Ortega M. M., J. L. Godínez y G. Garduño-Solórzano. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y mar Caribe. Cuadernos 34. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Ortega-Ortíz, J. G., A. Delgado-Estrella y A. Ortega-Argueta. 2004. Mamíferos Marinos del Golfo de México: Estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación. Pp. 137-

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO. MODALIDAD PARTICULAR.**

161. En: Caso M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Comps.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología A. C. y Harte Research Institute for Gulf of México Studies. 626 p.

Ortiz Pérez M. A, de la Lanza E. G y col. 2006. Geografía para el siglo XXI. Diferenciación del espacio costero de México: Un inventario regional; Serie textos universitarios 2006. Instituto de Geografía de la UNAM.

Subsecretaria de Marina 2006. Dirección general de investigación y desarrollo. Dirección general adjunta de oceanografía, hidrografía y meteorología. Cayo arcas, Camp.

SMN. 2004. Servicio Meteorológico Nacional, Página Internet: <http://www.igeofcu.unam.mx/>

SSN. 2004. Servicio Sismológico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México.

UACAM.2006. Universidad Autónoma de Campeche. Página Internet:  
<http://www.uacam.mx/epomex/epomex.html>

UNAM. 1993-1996. Calendario gráfico de mareas 1993-1995 Golfo de México y Mar Caribe. Inst. de Geofísica.

Weather. unisys 2005 Página internet:  
<http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/2005/index.html>

Wikipedia.org.2004. Página internet:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Temporada\\_de\\_huracanes\\_en\\_el\\_Atl%C3%A1ntico%2C\\_2004](http://es.wikipedia.org/wiki/Temporada_de_huracanes_en_el_Atl%C3%A1ntico%2C_2004)

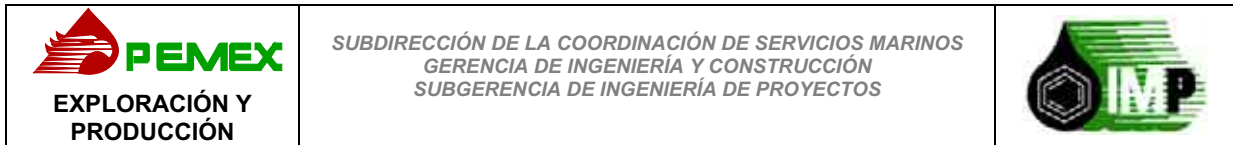
Wikipedia.org.2005. Página internet:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Temporada\\_de\\_huracanes\\_en\\_el\\_Atl%C3%A1ntico%2C\\_2005](http://es.wikipedia.org/wiki/Temporada_de_huracanes_en_el_Atl%C3%A1ntico%2C_2005).

Wust, G. 1936. Schichtung and Zirkulation des Atlantischen Ozeans. Die stratos phare, wiss. Ergedri. Dtsch. Atlant. Expet. Meteor. Atlas, Berlin. 6(1).

Würsig B., T. A. Jefferson y D. J. Schmidly. 2000. The Marine Mammals of the Gulf of Mexico. Texas A & M University Press, College Station, TX, U.S.A.

Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1986. Los Peces Demersales de la plataforma continental del Sur del Golfo de México 1. Caracterización ambiental, ecológica y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, México, Publ. Esp. 9: 1-230.

Yáñez-Arancibia A, Sánchez-Gil P (1988) Ecología de los Recursos Demersales Marinos. Fundamentos en Costas Tropicales. AGT. México. 228 pp.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

Yáñez-Arancibia A. y G. Villalobos Zapata. 1993. "Laguna de Términos. Encuesta". En A. Gómez- Pompa y R. Dirzo et al. (Comps.). Proyecto de evaluación de áreas naturales protegidas de México. SEDESOL, México.

# **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

**PAGINAS**

|  |       |
|--|-------|
| <b>5.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.</b>          | V - 1 |
| 5.1.1 Indicadores de Impacto   | V - 2 |
| 5.1.2 Lista Indicativa de Indicadores de Impacto.                                    | V - 6 |
| 5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación.  | V-10  |
| 5.1.3.1 Criterios  | V-10  |
| 5.1.3.2 Metodologías de Evaluación y justificación de la Metodología<br>seleccionada | V-10  |
| 5.1.3.2.1 Valores de los componentes ambientales.                                    | V-14  |
| 5.1.3.2.2 Matriz de resultados.  | V-19  |
| 5.1.3.2.3 Descripción global de resultados.  | V-26  |
| <b>REFERENCIAS</b>   | V-29  |

**FIGURA:**

|   |      |
|---|------|
| Figura V. 1. Histograma del número de componentes ambientales en las categorías de impacto. | V-28 |
|---|------|

**TABLA:**

|  |       |
|--|-------|
| Tabla V. 1. Componentes Ambientales en la Etapa de Construcción en Condiciones Normales de Operación.                          | V - 7 |
| Tabla V. 2. Componentes Ambientales en la Etapa de Operación y Mantenimiento en Condiciones Normales de Operación.             | V - 8 |
| Tabla V. 3. Componentes Ambientales en la Etapa de Abandono en Condiciones Normales de Operación.                              | V - 8 |
| Tabla V. 4. Componentes Ambientales en la Etapa de Operación y Mantenimiento en Condiciones de Accidente.                      | V - 9 |
| Tabla V. 5. Matriz de la MERIA.  | V-13  |
| Tabla V. 6. Bandas de las categorías empleadas por la MERIA.   | V-14  |
| Tabla V. 7. Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Físico/Químico en Condiciones Normales de Operación.         | V-16  |
| Tabla V. 8. Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Biológico/Ecológico en Condiciones Normales de Operación.    | V-17  |
| Tabla V. 9. Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Social/Cultural en Condiciones Normales de Operación.        | V-17  |
| Tabla V. 10. Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Económico/Operacional en Condiciones Normales de Operación. | V-18  |
| Tabla V. 11. Resultados por área ambiental de la MERIA.  | V-23  |
| Tabla V. 12. Resultados de los Componentes Biológico/Ecológico de la MERIA.  | V-23  |
| Tabla V. 13. Resultados de los Componentes Social/Cultural de la MERIA.  | V-24  |
| Tabla V. 14. Resultados de los Componentes Económico / Operacional de la MERIA.  | V-25  |
| Tabla V. 15. Resumen de Valores de las Categorías de la MERIA  | V-26  |



## 5.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La evaluación de impacto ambiental, en el contexto actual, se entiende como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados (**Universidad de Santiago de Chile, 2002**). De hecho, la evaluación es considerada por diferentes organismos internacionales como el instrumentó más adecuado para la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente (**Segura Cerdá, 2002**).

Para definir los posibles impactos ambientales generados por el desarrollo del presente proyecto se utilizará el Método de Evaluación Rápida de Impactos Ambientales (MERIA) propuesto por Christopher M. R. Pastakia (**Jensen, 1998**).

El método emplea un sistema de puntuación dentro de una matriz que ha sido designada con juicios o criterios subjetivos y que permite un registro permanente de los argumentos, de esta manera provee una evaluación del impacto y un registro que puede ser re-analizado en el futuro. El método MERIA esta basado en definiciones estándar de los criterios de estudio importantes así como el significado de los valores semi cuantitativos para cada uno de estos criterios. Una de las ventajas de este método es la de dar un rápido y claro análisis de los impactos mayores.

Los impactos de las actividades del proyecto son evaluados contra los componentes ambientales, para los cuales se determina una puntuación (empleando el criterio definido) que provee una medida del impacto esperado del componente.

El objetivo de la evaluación de impacto ambiental es prevenir situaciones de deterioro, estableciendo las medidas más adecuadas para:

- Minimizar los impactos adversos derivados de acciones humanas, y
- Maximizar los beneficios ambientales protegiendo la calidad de esté.

### 5.1.1 Indicadores de Impacto

El proyecto consisten en la construcción y operación de un oleogasoducto submarino de 24" X 514.116 m con punto de inicio en la plataforma satelite Abkatun-B hacia la plataforma de permanente del centro de proceso Abkatun-A.

Es posible que durante las actividades de construcción y operación del proyecto se tengan impactos negativos y positivos el medio ambiente como resultado de las actividades de dragado, tendido y construcción del oleogasoducto, también la generación de desechos sólidos y líquidos.

A continuación se mencionan los efectos potenciales, positivos y negativos, que pueden provocar algún cambio sobre el ambiente en las tres diferentes etapas del proyecto:

- **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.**

Esta etapa cuenta con tres diferentes actividades que son la de tendido, dragado y construcción (instalación de los ductos ascendentes, válvulas SDV, trampa de diablos, de Abkatun-B y Abkatun-A para más detalle ver tabla II.5) de la tubería, con una duración de 4.5 meses aproximadamente.

A continuación se mencionan los posibles impactos, que pueden provocar algún cambio sobre el ambiente:

1. **Lecho marino**

De acuerdo con los estudios de geología y prospección geofísica reportan que los estratos superficiales en el área del proyecto se conforman por arcilla limosa sin presencia de estructuras arrecifales; durante las actividades de tendido y dragado de la tubería se removerá el sedimento en el área del lecho marino

2. **Agua**

Como resultado de las actividades durante esta etapa se generarán aguas residuales de uso doméstico así como aguas industriales (aceitosas) con una concentración mayor a 15 ppm, las cuales podrán afectar la calidad del agua local, siempre que no se realice el tratamiento adecuado, provocado por el efecto de eutrofización dado por el contenido de materia orgánica y detergentes que contienen nitrógeno y fosfatos.

#### **Aire**

La calidad del aire del ambiente local se puede afectar por la generación de monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), partículas (PT) e hidrocarburos (HC) no quemados, producto de los procesos de combustión interna (embarcaciones), lo que generará otro tipo de contaminantes secundarios como el Ozono, sumándose al aporte local de contaminantes. Sin embargo existirá dispersión de los

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

contaminantes que estará en función de las condiciones meteorológicas de la región como: viento, precipitación, humedad haciendo que los volúmenes emitidos se dispersen hacia otras zonas que depende de la dirección de los vientos predominantes.

### **3. Biota acuática**

#### **Fauna acuática**

La fauna presente en la zona donde se encuentra ubicado el proyecto no involucra la presencia de sistemas marinos sensibles como: a) arrecifes de coral, b) especies en peligro de extinción de acuerdo a los estudios de biodiversidad reportados en el Capítulo IV.

Derivado de las actividades de tendido y dragado se puede afectar la biota (peces, organismos bentónicos en los estados latentes y larvario) que se encuentran en esta zona, debido a la alteración del sustrato, provocando la migración de especies de hábitos nectónicos y la desaparición de comunidades sésiles.

#### **Flora acuática.**

De acuerdo a los estudios de biodiversidad reportados y a las campañas oceanográficas (SGM), encontramos en la zona estudio comunidades de algas bentónicas y pastos marinos.

Estas no se verán afectadas de manera significativa ya que el método de tendido y dragado que va a emplear (Como se indico en el Capitulo II) evitará la alteración del hábitat; y por lo tanto la afectación al ecosistema original será mínima.

### **4. Residuos.**

Además de los residuos líquidos mencionados anteriormente, se producirán residuos sólidos orgánicos como desechos de alimentos y basura doméstica clasificados como residuos sólidos no peligrosos, estos pueden causar un impacto negativo sobre el paisaje si no se tiene un control adecuado de colecta y disposición.

Se generarán residuos sólidos peligrosos como envases de pinturas y solventes, removedor de grasas y aceites lubricantes, así como materiales impregnados con dichas sustancias, producto de las actividades en la construcción del oleogasoducto. Si hubiera un derrame accidental de residuos peligrosos o un mal manejo de estos se contribuiría al aporte de contaminantes inorgánico al agua y sedimento.

### **Activación de la economía local**

Habrán requerimientos de servicios diversos para el traslado de personal (transporte terrestre), materiales e insumos que tendrán un efecto positivo en la economía local.

- **ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Por llevarse a cabo el transporte de hidrocarburo en un sistema cerrado (oleogasoducto), en esta etapa no tenemos impactos en condiciones normales de operación, aunado a esto las actividades relacionadas con la operación y mantenimiento quedan integradas en los planes y programas de las plataformas que interconecta.

Como se menciona en el Anexo A, durante la operación del oleogasoducto existe el riesgo de que se genere un accidente que provoque el derrame de petróleo, en este caso algunas especies de fauna, algas bentónicas, el lecho marino y la calidad del agua se podrá afectar.

Para este escenario, se generaría una dispersión de crudo, lo cual requiere de la implementación de actividades para controlar el derrame con la finalidad de reducir posibles impactos al sistema marino, los efectos se pueden como se pueden observar en los resultados del estudio Análisis de Riesgo del proyecto.

### **Ingresos económicos del país**

El transporte de la mezcla de crudo y gas repercutirá en la exportación del crudo de 21° con características similares al crudo tipo Maya, teniendo un efecto positivo en la economía del país.

### **Empleo**

La operación y mantenimiento del oleogasoducto para la transportación de la mezcla de crudo y gas generará pocas plazas ya sea de forma directa por efectos de contratación o asociadas a través de los servicios requeridos (abastecimiento de materiales e insumos, mantenimientos, recolección y manejo de residuos no peligrosos y peligrosos) siendo el impacto de carácter benéfico y mínimo.

- **ETAPA DE ABANDONO.**

**Lecho marino**

Al concluir el tiempo de operación del oleogasoducto, será desmantelada la tubería sobrecubierta, los elementos que integran el ducto ascendente y la curva de expansión, así como se limpia el oleogasoducto enterrado por medio de corridas de diablos, se inundará y se sellarán los extremos, evitando al mínimo la remoción de sedimentos del área.

### **5.1.2 Lista Indicativa de Indicadores de Impacto.**

La evaluación de los impactos se realizará según lo descrito anteriormente, siguiendo la metodología empleada por Pastakia (**Jensen, 1998**). Primero se identifican los componentes seleccionados en cada una de las cuatro áreas ambientales (Físico/Químico, Biológico/Ecológico, Social/Cultural y Económico/Operacional), segundo se darán los valores a los criterios (A) y (B) para cada área ambiental, tercero integración de la matriz, y cuarto descripción de los resultados del análisis de la evaluación de los impactos.

Los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto se dividen en dos grupos:

- Impactos dados por el desarrollo de las actividades y obras, en cada una de las etapas del proyecto.
- Impactos dados por accidentes.

Para los primeros, las actividades y obras que se efectuarán en las diferentes etapas de desarrollo, generan impactos que pueden ser controlados aplicando los procedimientos administrativos en materia de protección al ambiente, para el manejo de emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales, generación de residuos no peligrosos y peligrosos, todo ello en observancia de la normatividad ambiental aplicable, y de acuerdo a su evaluación en general se consideran como poco significativos. Asimismo estos pueden ser adversos y benéficos.

Los impactos significativos al ambiente, están dados por accidentes que pueden ocasionar cambios permanentes o de largo plazo en los ecosistemas marino y costero. Estos se encuentran relacionados principalmente a derrames y fugas. El grado de magnitud del impacto estaría en función del tiempo de duración del derrame y fuga, cantidad del hidrocarburo (aceite y gas), composición del hidrocarburo, de las condiciones meteorológicas y oceanográficas que imperen, de la trayectoria del derrame, de la distancia a la línea costera y del tiempo de respuesta para mitigar y controlar el accidente y del tipo de ecosistema afectado.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 1. Componentes Ambientales en la Etapa de Construcción en Condiciones Normales de Operación.**

| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b> |                                |  |
|------------------------------|--------------------------------|--|
|                              | <b>Causa</b>                   | <b>Posible impacto</b>   |
| F/Q 1                        | Calidad del agua               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de las propiedades fisicoquímicas del agua y del sedimento.</li> </ul>   |
| F/Q 2                        | Lecho marino (Sedimentación)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en la depositación al lecho marino debido a la remoción y resuspensión de sedimentos.</li> </ul>   |
| F/Q 3                        | Calidad del Aire (Atmósfera)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas PM10 y polvo que pueden afectar la calidad de aire.</li> </ul>   |
| F/Q 4                        | Nutrientes del agua            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento temporal de nutrientes debido al vertimiento de los desechos orgánicos.</li> </ul>   |
| B/E 1                        | Hábitat de especies bentónicas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro del hábitat original por la instalación del gasoducto afectando las comunidades bentónicas sesiles y de poca movilidad como: algas pluricelulares, moluscos (bivalvos), anélidos (poliquetos), poríferos (esponjas), artrópodos (crustáceos), moluscos (caracoles), equinodermos (estrellas) y equinoideos (erizos), pastos marinos.</li> </ul> |
| B/E 2                        | Hábitat de especies nectónicas | Deterioro del hábitat Néctonico.   |
| S/C 1                        | Empleo                         | Incremento de empleo temporal.   |
| E/O 1                        | Costos del proyecto            | Gastos por el desarrollo del proyecto.   |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 2.** Componentes Ambientales en la Etapa de Operación y Mantenimiento en Condiciones Normales de Operación.

| <b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> |                     |   |
|---|---------------------|---|
|   | <b>Causa</b>        | <b>Posible impacto</b>  |
| E/0 2                                     | Mejoras del Recurso | Mejora en los procesos de producción permitiendo complementar el diseño de una estructura ya existente. |
| E/0 3                                     | Reserva nacional    | Incremento en la producción, aprovechamiento y procesamiento de hidrocarburos.                          |
| E/0 4                                     | Costo de operación  | Operación del oleogasoducto.  |

**Tabla V. 3.** Componentes Ambientales en la Etapa de Abandono en Condiciones Normales de Operación.

| <b>ETAPA DE ABANDONO</b> |              |  |
|--------------------------|--------------|--|
|                          | <b>Causa</b> | <b>Posible impacto</b>                               |
| S/C 2                    | Empleo       | Creación de empleos temporales.                      |
| E/0 5                    | Economía     | Reducción de divisas por producción de hidrocarburos |



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 4.** Componentes Ambientales en la Etapa de Operación y Mantenimiento en Condiciones de Accidente.

| <b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> |   |   |
|---|---|---|
|   | <b>Causa</b>  | <b>Posible impacto</b>  |
| Biota Marina                              | Riesgo en la ocurrencia de un accidente ambiental por la ruptura del ducto durante su operación, provocando un derrame. | Alteración de las propiedades físico-químicas de la columna de agua.<br>Afectación a organismos (Fauna Marina, Nécton, Fitoplancton y Zooplancton). |
| Sedimentos                                | Riesgo a la ocurrencia de una accidente, derrame y posible explosión.   | Afectación al Sedimento   |
| Instalación                               | Riesgo a la ocurrencia de una accidente, derrame y posible explosión.   | Afectación a la propia instalación.   |

### **5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación.**

#### **5.1.3.1 Criterios**

Existe una amplia gama de metodologías para evaluar los impactos ambientales aunque todas se vinculan con:

- a) la búsqueda de las relaciones entre los elementos o características territoriales y las acciones;
- b) las mediciones específicas y la información necesaria para estimar los impactos;
- c) las medidas de mitigación, compensación y seguimiento.

Estos antecedentes permiten una adecuada identificación, predicción e interpretación de los impactos sobre diversos componentes del ambiente.

Los métodos y técnicas usualmente aceptadas están destinados a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales. Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables físicas, químicas, ecológicas, históricas, socioeconómicas, culturales y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias. Por lo cual se agrupan en cuatro grupo que son

#### **5.1.3.2 Metodologías de Evaluación y justificación de la Metodología seleccionada**

Para definir los posibles impactos ambientales generados por el desarrollo del presente proyecto se utilizará el Método de Evaluación Rápida de Impactos Ambientales, conocido como MERIA.

El análisis de la evaluación de los impactos ambientales por el método MERIA se realiza con base en criterios divididos en dos grupos (A) y (B), y en cuatro áreas ambientales (Físico/Químico, Biológico/Ecológico, Social/Cultural y Económico/Operacional), los cuales se describen a continuación.

##### **1. Criterios**

Los criterios importantes del análisis caen dentro de dos grupos:

- (A) Criterios que son de importancia de la condición, y pueden individualmente cambiar el puntaje obtenido.
- (B) Criterios que son de importancia de la situación, pero individualmente no cambian el puntaje obtenido.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

El valor adscrito a cualquiera de estos grupos es determinado por el uso de una serie de formulas simples que se describen a continuación:

$$(a1) \times (a2) = aT \quad \text{para el grupo (A)}$$

$$(b1) + (b2) + (b3) = bT \quad \text{para el grupo (B)}$$

$$(aT) \times (bT) = VA \quad \text{resultado final de la condición}$$

Donde:

(a1) y (a2) es la puntuación individual del criterio para el grupo (A)

(b1) a (b3) es la puntuación individual del criterio para el grupo (B)

aT es el resultado de multiplicar el puntaje de los criterios del grupo (A)

bT es el resultado de sumar el puntaje de los criterios del grupo (B)

VA es el puntaje final del análisis de la condición

Los impactos positivos y negativos pueden ser demostrados utilizando la escala que pasa de valores negativos a positivos y a través del valor de cero para el criterio del grupo (A). El valor de cero se toma como: "no hay cambio" o "no es importante". En el caso del criterio del grupo (B) el valor de cero se evita porque si todos los criterios resultaran cero, el resultado final del VA seria cero. Esta condición no puede ocurrir aun si el criterio del grupo (A) muestre una condición de importancia que pudiera ser considerada. Para evitar esto se emplea el valor de "1" como: "sin-cambio/no-importante".

Tanto el grupo (A) como el (B) están constituidos por condiciones fundamentales a las cuales se les asigna un valor de juicio. Estos criterios, junto con sus valores correspondientes son definidos como sigue:

- **Criterios del Grupo (A)**

**Importancia de la condición (A1).** Una medida de la importancia de la condición, la cual se evalúa contra el límite espacial o intereses humanos que afectará. La escala es definida como:

- 4 = importancia de interés nacional/internacional
- 3 = importancia de interés regional/nacional
- 2 = importancia de interés en las áreas inmediatas fuera de la condición local
- 1 = importancia solo a la condición local
- 0 = no importante

**Magnitud del cambio/efecto (A2).** La magnitud es definida como una medida de la escala del beneficio/perdida de un impacto o una condición:

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

- +3 = mayor beneficio positivo
- +2 = mejoramiento significativo en el estado existente
- +1 = mejoramiento en el estado existente
- 0 = no cambio/estado existente
- 1 = cambio negativo al estado existente
- 2 = perdida o cambio negativo significativo
- 3 = mayor cambio o perdida

- **Criterios del Grupo (B)**

**Permanente (B1).** Esta define si una condición es temporal o permanente, y debe ser solo una medida del estado temporal de la condición.

- 1 = no cambio/no aplica
- 2 = temporal
- 3 = permanente

**Reversibilidad (B2).** Define si la condición se puede cambiar y es una medida del control sobre el efecto de la condición.

- 1 = no cambio/ no aplica
- 2 = reversible
- 3 = irreversible

**Acumulativo (B3).** Es una medida de si el efecto tendrá un impacto directo simple o si es un efecto acumulativo con respecto al tiempo.

- 1 = no cambio/no aplica
- 2 = no acumulativo/simple
- 3 = acumulativo/sinérgico

**a) Componentes ambientales**

La MERIA requiere de componentes específicos que son definidos a través de un proceso de puntaje, y estos componentes ambientales caen dentro de una de las siguientes categorías:

**Físico/Química (F/Q).** Cubre todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales finitos (no biológicos) y degradación de medio físico por contaminación.

**Biológico/Ecológico (B/E).** Cubre todos los aspectos biológicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales renovables, conservación de la biodiversidad, interacciones entre especies, y contaminación de la biosfera.

**Social/Cultural (S/C).** Comprende todos los aspectos humanos del ambiente, incluyendo los temas sociales que afectan a los individuos y comunidades, junto con los aspectos culturales, incluyendo la conservación patrimonial y desarrollo humano.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Económico/Operacional (E/O).** Identifica cualitativamente las consecuencias económicas de los cambios al ambiente de manera temporal y permanente, así como la complejidad del manejo del proyecto en términos de las actividades del proyecto.

Para evaluar el sistema descrito, una matriz es generada para cualquier proyecto (**Tabla V.5**). La matriz comprende celdas que muestran el criterio utilizado contra cualquier componente definido. De la formula dada anteriormente se calcula VA. El conteo individual de VA es agrupado dentro de categorías (Valores de las Categorías: VC), las cuales pueden ser comparadas entre si (**Tabla V.6**).

Las categorías son definidas por condiciones que actúan como marcas del cambio de bandas. Estas condiciones normalmente reflejan el cambio en el puntaje del grupo (A), combinado con el puntaje más alto o más bajo del grupo (B).

Las condiciones se han definido en un intervalo de  $\pm 5$ , y cada valor describe el impacto generado al llevarse a cabo cualquier proyecto. Los límites de las bandas de las categorías se muestran en la **Tabla V.6**, con valores numéricos y alfabéticos.

**Tabla V. 5.** Matriz de la MERIA.

| <b>Componentes Físico/Químico</b>        |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|
| F/Q1                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| F/Q2                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| F/Q3                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| F/Qn                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| <b>Componentes Biológico/Ecológico</b>   |    |    |    |    |    |    |    |
| B/E1                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| B/E2                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| B/E3                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| B/En                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| <b>Componentes Social/Cultural</b>       |    |    |    |    |    |    |    |
| S/C1                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| S/C2                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| S/C3                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| S/Cn                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| <b>Componentes Económico/Operacional</b> |    |    |    |    |    |    |    |
| E/O1                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| E/O2                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| E/O3                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |
| E/On                                     | A1 | A2 | B1 | B2 | B3 | VA | VC |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 6.** Bandas de las categorías empleadas por la MERIA.

| Valor Ambiental (VA) | Valores de la categoría (VC) Alfabéticos | Valores de la categoría (VC) Numéricos | Descripción de la Banda de la Categoría      |
|----------------------|--|--|--|
| 72 a 108             | E  | 5                                      | Hay mayor cambio / impacto positivo          |
| 36 a 71              | D  | 4                                      | Cambio significativo / impacto positivo      |
| 19 a 35              | C  | 3                                      | Cambio moderado / impacto positivo           |
| 10 a 18              | B  | 2                                      | Cambio / impacto positivo                    |
| 1 a 9                | A  | 1                                      | Cambio simple / impacto positivo             |
| 0                    | N  | 0                                      | No hay cambio/estado existente /no aplicable |
| -1 a -9              | -A                                       | -1                                     | Cambio simple / impacto negativo             |
| -10 a -18            | -B                                       | -2                                     | Cambio / impacto negativo                    |
| -19 a -35            | -C                                       | -3                                     | Cambio moderado / impacto negativo           |
| -36 a -71            | -D                                       | -4                                     | Cambio significativo / impacto negativo      |
| -72 a -108           | -E                                       | -5                                     | Hay mayor Cambio / impacto negativo          |

**5.1.3.2.1 Valores de los componentes ambientales.**

Los valores de los criterios (A) y (B) se aprecian en la **Tabla V.6**, y están definidos de acuerdo a la importancia que tiene cada componente en los diferentes ambientes definidos con anterioridad. Se consideraron 13 componentes tomando como base las dimensiones del proyecto que consiste básicamente en la construcción de un Oleogasoducto DE 24" X 514.116 metros de la plataforma satélite Abkatun-B a la plataforma permanente del complejo Abkatun-A.

La matriz de identificación de impactos ambientales corresponde al análisis de cada una de las interacciones entre las actividades inevitablemente involucradas en el desarrollo del proyecto y los factores o atributos ambientales susceptibles de ser afectados por estar dentro de las áreas predeterminadas en dicha matriz.

Dentro de los componentes Físico/Químico (**Ver Tabla V.7**) se aprecia que el lecho marino (F/Q 2) será el más afectado durante la fase de construcción si no se toman las medidas de prevención y mitigación, los cuales serán tratados con mayor detalle en el capítulo VI.

Las variables biológicas B/E 1 (especies bentónicas) se verán impactadas durante la construcción de la obra (ver **Tabla V.8**). En las fases de operación y mantenimiento existe el riesgo de que ocurra un accidente por descontrol a causa de una fuga de la mezcla del Oleogasoducto (gas y crudo); éstas variables biológicas serán impactadas dependiendo del flujo, capacidad de control y eliminación del petróleo; patrón prevaleciente de corrientes; situación biótica, ecológica y ambiental imperante durante el

*MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.*

---

evento en función de la estacionalidad (época de secas, lluvias y nortes) de las principales especies de organismos presentes.

Es notorio que las variables Social/Cultural directamente vinculadas a la construcción, y abandono del oleogasoducto serán beneficiadas por la demanda de empleos temporales y/o permanentes (S/C 1 y S/C 2) de acuerdo a los servicios requeridos del proyecto (ver **Tabla V.9**).

Los componentes Económico/Operacional que se desarrollan durante las fases: de construcción, operación, mantenimiento y la etapa de abandono, serán beneficiadas por el aporte de recursos económicos (E/O 1, E/O 2, E/O3 E/O 4) y de los servicios (E/O 5) tan diversos que se requieren dadas las características de ubicación y operación en el medio marino (ver **Tabla V.10**).

Es así, que ante este marco se describe en el siguiente apartado el escenario ambiental modificado para cada componente ambiental que tiene relación con la ejecución del presente proyecto

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 7. Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Físico/Químico en Condiciones Normales de Operación.**

| Componente                   | Descripción                  | Criterio (A)                              |  |                              | Criterio (B)                    |                              |  |
|------------------------------|------------------------------|---|--|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|
|                              |                              | a1<br>Importancia<br>(valor)              | a2<br>Cambio/efecto(valor)               | b1<br>Permanencia<br>(valor) | b2<br>Reversibilidad<br>(valor) | b3<br>Acumulativo<br>(valor) |  |
| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b> |                              |   |  |                              |                                 |                              |  |
| F/Q 1                        | Calidad del agua             | Importancia solo a la condición local (1) | Cambio negativo al estado existente (-1) | Temporal (2)                 | Reversible (2)                  | No acumulativo (2)           |  |
| F/Q 2                        | Lecho marino (Sedimentación) | Importancia solo a la condición local (1) | Cambio negativo al estado existente (-1) | Temporal (2)                 | Reversible (2)                  | No aplica (1)                |  |
| F/Q 3                        | Aire (Atmósfera)             | Importancia solo a la condición local (1) | Cambio negativo al estado existente (-1) | Temporal (2)                 | Reversible (2)                  | No acumulativo (2)           |  |
| F/Q 4                        | Nutrientes en agua           | Importancia solo a la condición local (1) | Mejoramiento en el estado existente (1)  | Temporal (2)                 | Reversible (2)                  | No acumulativo (2)           |  |



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 8.** Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Biológico/Ecológico en Condiciones Normales de Operación.

| Componente                   | Descripción                    | Criterio (A)                              |  |                              | Criterio (B)                    |                              |  |
|------------------------------|--------------------------------|---|--|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|
|                              |                                | a1<br>Importancia (valor)                 | a2<br>Cambio/efecto(valor)               | b1<br>Permanencia<br>(valor) | b2<br>Reversibilidad<br>(valor) | b3<br>Acumulativo<br>(valor) |  |
| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b> |                                |   |  |                              |                                 |                              |  |
| B/E 1                        | Hábitat de especies bentónicas | Importancia solo a la condición local (1) | Cambio negativo al estado existente (-1) | Temporal (2)                 | Irreversible (2)                | No acumulativo (2)           |  |
| B/E 2                        | Hábitat de especies nectónicas | Importancia solo a la condición local (1) | Cambio negativo al estado existente (-1) | Temporal (2)                 | Reversible (2)                  | No acumulativo (2)           |  |

**Tabla V. 9.** Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Social/Cultural en Condiciones Normales de Operación.

| Componente                   | Descripción | Criterio (A)                              |   |                              | Criterio (B)                    |                              |  |
|------------------------------|-------------|---|---|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|
|                              |             | a1<br>Importancia (valor)                 | a2<br>Cambio/efecto(valor)              | b1<br>Permanencia<br>(valor) | b2<br>Reversibilidad<br>(valor) | b3<br>Acumulativo<br>(valor) |  |
| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b> |             |   |   |                              |                                 |                              |  |
| S/C 1                        | Empleo      | Importancia solo a la condición local (1) | Mejoramiento en el estado existente (1) | Temporal (2)                 | No aplica (1)                   | No acumulativo (2)           |  |
| <b>ETAPA DE ABANDONO</b>     |             |   |   |                              |                                 |                              |  |
| S/C 2                        | Empleo      | Importancia solo a la condición local (1) | Mejoramiento en el estado existente (1) | Temporal (2)                 | No aplica (1)                   | No acumulativo (2)           |  |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 10. Valores de los criterios (A) y (B) de los Componentes Económico/Operacional en Condiciones Normales de Operación.**

| Componente                                | Descripción         | Criterio (A)                                       |   |                              | Criterio (B)                    |                              |  |
|---|---------------------|--|---|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|
|   |                     | a1<br>Importancia (valor)                          | a2<br>Cambio/efecto(valor)                            | b1<br>Permanencia<br>(valor) | b2<br>Reversibilidad<br>(valor) | b3<br>Acumulativo<br>(valor) |  |
| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>              |                     |  |   |                              |                                 |                              |  |
| E/0 1                                     | Costos del proyecto | Importancia solo a la condición local (1)          | Cambio negativo al estado existente (-1)              | Temporal (2)                 | No aplica (1)                   | No acumulativo (2)           |  |
| <b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> |                     |  |   |                              |                                 |                              |  |
| E/0 2                                     | Mejoras del Recurso | Importancia de interés en las áreas inmediatas (2) | Mejoramiento significativo en el estado existente (2) | Temporal (2)                 | No aplica (1)                   | No acumulativo (2)           |  |
| E/0 3                                     | Reserva nacional    | Importancia de interés regional / nacional (3)     | Mejoramiento en el estado existente (1)               | Temporal (2)                 | No aplica (1)                   | No acumulativo (2)           |  |
| E/0 4                                     | Costo de operación  | Importancia de interés en las áreas inmediatas (2) | Mejoramiento en el estado existente (1)               | Temporal (2)                 | No aplica (1)                   | No acumulativo (2)           |  |
| <b>ETAPA DE ABANDONO</b>                  |                     |  |   |                              |                                 |                              |  |
| E/0 5                                     | Economía            | Importancia solo a la condición local (1)          | Cambio negativo al estado existente (-1)              | Permanente(3)                | Irreversible (3)                | No acumulativo (2)           |  |

### 5.1.3.2.2 Matriz de resultados.

La matriz de identificación de impactos ambientales corresponde al análisis de cada una de las interacciones entre las actividades inevitablemente involucradas en el desarrollo del proyecto y los factores o atributos ambientales susceptibles de ser afectados por estar dentro de las áreas predeterminadas en dicha matriz.

A continuación se describe el pronóstico de cada uno de los componentes ambientales:

#### ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

##### Componentes Físico/Químico

Durante esta etapa el lecho marino (F/Q2) se alterará sufriendo un cambio simple/impacto negativo (-A), debido a las actividades de dragado y enterrado de la tubería causando la perturbación y remoción de los sedimentos del lecho marino provocando la suspensión en el agua de partículas de tamaño fino y medio. (**Tabla V.11**).

Durante esta etapa, la descarga al mar por desechos orgánicos (F/Q4) aumentará los niveles de nutrientes de manera temporal permitiendo un cambio simple/impacto positivo (A) sobre el ecosistema marino, incrementando la disponibilidad de alimento y asimilación por parte de los organismos acuáticos.

También se alterará de manera puntual, temporal y poco significativa la calidad del aire (F/Q3), debido a las emisiones generadas por la barcaza, teniendo un cambio simple/impacto negativo (**Tabla V.11**).

##### Componentes Biológico/Ecológico

Debido a las actividades de barcos y barcazas que se llevan a cabo en la superficie del océano y por las que se realizan durante la instalación de la tubería van a causar un cambio simple/ impacto negativo (-A) sobre el hábitat de las comunidades bentónicas sésiles (B/E 1) (Ver **Tabla V.12**).

Dentro de las actividades de construcción en lo que respecta al tendido y enterrado de la línea, se perturbará y removerá (por dragado) sedimento del fondo. Esta remoción de partículas perturbará directamente a la fauna asentada en la zona de excavación provocando una migración temporal a otras áreas hasta que la fuente disturbante haya cesado.

##### Componentes Social/Cultural

Durante el desarrollo de esta etapa se pronostica un cambio simple/impacto positivo (A) sobre la población debido a la demanda de empleos temporales (S/C 1) que serán requeridos de acuerdo a los servicios del proyecto (ver **Tabla V.13**).

## Componentes Económico/Operacional

Los componentes Económico/Operacional que se desarrollan durante la fase de construcción darán cambio simple/ impacto negativo (-A) en los costos del proyecto (E/O1)(ver **Tabla V.14**).

## ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### Componentes Físico/Químico y Biológico/Ecológico

Como se menciona durante la fase de operación y mantenimiento del oleoducto, por ser un sistema cerrado no se generarán afectaciones al entorno.

Existe el riesgo de una ruptura debida a sobrepresión, accidentes de anclado y/o fallas en el material, ocasionaría una fuga y daría una afectación directamente a la fauna y flora acuática del área del proyecto, lo cual daría un impacto negativo en caso de ocurrir un accidente.

- **Derrame de hidrocarburos.**

Los eventos de derrame de hidrocarburos, incendio y dispersión de nube tóxica afectarían a la **calidad del aire**, por la emisión de compuestos producto de la evaporación de hidrocarburos de bajo peso molecular, por la emisión de contaminantes (NOx, SOx y PT), producto de la combustión masiva de hidrocarburos o por la liberación de gas amargo.

En el caso de un accidente con derrame, el efecto de evaporación es uno de los principales procesos que interviene sobre la degradación de los hidrocarburos liberados en el mar. Se estima que dentro de la primeras 24 a 28 horas, se evapore la mayoría de los compuestos de bajo peso molecular o en términos generales todos aquellos compuestos con puntos de ebullición inferiores a 200°C; incrementándose ello en climas tropicales. Cabe destacar que los crudos pesados presentarán una tasa muy baja de evaporación.

Los hidrocarburos menos estables en la atmósfera sufrirán una conversión de gas a partícula, misma que se retornarán al mar vía procesos de precipitación y por deposición seca; otros sufrirán transformación químicas por foto oxidación.

El evento de derrame de hidrocarburos afectaría la **calidad del sustrato bentónico** por la aportación de compuestos orgánicos, en el sitio del derrame y su trayectoria, dado principalmente por los procesos de aglomeración, sedimentación y hundimiento de los hidrocarburos.

Los hidrocarburos con una gravedad específica mayores a 1 podrán hundirse con facilidad en aguas salobres, sin embargo muy pocos hidrocarburos son lo suficientemente densos para ello. Generalmente el hundimiento se lleva a cabo por

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

la adhesión a sedimento o materia orgánica. En aguas someras, que por lo general tienen una carga alta de sedimentos o sólidos suspendidos, se propician condiciones naturales para la sedimentación.

El evento de derrame de hidrocarburos afectaría a la variable **calidad del agua** de la zona marina, en los sitios del derrame y trayectoria del mismo, por la disolución de los compuestos por los efectos de dispersión, difusión, dilución, emulsificación, sedimentación de los hidrocarburos.

El rango de dilución dependerá de las características del hidrocarburo y de las propiedades físicas y químicas que prevalezcan en el ambiente marino (salinidad, temperatura, entre otros.). Dentro de los compuestos más solubles se encuentran los anillos aromáticos, sin embargo estos componentes son los más volátiles por lo que se conoce que la dilución no efectúa un proceso importante para la remoción del hidrocarburo.

En general el impacto se considera adverso; directo; temporal, aunque a largo plazo para las **comunidades y permanente para los individuos** muertos de la fauna y flora; crítico y de significancia por sus repercusiones en el medio natural y socioeconómico, pero con características de reversibilidad y de recuperación para la comunidad, mitigable, y con una baja probabilidad de ocurrencia.

Se simulo la dispersión del derrame con un inventario máximo de 1500 barriles de crudo, considerando que el derrame de crudo se presenta en la superficie y no en el fondo marino (aproximadamente a 40 metros de profundidad). Debido a que las corrientes marinas varían con la época del año, se considero las tres temporadas climáticas predominantes en el Golfo de México, contemplando la probabilidad de dispersión del hidrocarburo en la superficie del mar durante 10 días, a partir del momento del incidente. Como resultado se puede observar que solamente en la temporada de Nortes presenta posibilidad de arribazón de parte del crudo derramado a las costas de Tabasco (Ver Anexo A).

Por último, es importante mencionar lo señalado por Soto, et al. 2004, referente al suroeste del Golfo de México, ya que sobre la plataforma y el talud Continental, son comunes los sitios naturales de emanación de hidrocarburos fósiles y de gas metano, que representan fuentes naturales de contaminación, sin embargo, señala que también representan productos biogénicos que pueden ser empleados en el metabolismo de bacterias hidrocarbonoclásticas y metanogénicas; a través de mecanismos quimiosintéticos, estos microorganismos tienen la capacidad de transformar estos productos en fuentes importantes de carbono orgánico, el cual puede posteriormente ser transferido a través de una trama trófica de organismos heterótrofos, asociada a una fuente natural de emisión de hidrocarburos. Menciona que los fenómenos de emisión se manifiestan de diferentes modalidades: puntuales y propensos a experimentar migraciones horizontales, dependiendo de la naturaleza litológica del yacimiento o de la perturbación mecánica de las operaciones de extracción; también pueden representar fenómenos episódicos o efímeros difícil de ser detectados por la instrumentación

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

oceanográfica convencional; de igual forma, pueden acusar cambios en la intensidad del flujo así como en la persistencia del mismo.

**Componentes Económico/Operacional**

Los componentes Económico/Operacional que se desarrollan durante la fase de operación y mantenimiento darán un cambio moderado/impacto positivo (C) debido a que habrá una mejora en el proceso de producción(E/O 2) permitiendo complementar un diseño ya existente, que influirá directamente en la transportación de hidrocarburos y un incremento en la actividad industrial. Al haber un incremento en el aprovechamiento de hidrocarburos esto beneficiará el aporte de recursos económicos (E/O3 y E/O4) identificando un cambio/impacto positivo (B).

**ETAPA DE ABANDONO**

**Componentes Social/Cultural**

Existirá una mínima creación de empleos temporales (S/C2) para realizar el abandono del ducto, teniendo un cambio simple/impacto positivo (A) (ver **Tabla V.13**).

**Componentes Económico/Operacional**

El diseño y especificación de los materiales, el tipo de construcción, así como los programas de operación y mantenimiento, permiten pronosticar una vida útil para el oleogasoducto de aproximadamente 20 años. Durante este tiempo, las evaluaciones de grado de corrosión y las condiciones de operación del ducto, además de las pruebas hidrostáticas y de hermeticidad correspondientes, determinarán si es posible continuar usando o no el oleogasoducto, o si se entra en la fase de abandono.

En la etapa de abandono se percibe una disminución en la venta del hidrocarburo presentando como consecuencia un efecto negativo en las divisas (E/O5) teniendo un cambio simple/impacto negativo (-A). (Ver **Tabla V.14**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 11.** Resultados por área ambiental de la MERIA.

| Componente | Descripción                  | Criterio (A)                 |    | Criterio (B) |    |    | Grupo (A) |    | Grupo (B) |    | Resultado Condición VA         | Valor de la Categoría VC | Resultado |
|------------|------------------------------|------------------------------|----|--------------|----|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------------|--------------------------|-----------|
|            |                              | a1                           | a2 | b1           | b2 | b3 | aT        | bT | VA        |    |                                |                          |           |
|            |                              | <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b> |    |              |    |    |           |    |           |    |                                |                          |           |
| F/Q 1      | Calidad del Agua             | 1                            | -1 | 2            | 2  | 2  | -1        | 6  | -6        | -A | Cambio simple/impacto negativo |                          |           |
| F/Q 2      | Lecho marino (Sedimentación) | 1                            | -1 | 2            | 2  | 1  | -1        | 5  | -5        | -A | Cambio simple/impacto negativo |                          |           |
| F/Q 3      | Calidad del Aire (Atmósfera) | 1                            | -1 | 2            | 2  | 2  | -1        | 6  | -6        | -A | Cambio simple/impacto negativo |                          |           |
| F/Q 4      | Nutrientes en agua           | 1                            | 1  | 2            | 2  | 2  | 1         | 6  | 6         | A  | Cambio simple/impacto positivo |                          |           |

**Tabla V. 12.** Resultados de los Componentes Biológico/Ecológico de la MERIA.

| Componente | Descripción                    | Criterio (A)                 |    | Criterio (B) |    |    | Grupo (A) |    | Grupo (B) |    | Resultado Condición VA         | Valor de la Categoría VC | Resultado |
|------------|--------------------------------|------------------------------|----|--------------|----|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------------|--------------------------|-----------|
|            |                                | a1                           | a2 | b1           | b2 | b3 | aT        | bT | VA        |    |                                |                          |           |
|            |                                | <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b> |    |              |    |    |           |    |           |    |                                |                          |           |
| B/E 1      | Hábitat de especies bentónicas | 1                            | -1 | 2            | 2  | 2  | -1        | 6  | -6        | -A | Cambio simple/impacto negativo |                          |           |
| B/E 2      | Hábitat de especies nectónicas | 1                            | -1 | 2            | 2  | 2  | -1        | 6  | -6        | -A | Cambio simple/impacto negativo |                          |           |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 13.** Resultados de los Componentes Social/Cultural de la MERIA.

| Componente                   | Descripción | Criterio (A) |    | Criterio (B) |    |    | Grupo (A) | Grupo (B) | Resultado Condición VA | Valor de la Categoría VC | Resultado                      |
|------------------------------|-------------|--------------|----|--------------|----|----|-----------|-----------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                              |             | a1           | a2 | b1           | b2 | b3 |           |           |                        |                          |                                |
| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b> |             |              |    |              |    |    |           |           |                        |                          |                                |
| S/C 1                        | Empleo      | 1            | 1  | 2            | 1  | 2  | 1         | 5         | 5                      | A                        | Cambio simple/impacto positivo |
| <b>ETAPA DE ABANDONO</b>     |             |              |    |              |    |    |           |           |                        |                          |                                |
| S/C 2                        | Empleo      | 1            | 1  | 2            | 1  | 2  | 1         | 5         | 5                      | A                        | Cambio simple/impacto positivo |



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla V. 14.** Resultados de los Componentes Económico/Operacional de la MERIA.

| Componente                                | Descripción         | Criterio (A) |    |    | Criterio (B) |    |    | Grupo (A) | Grupo (B) | Resultado Condición VA | Valor de la Categoría VC         | Resultado |
|---|---------------------|--------------|----|----|--------------|----|----|-----------|-----------|------------------------|----------------------------------|-----------|
|   |                     | a1           | a2 | aT | b1           | b2 | b3 |           |           |                        |                                  |           |
| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>              |                     |              |    |    |              |    |    |           |           |                        |                                  |           |
| E/0 1                                     | Costos del proyecto | 1            | -1 | 2  | 1            | 2  | -1 | 5         | -5        | -A                     | Cambio simple/impacto negativo   |           |
| <b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> |                     |              |    |    |              |    |    |           |           |                        |                                  |           |
| E/0 2                                     | Mejoras del Recurso | 2            | 2  | 2  | 1            | 2  | 4  | 5         | 20        | C                      | Cambio moderado/impacto positivo |           |
| E/0 3                                     | Reserva nacional    | 3            | 1  | 2  | 1            | 2  | 3  | 5         | 15        | B                      | Cambio/impacto positivo          |           |
| E/0 4                                     | Costo de operación  | 2            | 1  | 2  | 1            | 2  | 2  | 5         | 10        | B                      | Cambio/impacto positivo          |           |
| <b>ETAPA DE ABANDONO</b>                  |                     |              |    |    |              |    |    |           |           |                        |                                  |           |
| E/0 5                                     | Economía            | 1            | -1 | 3  | 3            | 2  | -1 | 8         | -8        | -A                     | Cambio simple/impacto negativo   |           |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**5.1.3.2.3 Descripción global de resultados.**

Durante las etapas de construcción y operación del proyecto se generarán cambios positivos y negativos que van o pueden incidir de manera directa y/o indirectamente sobre la economía del País y al Ambiente. Con el fin de ver estos impactos de manera integral del análisis de la MERIA se generó una gráfica integrándose todos los componentes ambientales: Físico/Químico, Biológico/Ecológico, Social/Cultural y Económico/Operacional en las categorías empleadas por la evaluación.

En la **Figura V.1** se observan el número de componentes ambientales que fueron ubicados en cada categoría de acuerdo a los criterios establecidos en la evaluación. Los impactos negativos más críticos se ubican en la categoría de -A (cambio simple/impacto negativo), y los positivos más significativos se ubican en la categoría de C (cambio moderado/impacto positivo). A continuación se hace mención de los componentes ambientales que se ubicaron en cada categoría.

Dentro de la categoría de A (cambio simple/impacto positivo) encontramos un total de tres componentes ambientales entre ellos: dos Social/Cultural y uno Físicoquímico. (Ver **Tabla V.15** y **Figura V.1**).

Dentro de la categoría de B (cambio/impacto positivo) encontramos un total de dos componentes ambientales Económico/Operacional (ver **Tabla V.15** y **Figura V.1**).

Dentro de la categoría de C (cambio moderado/impacto positivo) encontramos un total de un componente Económico/Operacional (ver **Tabla V.15** y **Figura V.1**).

Dentro de la categoría de -A (cambio simple/impacto negativo) encontramos un total de siete componentes ambientales entre ellos: tres componentes Físico/Químico, dos componentes Biológico/Ecológico y dos Económico/Operacional (ver **Tabla V.15** y **Figura V.1**).

En la **Tabla V.15** se enuncian cada uno de los componentes ambientales de acuerdo a la categoría asignada y en que etapa del proceso se presentan.

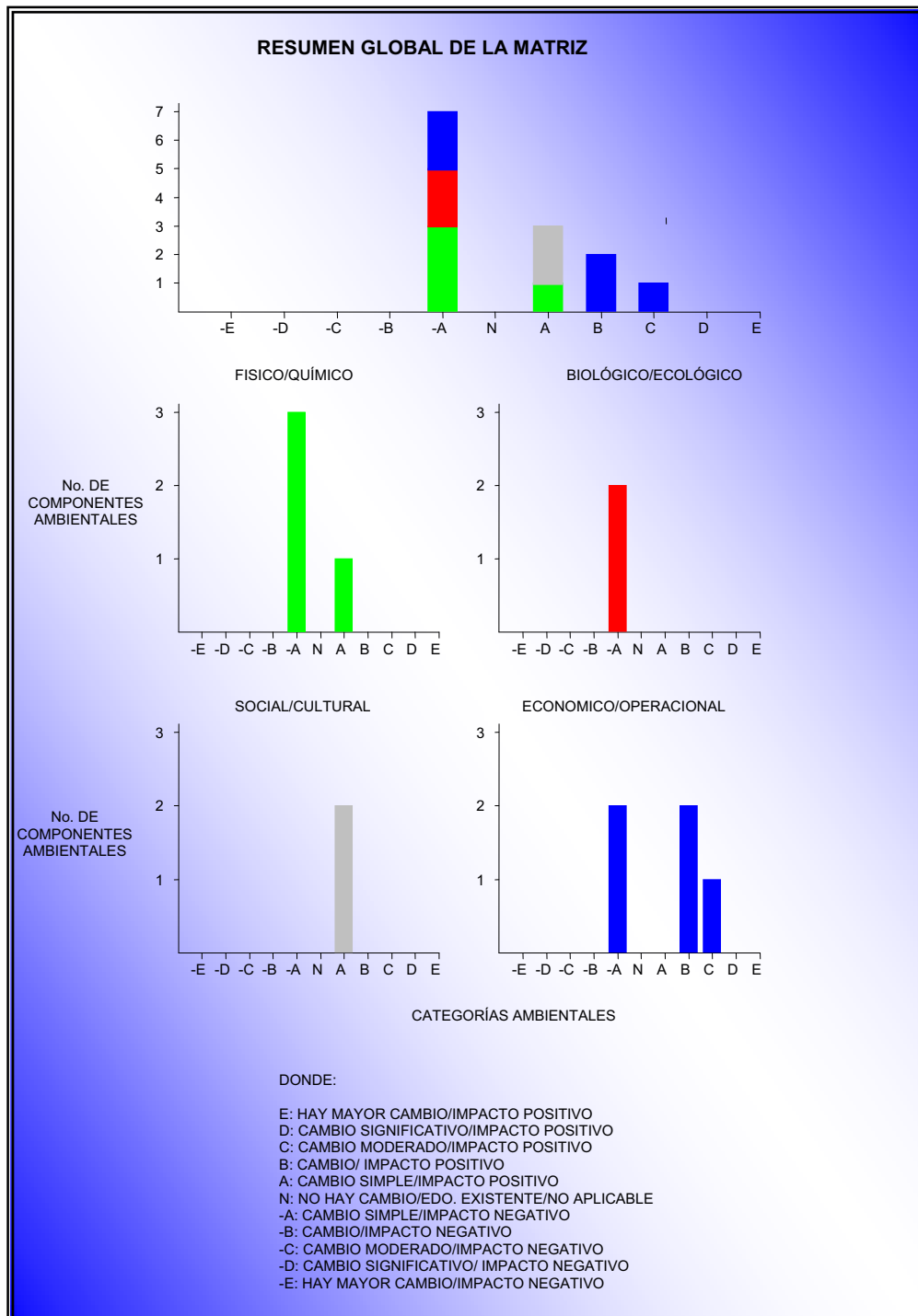
**Tabla V. 15.** Resumen de Valores de las Categorías de la MERIA

| RANGO | -108 a -72 | -71 a -36 | -35 a -19 | -18 a -10 | -9 a -10 | 1-9 | 10-18 | 19-35 | 36-71 | 72-108 |   |
|-------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----|-------|-------|-------|--------|---|
| CLASE | -E         | -D        | -C        | -B        | -A       | N   | A     | B     | C     | D      | E |
| F/Q   | 0          | 0         | 0         | 0         | 3        | 0   | 1     | 0     | 0     | 0      | 0 |
| B/E   | 0          | 0         | 0         | 0         | 2        | 0   | 0     | 0     | 0     | 0      | 0 |
| S/C   | 0          | 0         | 0         | 0         | 0        | 0   | 2     | 0     | 0     | 0      | 0 |
| E/O   | 0          | 0         | 0         | 0         | 2        | 0   | 0     | 2     | 1     | 0      | 0 |
| TOTAL | 0          | 0         | 0         | 0         | 7        | 0   | 3     | 2     | 1     | 0      | 0 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

En general los impactos negativos son sobre el medio biótico y abiótico durante el desarrollo de la obra principalmente en la etapa de construcción. El único evento que ocasionaría cambios considerables en el ambiente, es el provocado por un accidente, que pudiera resultar en un derrame de hidrocarburos, por ello, PEP cuenta con los mecanismos apropiados para prevenir y mitigar cualquier tipo de accidente en la zona marina, lo que ha permitido que en más de 20 años no se haya registrado un derrame masivo de hidrocarburo como el ocasionado por el pozo Ixtoc. Con base en la evaluación de impactos ambientales, medidas de mitigación y de acuerdo a la dimensión del proyecto se puede establecer que es viable el desarrollo de este.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**Figura V. 1.** Histograma del número de componentes ambientales en las categorías de impacto.

## REFERENCIAS

Andreottola G., Cossu R. y R. Serra. 1989. Método para la evolución del impacto ambiental de un relleno sanitario. Traducido y extraído de: Sanitary landfilling: process, technology and environmental impact. Edited By Thomas H. Christensen; Raffaello Cossu; Rainer Stegmann. London: Academic Press. Publicaciones CEPIS.

Jensen, Kurt. 1998. Environmental impact Assessement using the rapid impact assessment matrix (RIAM). Olsen & Olsen-Fredensborg. ISBN: 87-85215-32-5.

Segura Cerdá Vicente. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Vicepresidente Federación Española de la Piedra Natural (FDP). Publicaciones Litos, S.L., España.

Universidad de Santiago de Chile. 2002. Nociones de Evaluación de Impacto Ambiental. Medio Ambiente, Ecología y Salud Pública. Página internet: <http://www.usach.cl/ima/noc-eval.htm>.

# **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

**PAGINAS**

|  |             |
|--|-------------|
| <b>6.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL .....</b> | <b>VI-1</b> |
| 6.1.1 Medidas de Prevención.....   | VI-1        |
| 6.1.2 Medidas de Prevención por etapa. ....  | VI-1        |
| 6.1.2.1 Etapa de Construcción.....   | VI-1        |
| 6.1.2.2 Etapa de Abandono .....  | VI-1        |
| 6.1.2.3 . Medidas por Accidentes.....  | VI-4        |
| 6.1.3 Medidas de Mitigación. ....  | VI-7        |
| <b>6.2 IMPACTOS RESIDUALES.....</b>  | <b>VI-8</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>  | <b>VI-9</b> |

## **TABLA:**

|   |      |
|---|------|
| Tabla VI. 1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ocasionados en condiciones normales de operación de los componentes Físico/Químicos.....      | VI-2 |
| Tabla VI. 2 Descripción de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ocasionados en condiciones normales de operación de los componentes Biológicos/Ecológicos..... | VI-3 |

## 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

El propósito del presente capítulo es la identificación de las medidas adecuadas para eliminar o reducir, compensar y restaurar los impactos ambientales adversos, compensar a las personas o áreas afectadas y maximizar las oportunidades ambientales del proyecto, que se presentarán durante las etapas del proyecto (Construcción; Operación y Mantenimiento; Abandono).

### 6.1.1 Medidas de Prevención.

Las Medidas de prevención son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Esta medida aplica en los siguientes casos:

- Procedimientos de operación y mantenimiento.
- Actividades de mantenimiento.
- Capacitación.
- Planes de contingencias ambientales.
- Planes y programas de emergencia.

### 6.1.2 Medidas de Prevención por etapa.

En las siguientes secciones se detallan las técnicas de mitigación específicas para los componentes ambientales de mayor relevancia para cada etapa del proyecto en condiciones normales de operación:

#### 6.1.2.1 Etapa de Construcción.

La descripción de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ocasionados por las actividades en la etapa de construcción para la obra, se presentan en la **Tabla VI.1** los componentes **Físico/Químico** y en la **Tabla VI.2** los componentes **Biológico/Ecológico**.

#### 6.1.2.2 Etapa de Abandono

La descripción de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ocasionados por las actividades en la etapa de operación y mantenimiento para la obra, se presentan los componentes **Físico/Químico** en la **Tabla VI.2**.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla VI. 1.** Descripción de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ocasionados en condiciones normales de operación de los componentes Físico/Químicos.

| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>   |   |  |  |
|--------------------------------|---|--|--|
| <b>Clave de identificación</b> | <b>Componentes Físico/Químico (F/Q)</b> | <b>Posible impacto</b>   | <b>Medida de prevención y mitigación</b>   |
| F/Q 1                          | Calidad del Agua                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio de las propiedades fisicoquímicas del agua y del sedimento.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Las embarcaciones deben contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales, ejecución de los programas de mantenimiento requerido para que cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y contar con los permisos de descarga.</li> <li>Los residuos, deberán manejarse de manera integral de acuerdo con los requisitos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión integral de Residuos y en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</li> <li>Los residuos sólidos no peligrosos, deberán manejarse de manera integral de acuerdo con los requisitos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión integral de Residuos, así como lo establecido en el Anexo V del MARPOL 73/78, con el fin de minimizar los efectos por la generación de residuos.</li> </ul> |
| F/Q 2                          | Lecho marino (Sedimentación)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en la depositación de partículas al lecho marino.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ninguna por ser inevitable la perturbación de sedimentos por el impacto de tubería con el lecho.</li> </ul>   |
| F/Q 3                          | Aire (Atmósfera)                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, y partículas que pueden afectar la calidad de aire.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dar los servicios de mantenimiento a los equipos de combustión interna (diesel y/o gasolina) para operar en condiciones óptimas las barcazas.</li> <li>Ejecución de los programas de mantenimiento de los equipos y maquinaria de combustión interna en embarcaciones.</li> </ul>   |



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.**

**Tabla VI. 2** Descripción de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ocasionados en condiciones normales de operación de los componentes Biológicos/Ecológicos.

| <b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>   |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| <b>Clave de identificación</b> | <b>Componentes Físico/Químico (F/Q)</b> | <b>Posible impacto</b>   |
| <b>B/E 1</b>                   | Hábitat de especies bentónicas          | <p>Desplazamiento temporal y modificación temporal de su hábitat de comunidades bentónicas sesiles y de poca movilidad como por ejemplo: algas pluricelulares, moluscos (bivalvos), anélidos (poliquetos), poríferos (esponjas), artrópodos (crustáceos), moluscos (caracoles), equinodermos (estrellas) y equinoideos, Nematóso y poliquetos</p>  |
| <b>B/E 2</b>                   | Hábitat de especies Nectónicas          | <p>Deterioro del hábitat Néctónico.</p>  |
|                                |   | <p><b>Medida de prevención y mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La remoción de sedimento se realizará solo en áreas programadas y de acuerdo a las dimensiones específicas, con la finalidad de no alterar innecesariamente otras zonas y consecuentemente el hábitat de las especies.</li> <li>• Las embarcaciones deben contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales, ejecución de los programas de mantenimiento requerido para que cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y contar con los permisos de descarga.</li> <li>• Los residuos, deberán manejarse de manera integral de acuerdo con los requisitos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</li> <li>• Los residuos sólidos no peligrosos, deberán manejarse de manera integral de acuerdo con los requisitos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, así como lo establecido en el Anexo V del MARPOL 73/78, con el fin de minimizar los efectos por la generación de residuos.</li> </ul> |

### 6.1.2.3. Medidas por Accidentes.

Las medidas para este tipo de impactos son de carácter preventivo (prevención) y correctivo (minimización y restauración). Para las primeras, desde el diseño se consideran sistemas de seguridad al proceso, tales como:

- Sistemas automáticos de control de las variables de operación.
- Sistema de paro de emergencia (ESD).

Para las acciones de carácter correctivo de igual manera se dispone con equipo instalado en las plataformas, planes y procedimientos, que permiten la supresión de la consecuencia en menor tiempo y de forma local; en el supuesto caso que el accidente pase a otras fases II o III, la Subdirección de la Coordinación de Servicios Marinos de Pemex Exploración y Producción, en Ciudad del Carmen y la Terminal Marítima Dos Bocas, dispone con 36 equipos recuperadores de hidrocarburos de tecnología actual, que suman una capacidad nominal de 2,480 ton/hr. También dispone con 2,700 m de barrera confinadora mediana y 6,000 m de barrera oceánica, así como con 11 tanques de almacenamiento flotantes que suman una capacidad total de 640 ton., además de 1,000 ton de capacidad a bordo del BCI "Sagitario".

A continuación se presentan medidas de **prevención y mitigación** en forma general:

- 1 Aplicar el plan según sea el caso de acuerdo a la escala del accidente:
  - Plan de Contingencias de Petróleos Mexicanos, Exploración y Producción en la Región Marina
  - Plan Nacional de Contingencias para Controlar y Combatir Derrames de Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas en el Mar.
  - Planes de contingencia de plataformas.
- 2 Ejecutar el programa de simulacros conforme al plan aplicable.
- 3 Recuperación mecánica del hidrocarburo, el tiempo de respuesta debe ser inmediato y tan cerca del origen del derrame como sea posible, con objeto de recolectar la mayor cantidad de aceite que contenga compuestos volátiles.
- 4 El hidrocarburo recuperado deberá ser manejado conforme a los procedimientos internos de PEP.

Consideraciones especiales en el caso que el derrame llegue a las comunidades costeras:

#### **Comunidades de Flora Acuática.**

- Si la contaminación es ligera lo mejor es dejar que la recuperación del sistema sea natural.
- Deben evaluarse la velocidad de los procesos de eliminación natural antes de llevar a cabo la limpieza.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

- La acumulación grande de hidrocarburos puede eliminarse mediante la aspiración, uso de absorbentes o el lavado a baja presión. Durante el lavado se debe cuidar de no desplazarse a la línea de costa.
- Las actividades de limpieza deben ser supervisadas cuidadosamente para evitar daño a la vegetación.
- Ninguna actividad de limpieza debe mezclar el petróleo a mayor profundidad en el sedimento. Debe minimizarse el pisado de las plantas y la perturbación de los sedimentos blandos.
- Solo se deben emplear métodos agresivos de limpieza cuando los otros recursos (aves migratorias, especies protegidas) corran mayor riesgo si la vegetación se deja contaminada.

### **Manglares**

- Los restos de vegetación contaminados pueden eliminarse una vez haya pasado la amenaza del derrame. Los restos pueden en realidad proteger a los árboles del contacto directo con el hidrocarburo.
- Se puede colocar barreras de sorbentes delante de los bosques contaminados para recuperar el petróleo liberado de forma natural.
- En la mayoría de los casos, no se recomienda otros tipos de actividades de limpieza.
- Cuando la acumulación gruesa de hidrocarburo no se eliminan en forma natural, se puede intentar el lavado a baja presión o la aspiración en el margen externo.
- No debe internarse la limpieza del interior de los manglares a no ser que sea posible el acceso al petróleo desde áreas en tierra.
- Es extremadamente importante evitar las perturbaciones del sustrato por pisadas; la mayoría de las actividades deben llevarse a cabo desde embarcaciones.
- Reforestación de superficies afectadas con especies nativas, asegurando su desarrollo.

### **Fauna Costera**

Aplicar el plan según sea el caso de acuerdo a la escala del accidente:

- Plan de Contingencias de Petróleos Mexicanos, Exploración y Producción en la Región Marina.
- Plan Nacional de Contingencias para Controlar y Combatir Derrames de Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas en el Mar.
- Ejecutar el programa de simulacros conforme al plan aplicable.
- Recuperación mecánica, el tiempo de respuesta debe ser inmediato y tan cerca del origen del derrame como sea posible, con objeto de recolectar el mayor volumen de hidrocarburos.
- El hidrocarburo recuperado deberá ser manejado conforme a los procedimientos internos de PEP.
- Identificación de las especies costeras en riesgo, en función de las zonas de arribo de los hidrocarburos y sus hábitos.

*MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.*

---

- Recorridos de rescate, utilizando los mecanismos apropiados para evitar la alteración del hábitat.
- Rescate y rehabilitación de las especies afectadas

### 6.1.3 Medidas de Mitigación.

Las distintas medidas de mitigación tienen diferentes modos y costos de implementación, siendo las más sencillas y económicas las que tienen relación con aspectos no estructurales y funcionales/organizativas, y las más complejas y costosas las medidas estructurales (**Mitigación de desastres en Instalaciones de Salud, 2002**).

Las medidas de mitigación están definidas con las políticas que establece PEP a través de su sistema de administración en materia de seguridad y protección ambiental, que señala las siguientes premisas:

- PEP cuenta con mecanismos, programas y planes de respuestas ante contingencias ambientales.
- Establecer metas y objetivos precisos y medibles que permitan dar seguimiento a la gestión de la empresa en esta materia, al asignar los recursos necesarios para lograrlo.
- Fomentar en sus empleados y funcionarios la responsabilidad de la protección del medio ambiente, por lo que proporciona la capacitación y autoridad necesaria para el logro de los compromisos ambientales de la empresa.
- Evaluar permanentemente el efecto de sus actividades sobre el ambiente, a través de diagnósticos.
- Promover el diálogo con las autoridades y grupos de interés para definir de manera concreta objetivos de protección ambiental y lograr su consecución.
- Colaborar con las autoridades para el establecimiento de ordenamientos en materia de protección ambiental que tengan repercusiones en las operaciones de la empresa.
- PEP, implantó un programa de prevención de la contaminación durante el desarrollo de sus actividades, cuya base se soporta en el cumplimiento de la presentación de las manifestaciones de impacto ambiental, adhesión de la empresa al programa nacional de industria limpia, para cada nuevo proyecto conforme a lo establecido en la LGEEPA.
- Observancia de los instrumentos de regulación establecidos por la SEMARNAT, como por ejemplo: el registro como empresa generadora de residuos peligrosos, bitácoras de manejo de residuos peligrosos, manifiestos de transporte de residuos peligrosos, títulos de concesión para descargas de aguas residuales, en la etapa de construcción del oleogasoducto.
- En este contexto, la ejecución de la estrategia de implantación de las medidas de mitigación se encuentra planeada con anterioridad, por ello la mayoría de las medidas de este proyecto, son de carácter preventivo y aquellas de carácter correctivo se describen para atender casos de accidentes, los cuales son poco probables.
- Traslado y/o rescate de ejemplares de vegetación y fauna (en caso de derrame).

## 6.2 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos negativos en los diferentes ámbitos ambientales serán amortiguados aplicando las medidas preventivas y de mitigación mencionadas anteriormente. Con esto se disminuirán los impactos residuales en la instalación y operación del oleogasoducto.

Los efectos que permanecerán en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación en los diferentes componentes: Especie Bentónicas y Lecho marino, son los siguientes:

- a) Agua: No habrá impactos residuales ya que todos los efluentes recibirán un tratamiento adecuado antes de ser vertidos al mar, tal como se mencionan en el capítulo II del presente estudio.
- b) Lecho Marino: Habrá una modificación permanente del lecho marino respecto a su forma original, sin embargo, dada la recuperación del mismo medio, dicha modificación es mínima, a excepción de la presencia del ducto marino que estará en el fondo del mar por toda la vida útil del proyecto (20 años).
- c) Especies Bentónicas: En el momento de llevar a cabo el dragado como consecuencia se removerán algunas especies sedentarias y sesiles, en el cual no se puede se realizará alguna medida preventiva o de mitigación solo se puede dragar las dimensiones específicas, con la finalidad de no alterar innecesariamente otras zonas y consecuentemente el hábitat de las especies

## REFERENCIAS

Mitigación de desastres en Instalaciones de Salud. 2002. Página internet:  
<http://www.disaster.info.desastres.net/mitigacion/hospitales.htm>.

## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

|  | <b>PAGINAS</b> |
|--|----------------|
| <b>7.1 PRONOSTICO DEL ESCENARIO .....</b>        | <b>VII-1</b>   |
| <b>7.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....</b> | <b>VII-2</b>   |
| <b>7.3 CONCLUSIONES.....</b>                     | <b>VII-7</b>   |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                          | <b>VII-9</b>   |

### **TABLA:**

|   |         |
|---|---------|
| Tabla VII. 1. Métodos Analíticas Utilizados. .... | VII - 6 |
|---|---------|

### **FIGURA:**

|  |         |
|--|---------|
| Figura VII. 1. Estaciones de Monitoreo en el Golfo de México. Campaña Oceanográfica SGM-10 ..... | VII - 3 |
|--|---------|



## **7.1 PRONOSTICO DEL ESCENARIO**

Se pueden evitar, prevenir o disminuir si se toman adecuadamente y con responsabilidad las medidas de mitigación propuestas, y si se tiene en mente el hecho de: a) garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos y b) conservar la integridad de los ecosistemas. Para cubrir esto se deben: 1) conocer los problemas, conflictos o limitaciones de recursos naturales que podrían afectar la ejecución del proyecto y 2) identificar las medidas para minimizar los problemas.

El presente proyecto contribuirá al transporte de hidrocarburos en el Activo Integral Abkatun Pol-Chuc que presenta un horizonte de operación al menos de 20 años. Para la construcción del Oleogasoducto de 24" de 514.116 m de longitud, se tomaran en cuenta los puntos arriba mencionados, no obstante, se tendrán algunos efectos adversos al ambiente que se pueden eliminar con medidas de mitigación, y otros que se pueden evitar aplicando medidas preventivas.

El proyecto contribuirá al fortalecimiento económico del país al ajustar los parámetros de operación de la batería del centro de proceso Abkatun-D al ser enviada la producción de la plataforma Abkatun-B hacia Abkatun-A. Posteriormente se manejará una corriente producto del mezclado del crudo extrapesado de 13 °API (estabilizado) con el crudo pesado de 21 °API (estabilizado) mezclado previamente en línea con el crudo ligero de 32 °API, esto permitirá evitar la quema de combustibles fósiles durante el proceso de deshidratación y reducirá el contenido de agua entre el 3 al 15 % en la mezcla que será transportada a la Terminal Marítima Dos Bocas.

Este proyecto se encuentra actualmente listo para iniciar la construcción del oleogasoducto e interconexiones para realizar las mezclas de crudos de diferentes grados API y obtener el crudo de 21°API en el centro de procesos Abkatun-A.

Durante la realización del proyecto en las etapas de construcción y operación se producirán impactos que no generarán una modificación significativa del escenario actual. Además de que el sitio del proyecto esta ubicado en una zona destinada a la explotación, producción y procesamiento de hidrocarburos.

En este contexto, el proyecto se desarrollará, bajo el estricto cumplimiento de la normatividad ambiental, en acorde con los planes de desarrollo de la región, por ello, se considera que los posibles impactos ambientales son mitigables.

## 7.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El objetivo del programa de vigilancia ambiental es detectar a través de los oportunos controles las posibles desviaciones de los impactos previstos con la suficiente antelación para poder adoptar las medidas correctivas necesarias que eviten daños graves o irreparables en el ambiente.

Para conocer cuales son las condiciones ambientales que prevalecen y poder evaluar los cambios que se generan a mediano y largo plazo en el sistema marino costero por las actividades petroleras, la Gerencia de Seguridad, Protección Ambiental y Calidad, (GSIPAC), ha implementado desde hace más de siete años un programa de monitoreo en la zona de plataformas y áreas costeras del Sur del Golfo de México, entregándose los resultados anualmente a la SEMARNAT.

Debido a que la obra se ubica en instalaciones en operación del Activo Integral Abkatun Pol Chuc el monitoreo ambiental que se realiza a través de las campañas oceanográficas es aplicable para conocer los posibles cambios derivados de la instalación y operación de este oleogasoducto.

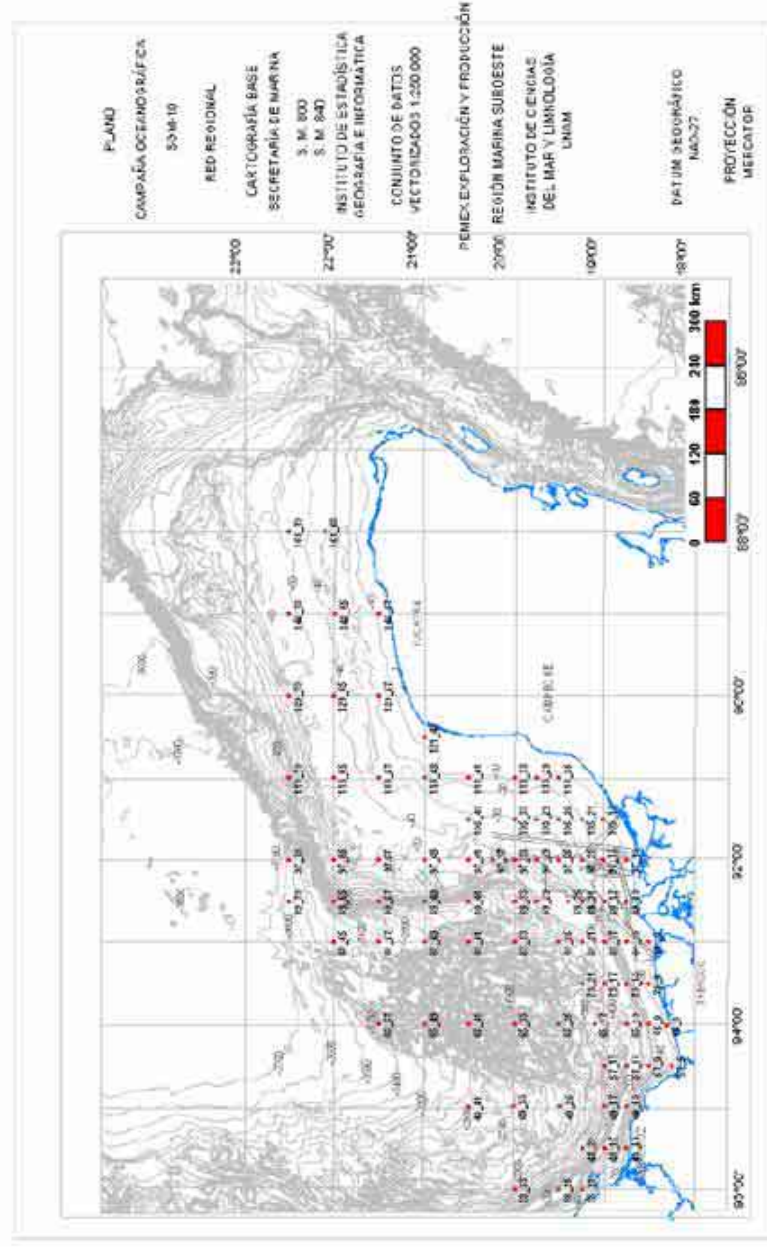
Actualmente se está llevando a cabo el procesamiento de datos obtenidos durante la campaña oceanográfica SGM-10, realizada en el 2005. El cual tiene como objetivo principal generar información ambiental en forma sistemática y continua sobre los componentes marinos y costeros del suroeste del Golfo de México, como apoyo para la planeación del desarrollo a largo plazo de las actividades de PEMEX Exploración y Producción.

Las estaciones donde se realizarán los muestreos anuales en el área del Golfo de México se establecen con base a la posición de las instalaciones de PEP y a las áreas de pesca.

Los resultados obtenidos de los análisis y mediciones *in situ*, son almacenados en una base de datos, para ello el responsable de cada área genera los formatos de hojas de custodia correspondientes, para ir vaciando los datos que se obtengan en la etapa de trabajos de campo.

Los datos provenientes de equipos (como el CTD), se almacenan de forma automática en la memoria del aparato y esta información posteriormente es descargada a una PC para su análisis. El tiempo de obtención de los resultados, de los análisis y procesamiento de información fluctúa entre 8 y 12 meses. (**Figura VII.1**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**Figura VII. 1.** Estaciones de Monitoreo en el Golfo de México. Campaña Oceanográfica SGM-10

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

Para ello, se efectúa un monitoreo de las siguientes variables:

**1.- Calidad del aire**

a) Parámetros meteorológicos

Precipitación pluvial, Radiación solar, Dirección y Velocidad de vientos, Presión barométrica, entre otros

b) Contaminantes de aire.

Monóxido de carbono, Bióxido de carbono, Óxidos de nitrógeno, Óxidos de azufre, Ozono, Partículas Suspendidas., Hidrocarburos totales, entre otros.

**2.- Calidad del ambiente acuático**

a) Características fisicoquímicas del agua.

Salinidad, Conductividad, temperatura y profundidad in situ, pH, Oxígeno disuelto, Nitritos, Nitratos, Amonio, Silicatos, Ortofosfatos, Turbidez, Alcalinidad Total, CO2 total, Turbidez.

b) Productividad en columna de agua.

Clorofilas y carotenos, productividad primaria neta, productividad secundaria, materia orgánica

c) Contaminantes en columna de agua

Hidrocarburos, metales pesados

d) Componente biológico en columna de agua

Bacterias coliformes, Comunidades del fitoplancton y comunidades del zooplancton

**3.- Calidad del ambiente sedimentario**

a) Características fisicoquímicas del sedimento

Granulometría y textura, materia orgánica, potencial oxido-reducción

b) Contaminantes en sedimento

Hidrocarburos, metales pesados

*MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.*

---

c) Componente biológico en sedimento

Bacterias coliformes, Comunidades de la epifauna y Comunidades de la Macroinfauna

d) Toxicología en organismos del ambiente acuático

Daños histopatológicos en organismos de la epifauna, contaminantes en tejido de organismos

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

Los procedimientos y técnicas para la toma de muestra, transporte y conservación de muestras, Análisis, medición y almacenamiento de las mismas se presentan en la Tabla VII.1.

**Tabla VII. 1. Métodos Analíticas Utilizados.**

| <b>MUESTREO</b>  | <b>MÉTODO / PRESERVACIÓN</b>  |
|--|---|
| Columna de Agua  | Grashoff et al 1983   |
| Salinidad, Conductivita, Temperatura y Profundidad en situ | Determinados mediante un perfilador CTD   |
| pH   | Potenciométrico.  |
| Oxígeno disuelto (mg/l)                                    | Winkler modificado por Carnt y Carpenter (1966).  |
| Nitritos (mg/l)  | Bendschneider y Robinson (1952). Refrigerar a 4°C.  |
| Nitratos (mg/l)  | Morris y Ryley (1963) modificado por Grasshoff (1964) y word et al (1967.) Refrigerar a 4°C.  |
| Amonio (mg/l)  | Método alternativo específico para el amonio, éste es tomado por algunos autores (Solórzano, 1969) 5 gotas de fenol/alcalino. Refrigerar a 4°C. |
| Silicatos (mg/l)   | Método Alcalino Fanning et al 1973.   |
| Ortofosfatos (mg/l)  | (Parsons et al 1984)  |
| Turbidez (NTU)   | Método turbidimetro (NOM-AA-38)   |
| Alcalinidad Total  | Método de titulación potenciométrica, (Edmond 1970)   |
| Coniformes totales y fecales (UFC)                         | Métodos de tubos múltiples de fermentación según la norma NMX-AA-42 (1993).   |
| Algas Microcópicas (fitoplancton) Abundancia y Diversidad  | Las muestras de fitoplancton se colectaron utilizando una red con una malla de 10 m y un diámetro de 50 cm, a una profundidad de 150 m.         |
| Zooplancton (Abundancia y Diversidad)                      | Método de volumen desplazado (Beer,1976).   |
| Peces (Kg CPUE)  | Red de arrastre camaronesa. Preservadas con Formaldehído al 5% en agua de mar y neutralizando el pH con Borato de Sodio.                        |
| Bentos (% de abundancia)                                   | Colecta de Sedimento con draga Smith McIntyre preservada con formaldehído al 10% y borato de sodio.   |

**Fuente:** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 2006.

### 7.3 CONCLUSIONES

El Proyecto de la construcción del Oleogaseoducto de 24" X 514.116 m se desarrollará en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México, en observancia de lo establecido en el artículo 4 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.

Proyecto plantea específicamente actividades de transporte de hidrocarburos, durante un horizonte de 20 años, en el período del 2006 al 2026, contribuyendo al fortalecimiento económico del país al ajustar los parámetros de operación de la batería del centro de proceso Abkatun-D al ser enviada la producción de la plataforma Abkatun-B hacia Abkatun-A, se evitará la quema de combustibles fósiles durante el proceso de deshidratación y reducirá el contenido de agua entre el 3 al 15 % en la mezcla que será transportada a la Terminal Marítima Dos Bocas.

Como resultado global de la matriz MERIA se tienen 7 impactos negativos contra 6 positivos. Dentro de los impactos negativos más críticos están: 1) F/Q1 Calidad del Agua 2) F/Q2 de Lecho Marino, 3) B/1 de Especies Bentónicas. De los positivos de mayor peso: 1) E/O 2 Mejoras de Recurso, y 2) E/O 3 Reserva Nacional.

Bajo este contexto las conclusiones derivadas de la evaluación de impacto y riesgo ambiental de este estudio son las siguientes:

#### **Generales**

- Tomando en consideración la tecnología, las instalaciones, el personal y el sistema administrativo en materia de seguridad y protección al ambiente a utilizar, hacen factible al proyecto ambientalmente; ya que los resultados de la identificación y evaluación de los impactos bajo condiciones normales de operación, señalan la inexistencia de cambios significativos/ impactos negativos.

#### **Construcción**

- Los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales bajo condiciones normales de operación, muestran que la mayoría de los impactos son de carácter adverso poco significativo (temporales y puntuales y con medidas de mitigación), en habitat de especies bentónicas y el lecho marino.
- Las medidas de prevención y control de la contaminación ambiental, impuestas a los procedimientos y desarrollo por la organización de PEP, así como las abordadas por cada plataforma, en observancia de la legislación en materia que impera en el país, permiten desarrollar y concluir las actividades, sin la secuela de impactos remanentes.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

---

- El lecho marino se verá afectado de manera mínima y las posibles alteraciones esperadas serán mitigables y correctivas a corto plazo de acuerdo a la tecnología constructiva que será utilizada para la implantación del oleogasoducto.
- La compañía contratista deberá tener cuidado en la operatividad adecuada de la maquinaria y un buen control en el tráfico marino, para que las emisiones tóxicas de gases a la atmósfera sean mínimas. Al presentarse una dispersión de estos contaminantes por encontrarse en un área abierta con corrientes de aire, el impacto será mínimo.
- El impacto sobre la calidad del agua no será apreciable debido a la producción mínima de aguas negras (sanitarias) tratadas durante la construcción de la obra; de igual forma los residuos sólidos generados recibirán el tratamiento adecuado, por lo cual no hay un efecto apreciable.
- Los impactos negativos son en forma global sobre la calidad del lecho marino, especies bentónicas y generación de residuos durante la etapa de construcción. Aunque los impactos negativos se pueden reducir o hasta eliminar tomando en cuenta las medidas de prevención y mitigación recomendadas.
- 

**Operación**

- PEMEX dispone de los elementos de seguridad necesarios para prevenir, controlar y mitigar un evento no deseado.

Para evitar los impactos al ambiente durante todas las fases de construcción, puesta en marcha y operación, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- El oleogasoducto será instalado y operado bajo los más altos estándares de calidad de tal forma que se evitará el riesgo de una fractura.
- Se contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo del oleogasoducto, para evitar el riesgo de una perforación por corrosión y colocación de ánodos de sacrificio.
- Aplicación de tecnologías por parte de la compañía contratista y PEMEX para el tratamiento y disposición final de desechos sólidos, residuos de diversos tipos y productos de la operación en todas las etapas del proyecto.
- Aplicación de análisis a intervalos frecuentes por parte de la compañía constructora dentro de las barcasas y durante la etapa de construcción, para la verificación de la calidad del agua donde sea aplicable la NOM-001-SEMARNAT-1996.



## REFERENCIAS

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

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 2006.

PEMEX-UNAM. 2005. Campaña Oceanográfica SGM-10.

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.**

|   | PAGINAS       |
|---|---------------|
| <b>8.1 FORMATO DE PRESENTACIÓN.....</b> | <b>VIII-1</b> |
| 8.1.1 Planos.....                       | VIII-1        |
| 8.1.2 Fotografías.....                  | VIII-2        |
| <b>8.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>    | <b>VIII-6</b> |

### **REFERENCIAS**

#### **FOTOGRAFÍA:**

|  |        |
|--|--------|
| Fotografía VIII. 1. Salida hacia la plataforma permanente de Abkatun-A.....  | VIII-2 |
| Fotografía VIII. 2. Espacio libre donde se propone instalar la trampa de diablos en la plataforma de Abkatun-B.....                                | VIII-2 |
| Fotografía VIII. 3. Vista del cabezal de producción de la plataforma satélite Abkatun-B.....   | VIII-3 |
| Fotografía VIII. 4. Plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A. ....  | VIII-3 |
| Fotografía VIII. 5. Pierna donde se conectará el ducto ascendente del oleogasoducto submarino de la Plataforma de Perforación Abkatun-B.....       | VIII-4 |
| Fotografía VIII. 6. Vista Lateral del Espacio donde construirán el Cantiliver para la Trampa de Diablos de la plataforma Abkatun-A Permanente..... | VIII-4 |
| Fotografía VIII. 7. Parte alta de la pierna de llegada del ducto ascendente de Abkatun-B.....  | VIII-5 |
| Fotografía VIII. 8. Interconexión con el ducto submarino de 24" de diámetro. ....  | VIII-5 |

## 8.1 FORMATO DE PRESENTACIÓN.

### 8.1.1 Planos.

En esta sección se presentan una Tabla con los Planos de localización, perfil y trazo del Oleogasoducto Submarino de 24" de diámetro x 514.116 Km., el cual tiene la finalidad de transportar la mezcla de hidrocarburos la plataformas Abkatun-B hacia la plataforma permanente del centro de proceso Abkatun-A. Estos planos se localizan en el Anexo A de las Bases de Usuario del proyecto.

**Tabla VIII.1. Relación de Planos.**

### DUCTO SUBMARINO

| No. | No. de Plano y/o Croquis | Descripción   | Rev. |
|-----|--------------------------|---|------|
| 1.  | ABK-1-Q-200              | ALINEAMIENTO DE TUBERÍA SUBMARINA DE 24"Ø DE LA EST. 0+000 A EST. 0+514.116                                 | 1    |
| 2.  | ABK-1-Q-201              | DETALLE CONSTRUCTIVO DE DUCTO ASCENDENTE EN LA PLATAFORMA ABK-B PERFORACIÓN Ø=24" (SALIDA)                  | 0    |
| 3.  | ABK-1-Q-202              | DETALLE CONSTRUCTIVO DE CURVA DE EXPANSIÓN EN LA PLATAFORMA ABK-B PERFORACIÓN Ø=24" (SALIDA)                | 0    |
| 4.  | ABK-1-Q-203              | DETALLE CONSTRUCTIVO DE DUCTO ASCENDENTE EN LA PLATAFORMA DE ABK-A PERMANENTE Ø=24" (LLEGADA)               | 0    |
| 5.  | ABK-1-Q-204              | DETALLE CONSTRUCTIVO DE CURVA DE EXPANSIÓN EN LA PLATAFORMA DE ABK-A PERMANENTE Ø=24" (LLEGADA)             | 0    |
| 6.  | ABK-1-Q-300              | DETALLE DE CRUCES SUBMARINOS CON LÍNEAS 23, 36 Y 40.  | 1    |
| 7.  | PA-ABK-1-A-510           | PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO.ELEVACION +15.850 m. PLATAFORMA DE PRODUCCION ABKATUN-A PERMANENTE. | 0    |
| 8.  | PP-ABK-1-A-510           | PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPO. ELEVACIÓN +15.850 m. PLATAFORMA DE PERFORACIÓN ABK-B.                      | 0    |

### 8.1.2 Fotografías



**Fotografía VIII. 1.** Salida hacia la plataforma permanente de Abkatun-A.



**Fotografía VIII. 2.** Espacio libre donde se propone instalar la trampa de diablos en la plataforma de Abkatun-B.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**Fotografía VIII. 3.** Vista del cabezal de producción de la plataforma satélite Abkatun-B.



**Fotografía VIII. 4.** Plataforma Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**Fotografía VIII. 5.** Pierna donde se conectará el ducto ascendente del oleogasoducto submarino de la Plataforma de Perforación Abkatun-B.



**Fotografía VIII. 6.** Vista Lateral del Espacio donde construirán el Cantiliver para la Trampa de Diablos de la plataforma Abkatun-A Permanente.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**



**Fotografía VIII. 7.** Parte alta de la pierna de llegada del ducto ascendente de Abkatun-B.



**Fotografía VIII. 8.** Interconexión con el ducto submarino de 24" de diámetro.

## 8.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Abk-A.** Centro de Proceso Abkatun-A.

**Abk-B.** Plataforma S atelite Abkatun-B.

**Ambiente.** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y dem as organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

** reas protegidas.**  reas naturales que por sus extraordinarias bellezas o riquezas en flora y fauna autóctona o en razón de un interés científico determinado, deben ser protegidas y conservadas para investigaciones científicas, educación y goce de las presentes y futuras generaciones.

**Aguas superficiales.** Cuerpos de agua (lagos, lagunas, presas y ríos) que existen en la superficie terrestre, producto de la precipitación y el escurrimiento acumulado de manera natural o por la acción humana.

** rea agrícola.** Superficie destinada para cultivo, ya sea temporal o de riego.

**Biotopo.** El lugar físico o medio del ecosistema dónde viven las plantas y animales bajo la influencia de factores físico-químicos.

**Biodiversidad.** La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie y de los ecosistemas.

**Bosques mesófilos de montaña.** Vegetación de transición entre ambientes templados y semicálidos húmedos, que se ubican en barrancas y sitios protegidos, y con altos niveles de precipitación y humedad atmosférica. Se caracterizan por el predominio de epífitas y orquídeas.

**Bosques templados.** Vegetación compuesta principalmente por pinares y encinares en climas templados y semifríos, con la presencia de algunas comunidades como bosques de enebro y abeto, entre otras.

**Categoría urbana.** Rango o clasificación de la población asentada en localidades con 15,000 y más habitantes.

**Clima.** Es el conjunto de fenómenos del viento y la humedad que caracterizan el estado medio de la atmósfera de un lugar de la tierra, en un período de 10 años y lo constituyen, principalmente: la temperatura, el régimen de lluvias, y otros factores como son la dirección y velocidad del viento, la humedad relativa, la insolación, la presión atmosférica y la nubosidad.

**Crecimiento Demográfico.** Aumento, en un período específico, del número de personas que viven en un país o una región.

**Contaminante.** Toda aquélla sustancia en altas concentraciones que se encuentren en estado aeroforme, sean gases, aerosoles (líquidos y sólidos), material sedimentable, humos negros, químicos, nieblas y olores que constituyan sistemas homogéneos u heterogéneos y que tengan



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

como cuerpo receptor a la atmósfera. Generalmente estos se encuentran dentro de dos grandes grupos: los emitidos directamente desde una fuente identificable y aquellos producidos en el aire por interacción de dos o más contaminantes primarios o por reacción con constituyentes normales de la atmósfera.

**Contingencia Ambiental.** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

**Demografía.** Ciencia y práctica que trata de los análisis estadísticos y matemáticos del tamaño, la composición y la distribución espacial de las poblaciones humanas, y de las causas y las consecuencias de los cambios de la fecundidad, la mortalidad, el matrimonio y la migración.

**Densidad de la población.** Indicador de la relación entre el número de habitantes y la superficie ocupada. Se obtiene mediante el número de habitantes por kilómetro cuadrado.

**Dependencia económica.** Relación porcentual entre la población en edad económicamente activa (entre 15 y 64 años) y la de edad inactiva (de 0 a 14 años y de 65 y más años).

**Desarrollo socioeconómico.** Grado o nivel de bienestar de la población, medido a través de indicadores que permiten identificar carencias y factores que limitan el desarrollo de la misma, tales como disponibilidad de servicios, ocupantes y cuartos por vivienda, combustible utilizado, categoría de la población, población ocupada, ingreso.

**Desarrollo Sustentable.** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**Desechos tóxicos y residuos peligrosos:** Son aquellos que, en cualquier estado físico, contienen cantidades significativas de sustancias que presentan o puedan presentar peligro para la vida o salud de los organismos vivos cuando se liberan al medio ambiente, o si se manipulan incorrectamente debido a la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o de cualquier otra característica que representen un peligro para la salud humana, la calidad de la vida, los recursos naturales o el equilibrio ecológico.

**Deterioro.** Propiedad inherente a la afectación de un recurso natural, producto de la acción humana.

**Ecosistema.** Es la interacción del sistema de una comunidad biológica y su ambiente que lo rodea.

**Educación Ambiental:** Proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo.

**Emisión.** Introducción al ambiente urbano de un contaminante. Descarga de sustancias a la atmósfera como consecuencia de procesos físicos, químicos o biológicos.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Erosión del suelo.** El grado de desgaste natural o la pérdida paulatina de los horizontes del suelo. Puede ser causada por agentes hídricos, eólicos, kársticos, marinos y glaciales; aunque las actividades humanas aceleran los procesos de erosión con efectos ambientales más graves que los que ocurren de manera natural. Se utiliza el término *erosión severa* como equivalente de erosión drástica o grave.

**Especialización ocupacional o económica.** Indicador del grado de concentración de las actividades económicas en determinada unidad espacial. Se obtiene mediante la comparación del valor agregado generado por cada sector de actividad dentro de cada municipio y el valor agregado alcanzado por los mismos sectores en el ámbito nacional (especialización económica). Para determinar la especialización ocupacional se sustituye el valor agregado por la población ocupada.

**Especies maderables.** Especies forestales de constitución leñosa, que tienen la aptitud para ser utilizadas para la producción de madera. Entre ellas destacan el pino, el encino, el oyamel y las especies preciosas.

**Estabilidad ambiental.** Condición de equilibrio dinámico entre el estado del medio natural y la presión ejercida por la población a través de sus procesos demográficos y productivos. Este planteamiento tiene como criterio básico la capacidad de mantenimiento de los recursos naturales actuales a largo plazo para la satisfacción de las necesidades de la población.

**Estratigrafía.** Parte de la geología que estudia la disposición de las rocas sedimentarias, lo que permite reconstruir la historia de la tierra y los acontecimientos tectónicos.

**Explotación de recursos naturales.** Grado de extracción o rentabilidad de los recursos para obtener una utilidad. Desde el punto de vista ambiental, esta acción da lugar a desequilibrios ecológicos.

**Fauna silvestre.** Está constituida por aquellos animales que viven libremente, en ambientes naturales o artificiales sin depender del hombre para alimentarse o reproducirse.

**Fisiografía.** Descripción de los rasgos y procesos físicos de la superficie terrestre.

**Flora silvestre.** Conjunto de especies o individuos vegetales que no se han plantado o mejorado por el hombre.

**Ganadería extensiva.** Sistema de cría, en particular de ganado bovino, caracterizado por ocupar grandes extensiones de terreno y con poco uso de tecnología.

**Ganadería intensiva.** Sistema de cría de especies animales bajo régimen estabulado y, en general, con alto uso de tecnología y equipo que permite mejorar las especies y maximizar los productos derivados.

**Geología.** Ciencia que estudia la formación del globo terrestre, la naturaleza de sus elementos constitutivos, los cambios que éstos han sufrido y su situación o estado actual.

**Geomorfología.** Rama de la geografía que estudia el origen, las formas y los procesos del relieve.

**Gestión ambiental.** Conjunto de acciones que buscan orientar y alentar cambios en las actividades sociales y económicas de los individuos en su condición tanto de productores como de

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

consumidores, a partir del principio de la sustentabilidad. La gestión ambiental significa encauzar y poner en marcha toda una gama de decisiones, recursos y acciones (gubernamentales, privadas y sociales) encaminadas a la protección, el cuidado y la restauración del medio ambiente.

**Halófilas.** Se dice de las plantas y bacterias que crecen exclusivamente en medio acuáticos o terrestres con un elevado contenido salino.

**Hidrografía.** Parte de la geografía que trata del conocimiento y descripción de las aguas que existen sobre la superficie de la tierra.

**Humedad relativa.** Es el cociente entre la razón de mezcla y la razón de mezcla de saturación en las condiciones presentes de presión y temperatura.

**Huracán.** Es el nombre de un ciclón tropical con vientos sostenidos de 65 nudos (117 km/h) o más que se desarrolla en el Atlántico Norte, Mar Caribe, Golfo de México y al este del Pacífico Norte. Este mismo fenómeno es conocido como tifón en el Pacífico Occidental y como ciclón en el Océano Índico.

**Infraestructura.** Conjunto de bienes duraderos o maquinaria utilizada en los procesos productivos de los diversos sectores de la actividad económica. En este caso es sinónimo de tecnología productiva.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Insumos.** Materias primas, bienes y servicios utilizados en el proceso de producción o en la prestación de servicios, según la actividad que se trate.

**Manifestación del impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

**Material genético.** Todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que contenga unidades funcionales de herencia.

**Material peligroso.** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

**Matorrales de zonas áridas.** Todos los matorrales xerófilos, propios de climas semiáridos y áridos; incluye comunidades como nopaleras, cardonales, izotales, magueyales, arbustos de hojas pequeñas.

**Medio biótico.** Es la unión natural de plantas y animales que viven en el mismo ambiente y son interdependientes.

**Migración.** Desplazamientos de personas o poblaciones de su lugar de origen.

**Mortalidad.** Número de muertes en una población; incluye la mortalidad en general y las comparaciones de varios tipos de mortalidad.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Mezquital.** Árbol de la familia de la leguminosas, espinosos, de hojas compuestas, flores amarillentas axilares y fruto en legumbre. Crece en América y produce una goma parecida a la arábica.

**Ordenamiento ecológico.** El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

**Orografía.** Parte de la geografía física que estudia el relieve de una región y su representación cartográfica.

**Pastizales inducidos y cultivados.** Comunidades compuestas esencialmente por gramíneas. Los pastos inducidos surgen al eliminarse la vegetación original como consecuencia de desmontes, áreas agrícolas abandonadas, incendios. El pastizal cultivado es un pasto que se introduce intencionalmente con fines ganaderos.

**Personal ocupado promedio.** Personas que estaban trabajando en las unidades económicas en la(s) fecha(s) en que se realizó la investigación, cubriendo como mínimo una tercera parte de la jornada laboral o 15 horas semanales, ya fuera de planta, o de modo temporal o eventual.

**Población.** Habitantes de una región dada; también se refiere al tamaño, la estructura y el desarrollo de las poblaciones humanas.

**Población ocupada.** Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1991), el total de personas de 12 años y más que realizan cualquier actividad económica a cambio de un sueldo, salario u otro tipo de pago en dinero o especie.

**Política ambiental.** Instrumento de gestión pública destinado a regular y aplicar medidas explícitamente dirigidas a la protección y conservación del medio ambiente. Entre los principales instrumentos destacan las normas oficiales mexicanas (NOM) de aplicación obligatoria, la evaluación del impacto ambiental y el ordenamiento del territorio (de carácter preventivo esencialmente) y los sistemas de permisos, autorizaciones y licencias para la instalación industrial, con fines de reducir la emisión de contaminantes al agua, aire y suelo.

**Presión de la población.** Influencia que ejerce la población sobre el medio natural, tanto por las características de la población como por la forma o los medios de los que se vale para modificar al medio (actividad económica).

**Precipitación.** Cualquier y todas las formas del agua, en estado líquido o sólido, que cae de las nubes hasta llegar a la tierra. Esto incluye la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve. La cantidad de precipitación se expresa generalmente en mm midiendo la profundidad del agua en estado líquido en la sustancia que ha caído en un punto determinado durante un período específico de tiempo.

**Preservación.** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat naturales.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Prevención.** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

**Protección.** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

**Producción bruta total.** Valor de los bienes y servicios producidos por las unidades económicas durante 1993 como resultado del ejercicio de sus actividades. Comprende los conceptos: valor de la producción industrial, activos fijos producidos para uso propio, ingresos por alquileres, ingresos por cargo para mantenimiento de redes y líneas e ingresos por servicios de maquila. A esta variable se le llama *valor de la producción* en las actividades secundarias y terciarias.

**Recursos biológicos.** Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano.

**Recursos genéticos.** El material genético de valor real o potencial.

**Recursos naturales.** Conjunto de elementos ecológicos (suelo, agua, flora, fauna y aire) que conforman un ecosistema determinado. Surgen de la concatenación de procesos de distinto origen: tectónico-volcánico, influencia de agentes externos como la erosión, tendencias evolutivas físicas y biológicas, y la influencia de la dinámica astronómica (insolación, radiación solar, rotación y traslación), y que provocan una diferenciación geológica, geomorfológica, hidrológica, edafológica, vegetal y animal.

**Región ecológica.** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

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

**Restauración.** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales; Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida.

**Sísmicidad.** Estudio de la intensidad y frecuencia de los sismos en la superficie terrestre.

**Subsistema natural.** Conjunto de los elementos y procesos ecológicos que conforman un ecosistema determinado. Surge a partir de la concatenación de procesos de distinto origen que provocan una diferenciación geológica, geomorfológica, hidrológica, edafológica, vegetal y animal, donde cada uno de estos componentes cuenta con elementos distintivos y una dinámica propia. El subsistema natural se vincula con un sistema globalizador, que pudiera llamarse *ecosistema o paisaje natural*.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. MODALIDAD PARTICULAR.**

**Subsistema productivo.** Parte del estudio de ordenamiento ecológico que aborda los aspectos relacionados con el proceso de producción de los sectores de actividad económica, ya sean primarios, secundarios o terciarios. Por ejemplo, infraestructura e insumos utilizados, producción y valor de la producción obtenida, distribución espacial, entre otros.

**Superficie agrícola.** Superficie destinada para el cultivo, se realice o no la siembra o plantación en el año agrícola de referencia. Asimismo, las tierras que no fueron sembradas por causas ajenas al productor (sequías, falta de crédito u otros apoyos).

**Sustentabilidad.** Condición de aprovechamiento de un recurso que permite su explotación actual con base en la contención del deterioro del medio ambiente y con acciones de conservación encaminadas a contribuir al desarrollo social, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

**Tasa de crecimiento.** Indicador que muestra el ritmo de crecimiento o de crecimiento promedio anual de la población por municipio durante un periodo de tiempo determinado.

**Tectónica.** Parte de la Geología que se ocupa de la estructura de la corteza terrestre, en especial de las líneas de perturbación, plegamientos y de los movimientos que son causa del relieve superficial de la corteza (epirogénesis, orogénesis, sismos tectogénesis).

**Temperatura.** Medida del movimiento molecular o el grado de calor de una sustancia. Se mide usando una escala arbitraria a partir del cero absoluto, donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Es también el grado de calor y de frío.

**Tipificación de las actividades productivas.** Indicador que resume la forma en que se llevan a cabo las actividades económicas a partir del nivel de uso de infraestructura e insumos.

**Urbanización.** Aumento de la proporción de personas que viven en las zonas urbanas; proceso por el cual una sociedad cambia su forma de vida de rural a urbana.

**Uso del suelo.** Utilización o empleo que se le da al territorio desde el punto de vista de la explotación y el aprovechamiento, ya sea para fines de habitación, económicos o de conservación.

**Viento.** Es movimiento del aire que fluye respecto de la superficie de la tierra, generalmente se usa para referirse a su movimiento horizontal. Hay cuatro aspectos del viento que se miden: dirección, velocidad, tipo (ráfagas y rachas) y cambios. Los cambios superficiales se miden con veletas y anemómetros mientras que los de gran altitud se detectan con globos piloto, o radiosondeos.

**Vientos dominantes del este.** El patrón de vientos dominantes del este en regiones de altas latitud causado por la circulación general del aire alrededor de la tierra. También llamado vientos predominantes del este.

**Vocación natural.** Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos.

# ANEXO “A”

## ANÁLISIS DE RIESGO

## ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

### I Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto.

#### Antecedentes.

El objetivo del proyecto es disponer con la infraestructura necesaria para enviar la producción de Abkatun-B hacia la plataforma permanente del centro de proceso Abkatun-A, lo que permitirá ajustar los parámetros de operación de la batería del centro de proceso Abkatun-D a los requerimientos de las corrientes de hidrocarburos del proyecto Crudo Ligero Marino, así como restituir la flexibilidad operativa de manejo de gas entre los centros de proceso Abkatun-A y Abkatun-D. Para ello es necesario la construcción de un oleogasoducto de 24" Ø x 514.116 m cuyo origen se encuentra en la plataforma satélite Abkatun-B, con destino en la plataforma Abkatun-A Permanente del Centro de Proceso Abkatun-A. En la **Figura II.1** del Manifiesto se presenta la trayectoria del oleogasoducto.

Para la identificación de los peligros inherentes al diseño y operación del oleogasoducto de 24"; se utilizaron dos técnicas de identificación: el HAZOP (análisis de peligro y operabilidad) y la aplicación de listas de verificación tomadas de las Safety Analysis Checklist (SAC) de la práctica recomendada **API-RP-14C. Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms**. El HAZOP se utilizó además para la jerarquización del riesgo mediante la ponderación de frecuencias de los eventos no deseados y de las consecuencias de los mismos en función a lo estipulado en el **Procedimiento para Análisis de Riesgos en los Procesos (270-22100-SI-212-0005) de GSIPA Subdirección Región Marina Suroeste**.

En función a los resultados obtenidos mediante la jerarquización de los riesgos a través del HAZOP, se seleccionaron los escenarios que por su magnitud de riesgo (frecuencia x consecuencia) estuvieran clasificados dentro de un riesgo intermedio o inaceptable, para



## **ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**

realizar las simulaciones y calcular los efectos por toxicidad, fuego y/o explosión, de la nube formada por el material emitido a la atmósfera. Las simulaciones se realizaron mediante el software PHAST ver. 6.4 licenciado al Instituto Mexicano del Petróleo por Det Norske Veritas (DNV)

A su vez, con el apoyo de PEMEX, se realizó la simulación de la dispersión del petróleo en caso de una fuga en la línea submarina, mediante el software Oil Map, versión 4.6. La simulación se realizó para las tres temporadas climática en el transcurso del año predominantes en el área del proyecto: lluvias, secas y nortes.

### **Identificación de peligros y jerarquización de riesgos.**

#### **Listas de verificación.**

La técnica de identificación de peligros denominada lista de verificación se utilizó como complemento en el análisis cualitativo de los peligros del diseño y operación del Oleogasoducto. De la aplicación de las listas de verificación se determinó que el Oleogasoducto de 24" contempla los dispositivos de seguridad mínimos necesarios para una operación segura del mismo, como son: Válvula de corte (SDV-1105) actuada por el sensor por alta presión PSH-1105 ó el sensor por baja presión PSL-1105 instalada en la salida del Ducto de la plataforma de perforación Abkatun-B; válvula de corte (SDV-3101) actuada por el sensor por alta presión PSH-3101 ó el sensor por baja presión PSL-3101, instalada en la llegada del ducto en Abkatun-A.

#### **Estudio de Peligro y Operabilidad.**

Como técnica principal para la identificación de peligros se utilizó el HAZOP. Se analizaron cinco nodos cuya descripción se presenta en la Tabla 1, en la cual también se presentan las desviaciones analizadas por cada nodo. En la Tabla 2, se presentan el número de desviaciones por cada nivel de riesgo para los tipos de consecuencia. En esta tabla, se

### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

puede observar que la afectación es al personal y al medio ambiente. Las sesiones multidisciplinarias se realizaron en el Centro de Proceso Abkatun-A contándose con la participación de personal operativo, que incluyeron las especialidades de operación, seguridad, mantenimiento (instrumentos) y el Superintendente de la instalación. Como referencia de la ingeniería, se utilizaron los DTI's, PLG's, especificaciones de equipos y tubería, y demás información desarrollada en el diseño del Oleogasoducto por parte del IMP.

**Tabla 1.** Relación de los nodos y desviaciones analizadas.

| Nodo |   | Desviaciones              |
|------|---|---------------------------|
| 1    | Oleogasoducto de 24" Ø X 0.5 km de la plataforma Abkatun-B Perforación a la plataforma Abkatun-A Permanente, desde interconexiones hasta SDV-1105 en ducto de llegada en Abkatun-A            | 1.1 Mayor presión         |
|      |   | 1.2 Menor presión         |
|      |   | 1.3 Mayor flujo (1)       |
|      |   | 1.4 Menor flujo (1)       |
|      |   | 1.5 No flujo (1)          |
|      |   | 1.6 Flujo inverso         |
|      |   | 1.7 Fuga/ruptura          |
|      |   | 1.8 Mayor Temperatura (2) |
|      |   | 1.9 Menor Temperatura (2) |
|      |   | 1.10 Alto nivel (2)       |
|      |   | 1.11 Bajo nivel (2)       |
| 2    | Oleogasoducto de 24" Ø X 0.5 Km de la plataforma Abkatun-B Perforación a la plataforma Abkatun-A Permanente, desde SDV-3101 hasta interconexiones con cabezal de producción/cabezal de prueba | 2.1 Mayor Presión         |
|      |   | 2.2 Menor Presión         |
|      |   | 2.3 Mayor Flujo (2)       |
|      |   | 2.4 Menor flujo (2)       |
|      |   | 2.5 No flujo (2)          |
|      |   | 2.6 Flujo inverso (2)     |
|      |   | 2.7 Fuga/ruptura (1)      |
|      |   | 2.8 Mayor Temperatura (2) |
|      |   | 2.9 Menor Temperatura (2) |
|      |   | 2.10 Alto nivel (2)       |
|      |   | 2.11 Bajo nivel (2)       |

**Notas:** (1) No existen consecuencias de interés.  
(2) No es posible esta desviación.

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**

**Tabla 1.**(Continuación) Relación de los nodos y desviaciones analizadas.

| NODO |                           | DESVIACIONES              |
|------|---------------------------|---------------------------|
| 3    | Trampa de diablos HR-1102 | 3.1 Mayor presión         |
|      |                           | 3.2 Menor presión         |
|      |                           | 3.3 Mayor flujo (1)       |
|      |                           | 3.4 Menor flujo (1)       |
|      |                           | 3.5 No flujo (1)          |
|      |                           | 3.6 Flujo inverso         |
|      |                           | 3.7 Fuga/ruptura          |
|      |                           | 3.8 Mayor Temperatura (2) |
|      |                           | 3.9 Menor Temperatura (2) |
|      |                           | 3.10 Alto nivel (2)       |
|      |                           | 3.11 Bajo nivel (2)       |
| 4    | Trampa de diablos HR-3105 | 4.1 Mayor Presión         |
|      |                           | 4.2 Menor Presión         |
|      |                           | 4.3 Mayor Flujo (2)       |
|      |                           | 4.4 Menor flujo (2)       |
|      |                           | 4.5 No flujo (2)          |
|      |                           | 4.6 Flujo inverso (2)     |
|      |                           | 4.7 Fuga/ruptura (1)      |
|      |                           | 4.8 Mayor Temperatura (2) |
|      |                           | 4.9 Menor Temperatura (2) |
|      |                           | 4.10 Alto nivel (2)       |
|      |                           | 4.11 Bajo nivel (2)       |

## ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

**Tabla 1.**(Continuación) Relación de los nodos y desviaciones analizadas.

| NODO |   | DESVIACIONES              |
|------|---|---------------------------|
| 5    | Cabezal de descarga de pozos de Abkatun-B Perforación | 5.1 Mayor presión         |
|      |   | 5.2 Menor presión         |
|      |   | 5.3 Mayor flujo (1)       |
|      |   | 5.4 Menor flujo (1)       |
|      |   | 5.5 No flujo (1)          |
|      |   | 5.6 Flujo inverso         |
|      |   | 5.7 Fuga/ruptura          |
|      |   | 5.8 Mayor Temperatura (2) |
|      |   | 5.9 Menor Temperatura (2) |
|      |   | 5.10 Alto nivel (2)       |
|      |   | 5.11 Bajo nivel (2)       |

**Notas:** (1) No existen consecuencias de interés.  
(2) No es posible esta desviación.

Las ponderaciones de frecuencias y consecuencias se realizaron tomando en cuenta a la clasificación propuesta en el **Procedimiento para Análisis de Riesgos en los Procesos (270-22100-SI-212-0005) de GSIPA Subdirección Región Marina Suroeste**, las cuales se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 2.** Ponderación de la frecuencia.

| Categoría de frecuencia | Tiempo promedio entre sucesos (años) | Frecuencia (por año) | Comentario  |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------------|---|
| 5                       | < 1                                  | > 1.0                | Se espera que ocurra varias veces en 1 año.   |
| 4                       | 1 – 10                               | 0.1 – 1.0            | Se espera que ocurra algunas veces en 10 años.  |
| 3                       | 10 – 100                             | 0.01 – 0.1           | Se espera que ocurra no más de una vez en 10 años (más del 50% de probabilidad de que ocurra al menos una vez). |
| 2                       | 100 – 1,000                          | 0.001 – 0.01         | No se espera (menos del 10% de probabilidad de que ocurra en 10 años).  |
| 1                       | >1,000                               | < 0.001              | No es probable (menos del 10% de probabilidad de que ocurra en 100 años).                                       |

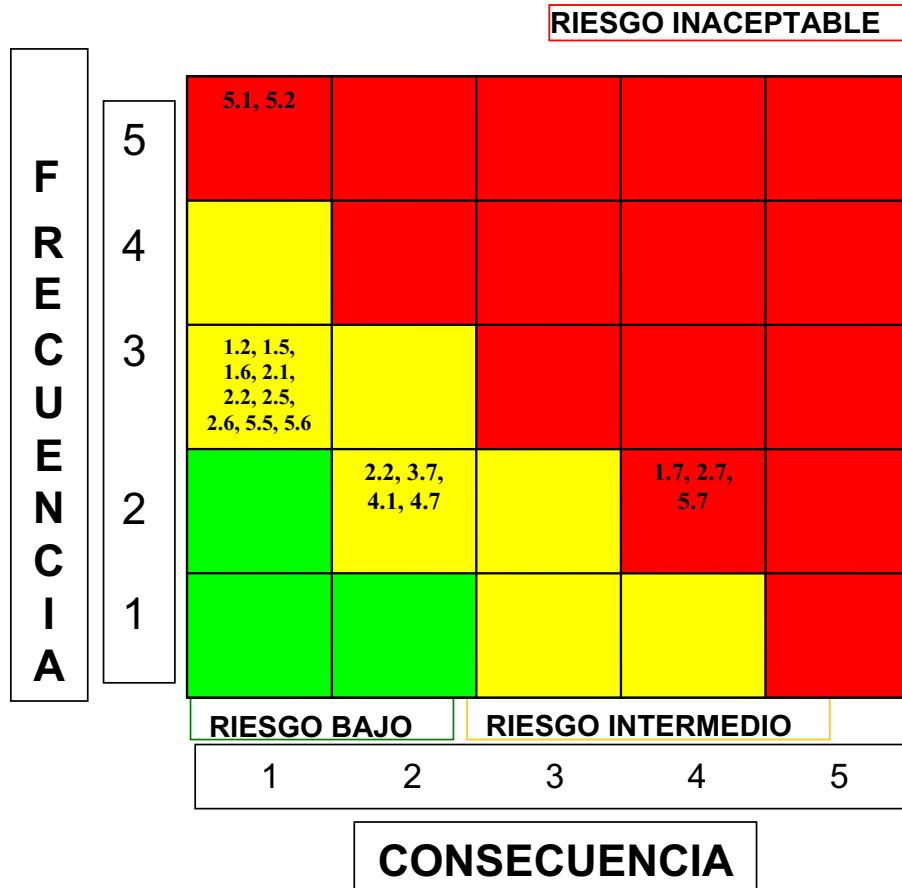
### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

**Tabla 3.** Ponderación de la consecuencia.

| Categoría | Daños al personal   | Efecto en la población  | Impacto ambiental  | Pérdida de producción [USD] | Daños a la instalación [USD] |
|-----------|---|---|--|-----------------------------|------------------------------|
| 5         | Heridas o daños físicos que pueden resultar en fatalidades    | Heridas o daños físicos que pueden resultar en fatalidades                            | Derrame externo que no se puede controlar en unos pocos días | Mayor de 50 MM              | Mayor de 50 MM               |
| 4         | Heridas o daños físicos que generan suspensión laboral        | Heridas y daños personales que se reportan  | Derrame externo que se pueda controlar en unos pocos días    | De 5 MM a 50 MM             | De 5 MM a 50 MM              |
| 3         | Heridas o daños físicos reportables                           | Heridas y daños personales que se atienden con primeros auxilios                      | Fuga o derrame externo que se pueda controlar en un día      | De 500 mil a 5 MM           | De 500 mil a 5 MM            |
| 2         | Heridas o daños físicos que se atienden con primeros auxilios | Heridas o daños personales improbables  | Derrame externo controlable en algunas horas                 | De 50 mil a 500 mil         | De 50 mil a 500 mil          |
| 1         | No se esperan heridas o daños físicos                         | No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles | No hay derrame externo                                       | Hasta 50 mil                | Hasta 50 mil                 |

En la matriz de riesgo se presenta la magnitud de riesgo de cada una de las desviaciones analizadas en las sesiones HAZOP, en dicha matriz, se colocan las desviaciones en el cuadro en función a la frecuencia y consecuencia propuesta para dicha desviación por el grupo multidisciplinario.

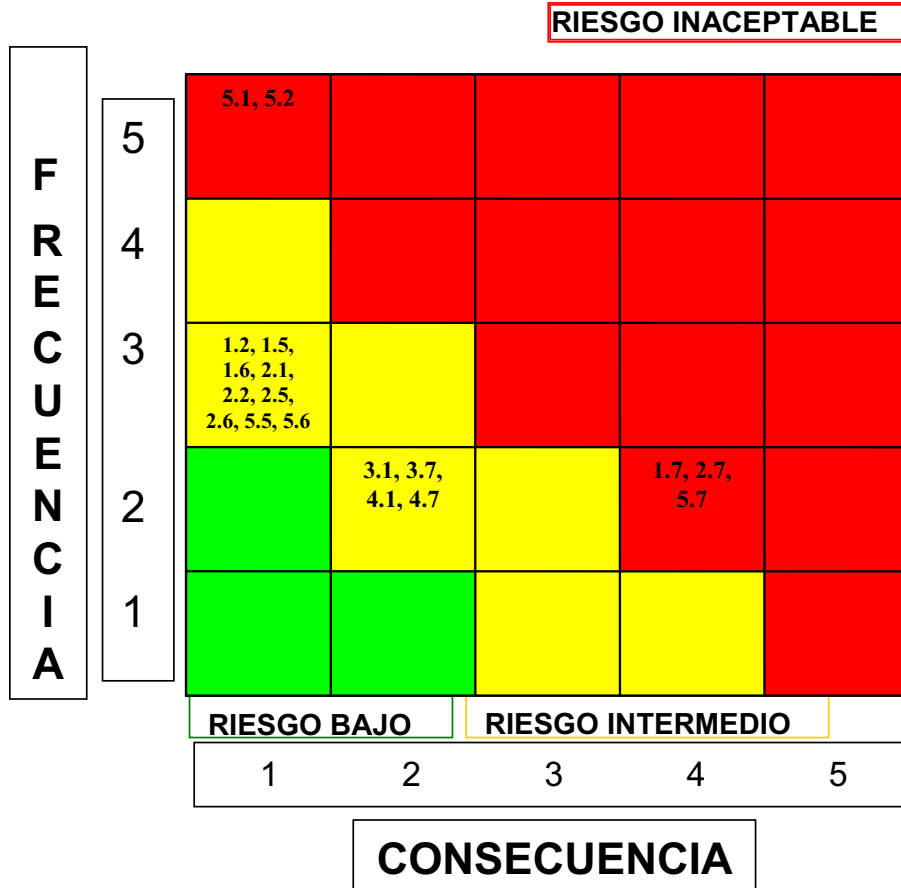
**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**



**Figura 2.** Matriz de Riesgo por Daños al Personal.

- Riesgo Inaceptable
- Región Intermedio
- Riesgo Bajo

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**

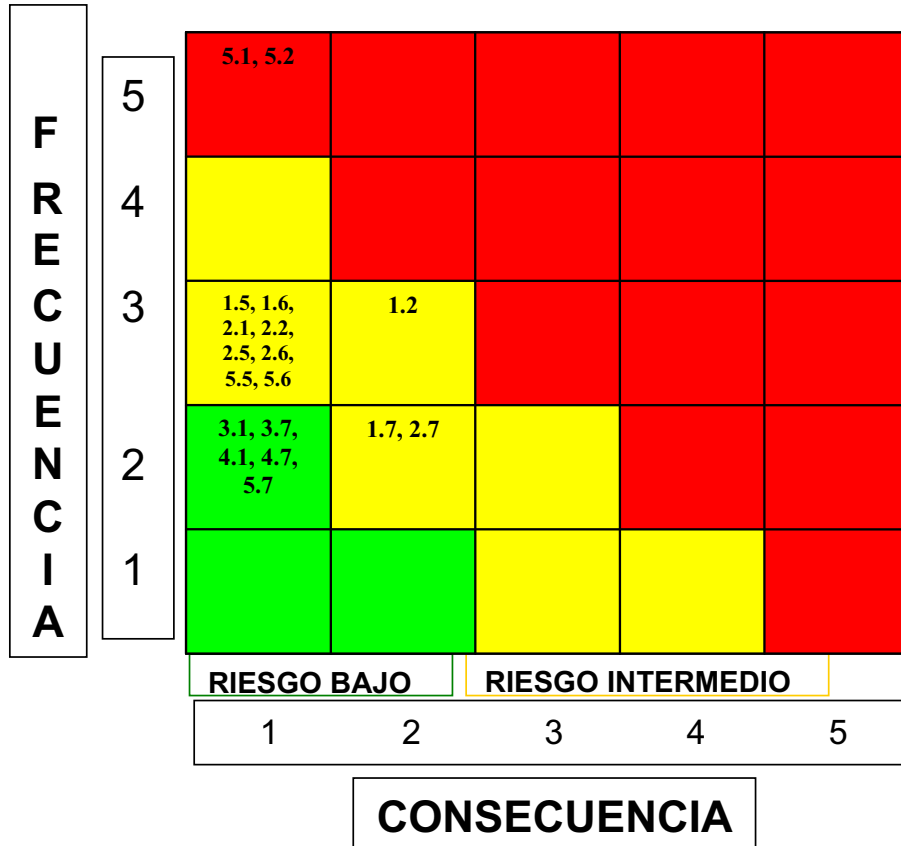


**Figura 3.** Matriz de Riesgo por Daños al Ambiente.

- Riesgo Inaceptable
- Región Intermedio
- Riesgo Bajo

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**

**RIESGO INACEPTABLE**

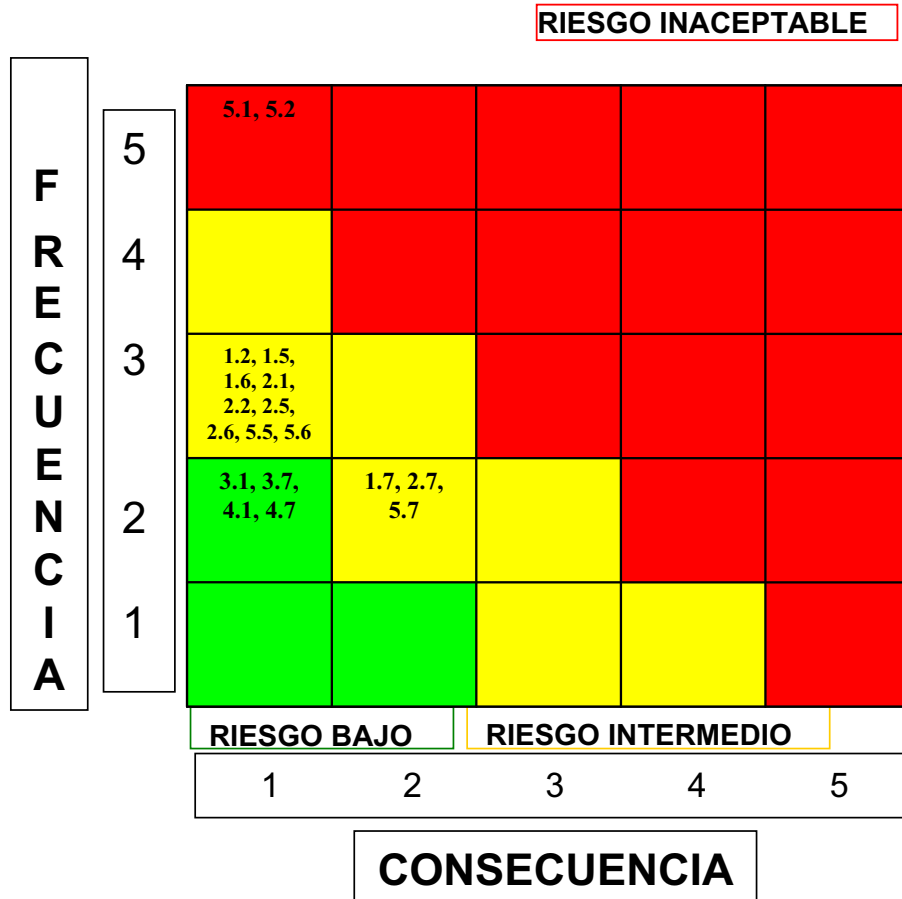


**Figura 4.** Matriz de Riesgo por Pérdida de Producción.

- Riesgo Inaceptable
- Región Intermedio
- Riesgo Bajo



**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**



**Figura 5.** Matriz de Riesgo por Daños a la Instalación.

- Riesgo Inaceptable
- Región Intermedio
- Riesgo Bajo

## ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

**Tabla 4.** Distribución de la magnitud del riesgo por desviación y consecuencia.

| Consecuencia           | Riesgo             |                   |             |
|------------------------|--------------------|-------------------|-------------|
|                        | Riesgo Inaceptable | Riesgo Intermedio | Riesgo Bajo |
| Daños al Personal      | 5                  | 13                | 0           |
| Daños al ambiente      | 5                  | 13                | 0           |
| Pérdida de Producción  | 2                  | 11                | 5           |
| Daños a la Instalación | 2                  | 4                 | 12          |

Las desviaciones ponderadas con una magnitud de riesgos inaceptables son las desviaciones de fuga/ruptura para cada uno de los nodos analizados, que aunque de baja frecuencia son de alta consecuencia. Dentro de las causas probables planteadas para un evento de fuga/ruptura están: Golpe externo por maniobras en cubierta, corrosión, defectos no detectables en el material de construcción, golpe ocasionado por falla en arribo de embarcaciones, garreo de ancla que contacte al ducto, condiciones climatológicas adversas.

Independientemente que el ducto se encuentra protegido mediante válvulas de corte que minimizan la cantidad de material a liberarse al medio ambiente, el centro de proceso cuenta con un sistema de permisos de trabajo y procedimientos de maniobra que disminuyen la posibilidad de un golpe. Con respecto a la corrosión, el Oleogasoducto esta diseñado contemplando la tasa esperada de disminución de espesor por corrosión externa y con el material adecuado a los componentes con características corrosivas. Con respecto al posible golpe ocasionado por falla en arribo de embarcaciones o por garreo de ancla, PEMEX exige a las compañías contratistas que las embarcaciones de apoyo para construcción, cuenten con un sistema de posicionamiento dinámico que evita el uso de anclas y que permite un arribo preciso a las instalaciones.

Como medidas preventivas generadas como resultado del análisis de peligro y operabilidad, podemos destacar las siguientes:

## ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

- Cumplir adecuadamente con el procedimiento de aseguramiento de calidad durante la fabricación y construcción.
- Cumplir adecuadamente con el programa de mantenimiento anticorrosivo al Oleogasoducto.
- Cumplir adecuadamente con el programa de mantenimiento a las válvulas de corte y a la instrumentación asociada a cada una de ellas.
- Mantener actualizado el plan de respuesta de Emergencia.

### **Estimación de consecuencias por emisión de material a la atmósfera.**

Como se menciona anteriormente, una fuga solo es posible por un golpe externo o por corrosión severa en el oleogasoducto. Debido a la relativa corta distancia entre Abkatun-B Perforación y Abkatun-A Permanente, las condiciones de operación (presión y temperatura) son prácticamente las mismas, siendo por tanto las consecuencias de magnitudes similares, diferenciando en que la plataforma Abkatun-B Perforación es no habitada por lo tanto no se encuentra personal laborando en la misma. Por lo anterior y para ejemplificar los efectos, se presentan éstos para diferentes diámetros de orificio en caso de fuga en la Plataforma Abkatun-A Permanente. Cabe resaltar que a mayor diámetro de fuga, menor la posibilidad de que se presente y viceversa.

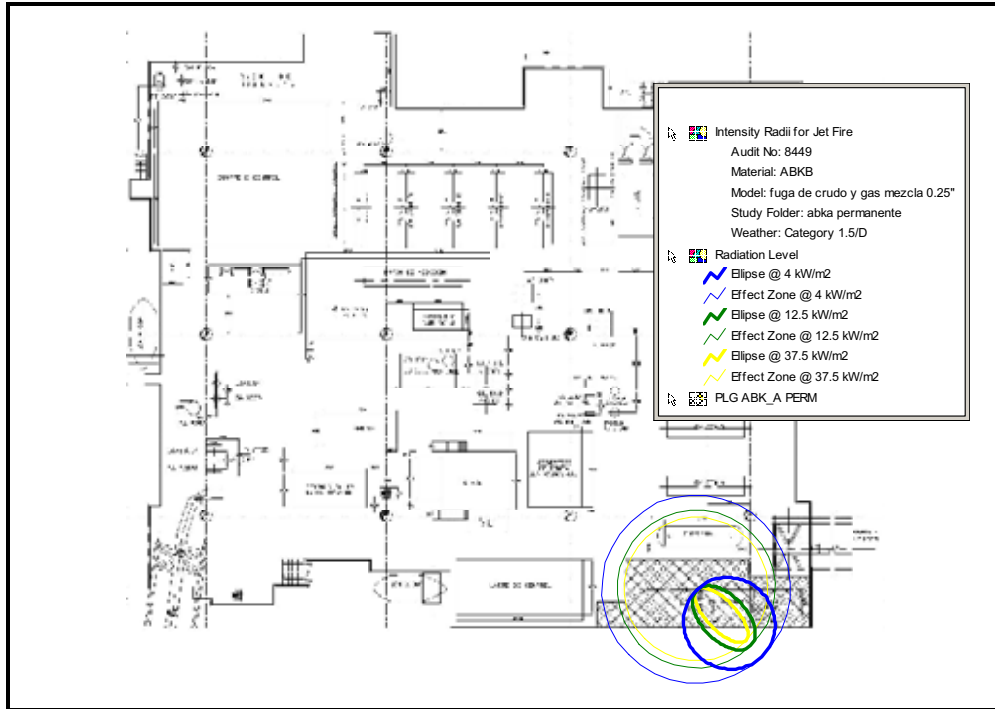
### **Caso 1. Fuga con un diámetro equivalente de ¼".**

En caso de que se presente un escenario de este tipo, se emitirán 0.077 kg/s de vapores de mezcla, con lo cual se formara una nube con característica flamable hasta un radio de 2.5 metros en dirección del viento al momento del incidente.

Si la nube encuentra una fuente de ignición, se provocará fuego, alcanzándose los siguientes niveles de radiación térmica dependiendo de la distancia desde el punto de fuga:

### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

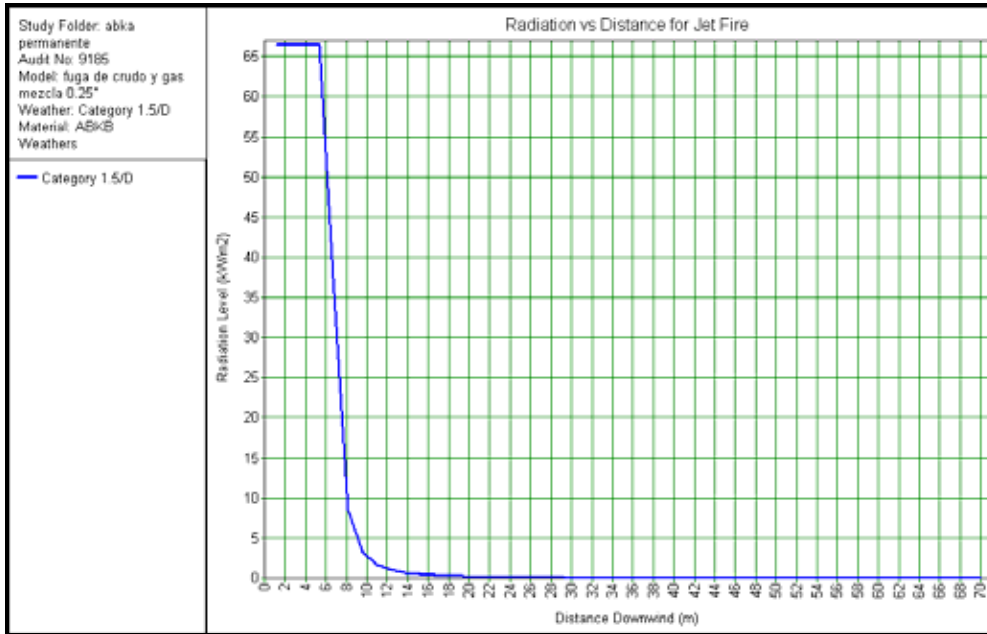
se tiene una radiación térmica de 4 Kw/m<sup>2</sup> hasta un radio de 9.2 m, 12.5 Kw/m<sup>2</sup> dentro de un radio de 7.7 m y 37.5 Kw/m<sup>2</sup> en un radio de 7 m; ver Figura 6.



**Figura 6.** Zonas de afectación por radiación térmica en caso de Jet FIRE caso 1.

En la Figura 7 se muestra el comportamiento del nivel de radiación térmica con respecto a la distancia desde el punto de fuga y en dirección del viento al momento del incidente. Se puede observar que personal cercano al punto de fuga (7 m) pudiera estar sujeto a niveles de radiación fatales, si no se pone a resguardo antes de la ignición de la nube formada. Aunque se pueden alcanzar altos niveles de radiación térmica, estos se presentarían en un área cercana al punto de incidente, siempre y cuando exista una fuente de ignición y como protección inmediata se encuentra el sistema de detección de gas y fuego que activaría la alarma y a su vez al sistema de agua contraincendio.

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**

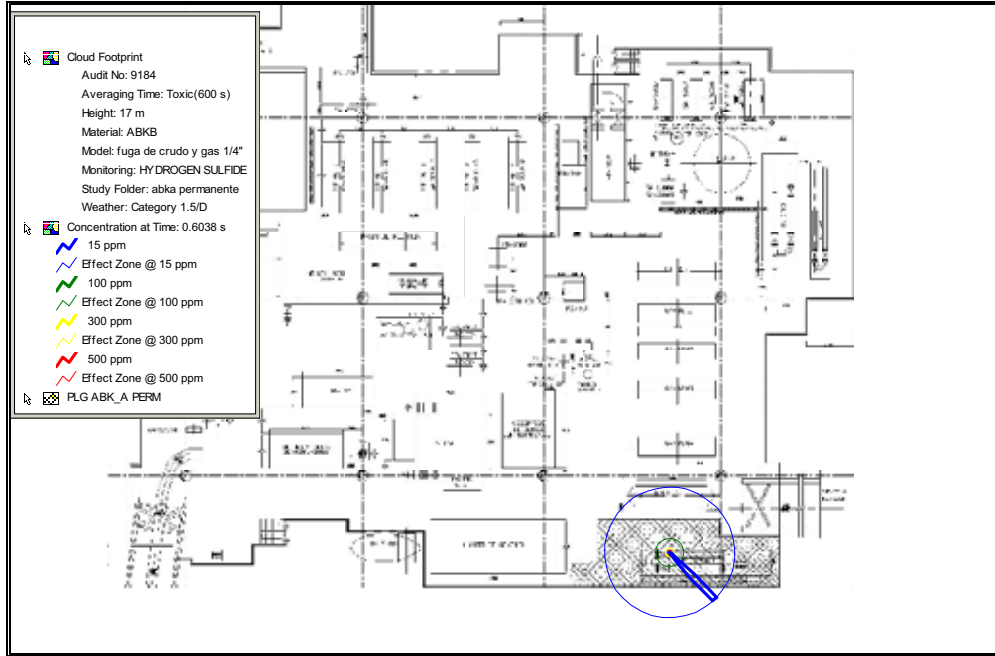


**Figura 7.** Niveles de radiación térmica vs distancia en dirección del viento en caso de Jet FIRE, caso 1.

Bajo este escenario de fuga, no es posible que se presente una explosión debido a que no se genera una nube con la masa necesaria.

Dentro de los componentes de la mezcla se encuentra el H<sub>2</sub>S que presenta características tóxicas. El comportamiento, en función a su concentración, de este gas en caso de un incidente del tipo analizado será similar al presentado en la Figura 8. Como se puede observar en ésta figura, la zona de peligro es en la cercanía al punto de fuga (marcado con el círculo con línea verde). Se tendrían concentraciones entre 15 ppm y 100 ppm entre la zona marcada con círculo de línea azul y la zona marcada con círculo de línea verde.

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**



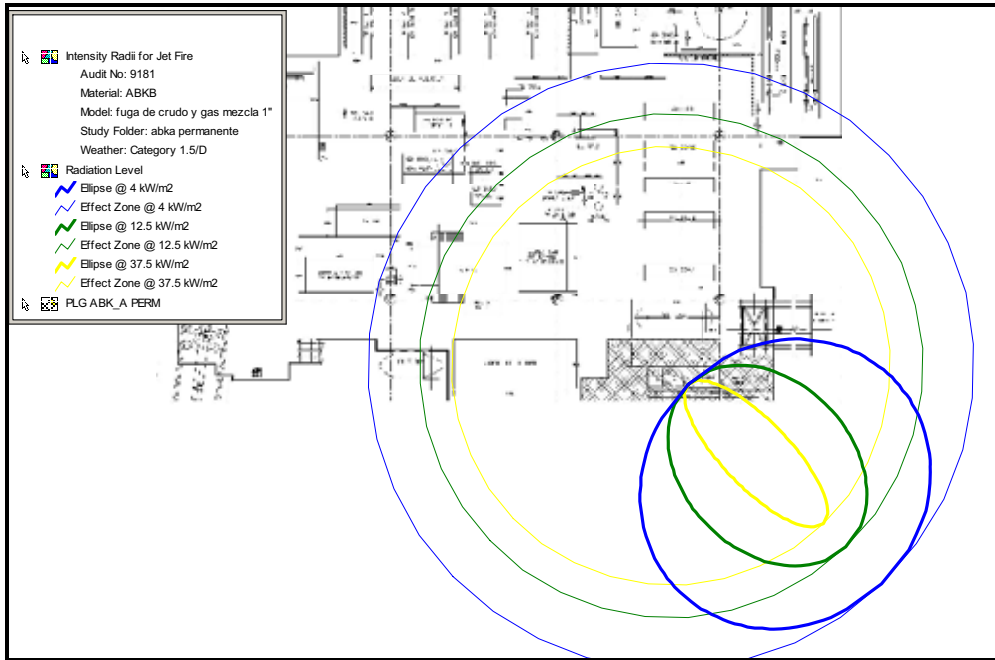
**Figura 8.** Zonas y radios de afectación para diferentes concentraciones de interés de H<sub>2</sub>S caso 1.

**Caso 2. Fuga con un diámetro equivalente de 1”.**

En caso de que se presente este escenario se emitirán 1.24 kg/s de vapores de mezcla, con lo cual se formara una nube con característica flamable hasta un radio de 17.7 metros en dirección del viento al momento del incidente.

Si la nube encuentra una fuente de ignición, se provocará fuego, alcanzándose los siguientes niveles de radiación térmica dependiendo de la distancia desde el punto de fuga, se tiene una radiación térmica de 4 Kw/m<sup>2</sup> hasta un radio de 32.8 m, 12.5 Kw/m<sup>2</sup> hasta un radio de 27.2 m y 37.5 Kw/m<sup>2</sup> hasta un radio de 23.7 m; ver Figura 9.

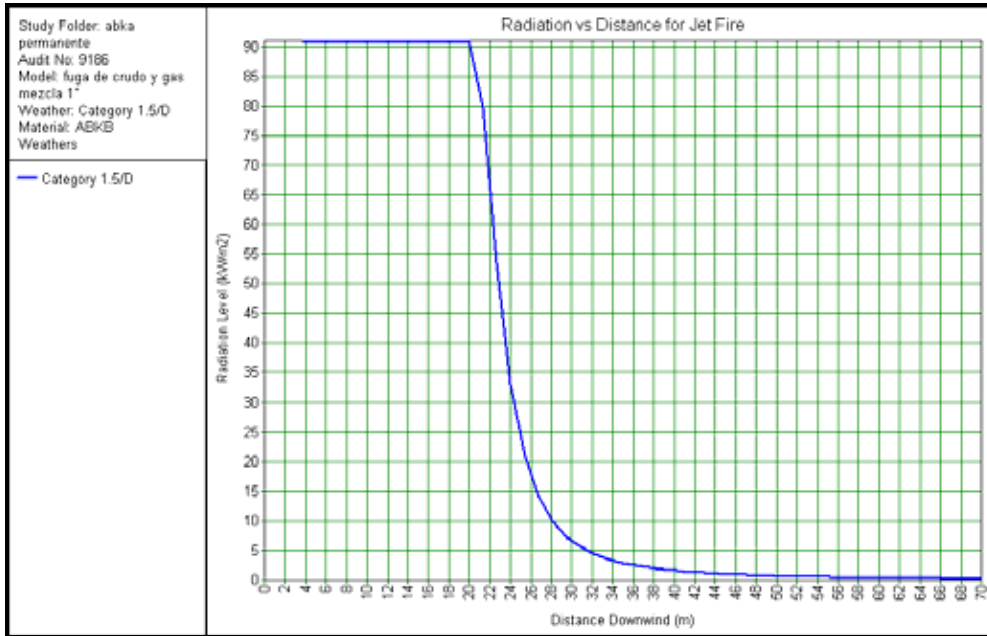
### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)



**Figura 9.** Zonas de afectación por radiación térmica en caso de Jet FIRE, caso 2.

En la Figura 10 se muestra el comportamiento del nivel de radiación térmica con respecto a la distancia desde el punto de fuga y en dirección del viento al momento del incidente. Se puede observar que se tienen niveles peligrosos de radiación térmica en un radio 28 m, si no se pone el personal a resguardo antes de la ignición de la nube formada, siendo los posibles daños más severos si la dirección del viento es hacia la instalación.

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**



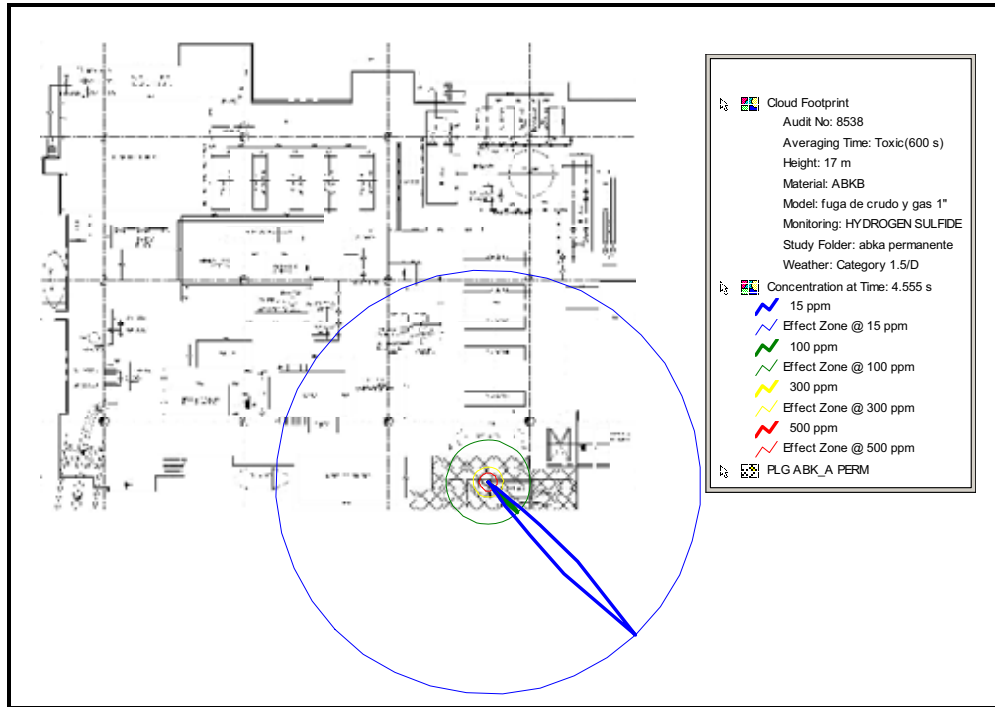
**Figura 10.** Niveles de radiación térmica vs distancia en dirección del viento en caso de Jet FIRE, caso 2.

Bajo este escenario de fuga, no es posible que se presente una explosión debido a que no se genera una nube con la masa necesaria.

Dentro de los componentes de la mezcla se encuentra el H<sub>2</sub>S que presenta características tóxicas. El comportamiento de la nube, en función a su concentración, de este gas en caso de un incidente del tipo analizado será similar al presentado en la Figura 11. Como se puede observar en ésta figura, la zona de peligro es en la cercanía al punto de fuga (marcado con el círculo con línea verde). Se tendrían concentraciones entre 15 ppm y 100 ppm entre la zona marcada con círculo de línea azul y la zona marcada con círculo de línea verde.



## ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)



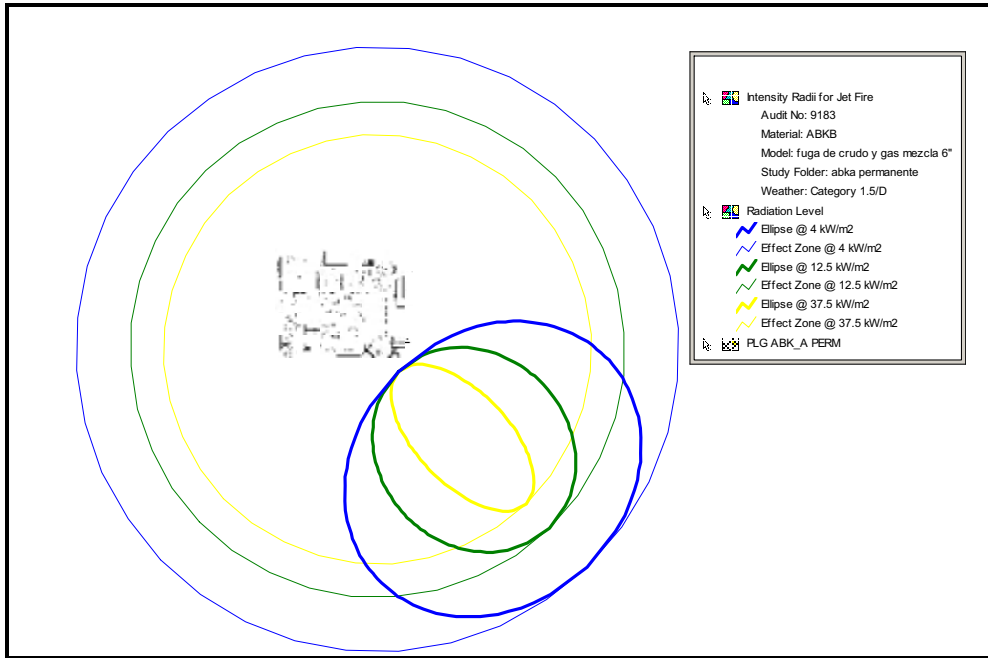
**Figura 11.** Zonas y radios de afectación para diferentes concentraciones de interés de H<sub>2</sub>S, caso 2.

### **Caso 3. Fuga con un diámetro equivalente de 6".**

En caso de que se presente este escenario se emitirán 44.54 kg/s de vapores de mezcla, con lo cual se formara una nube con característica flamable hasta un radio de 52 metros en dirección del viento al momento del incidente.

Si la nube encuentra una fuente de ignición, se provocará fuego, alcanzándose los siguientes niveles de radiación térmica dependiendo de la distancia desde el punto de fuga: Se tiene una radiación térmica de 4 Kw/m<sup>2</sup> hasta un radio de 165.6 m, 12.5 Kw/m<sup>2</sup> hasta un radio de 135.8 m y 37.5 Kw/m<sup>2</sup> hasta un radio de 117.4 m. ver Figura 12.

### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)



**Figura 12.** Zonas de afectación por radiación térmica en caso de Jet FIRE, caso 3.

En la Figura 13 se muestra el comportamiento del nivel de radiación térmica con respecto a la distancia desde el punto de fuga y en dirección del viento al momento del incidente. Se puede observar que se tienen niveles peligrosos de radiación térmica en un radio 28 m, si no se pone el personal a resguardo antes de la ignición de la nube formada, siendo los posibles daños más severos si la dirección del viento es hacia la instalación.

ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

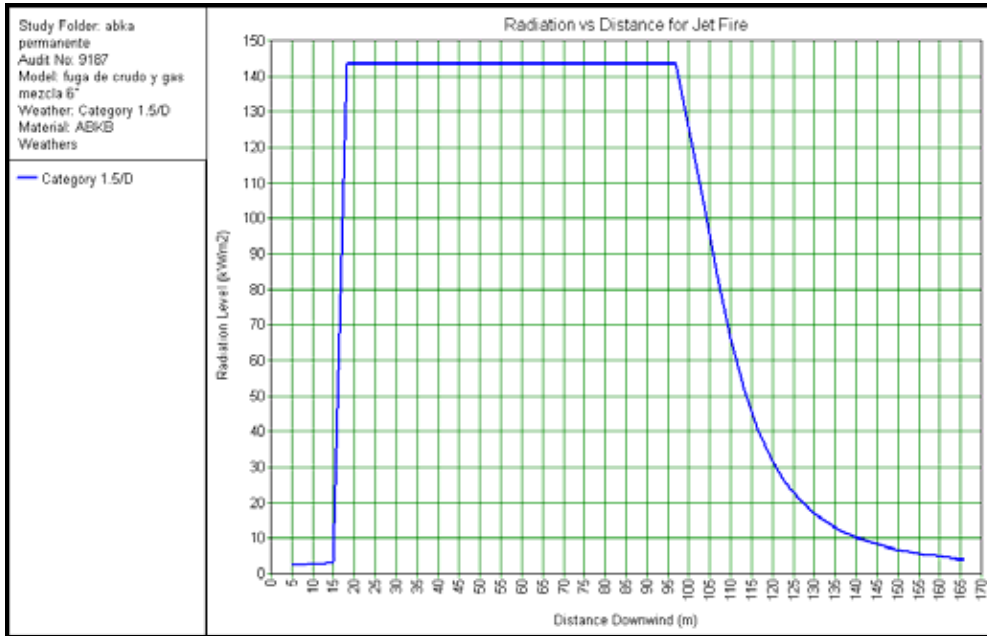
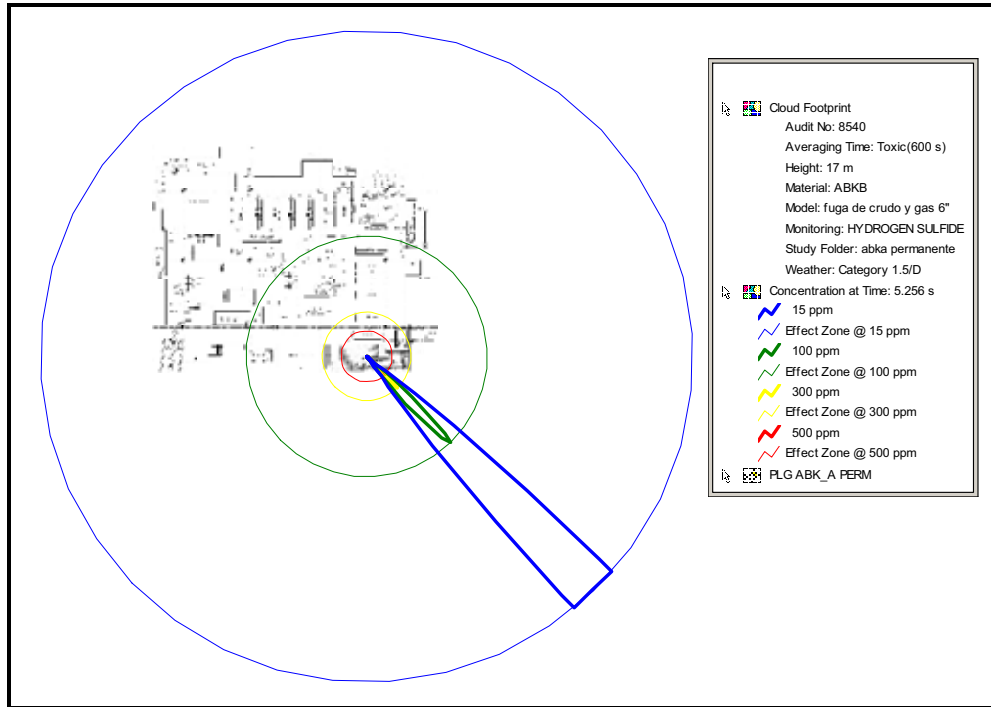


Figura 13. Niveles de radiación térmica vs distancia en dirección del viento en caso de Jet FIRE, caso 3.

Bajo este escenario de fuga, no es posible que se presente una explosión debido a que no se genera una nube con la masa necesaria.

Dentro de los componentes de la mezcla se encuentra el H<sub>2</sub>S que presenta características tóxicas. El comportamiento de la nube en función a su concentración de este gas en caso de un incidente del tipo analizado será similar al presentado en la Figura 14. Como se puede observar en ésta figura, la zona de peligro abarca la mitad de la instalación, sin embargo, en la dirección prevalente del viento la nube peligrosa estaría fuera de la misma, no así si el viento esta en dirección de la plataforma.

### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)



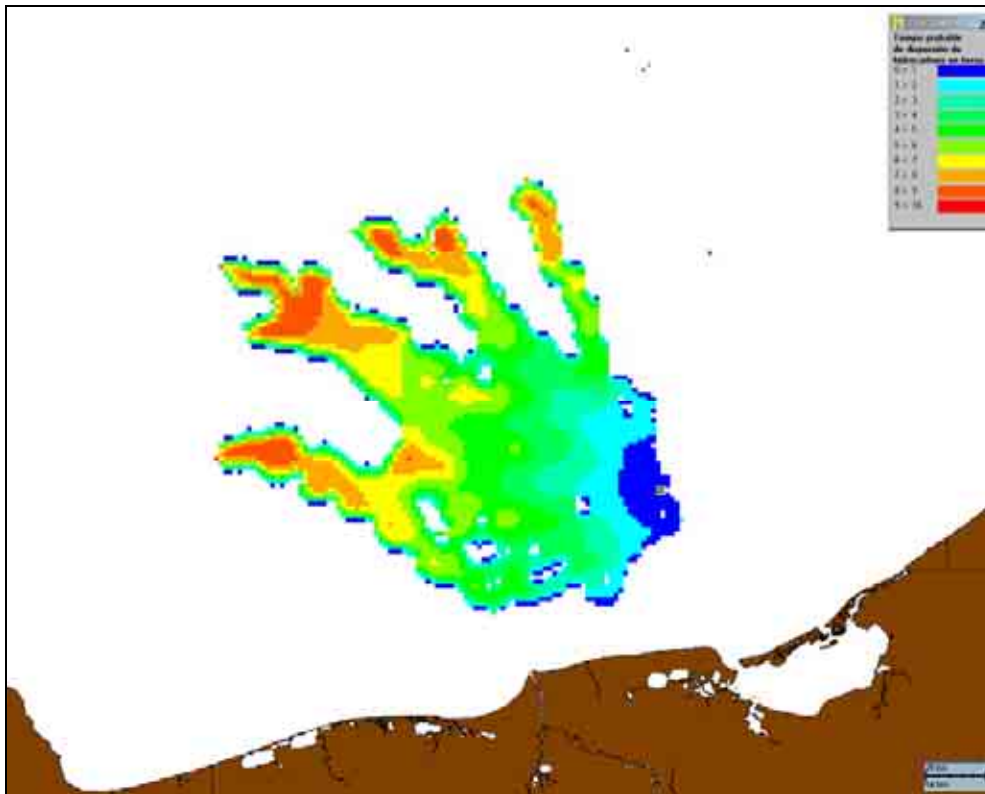
**Figura 14.** Zonas y radios de afectación para diferentes concentraciones de interés de H<sub>2</sub>S. caso 3.

#### Estimación de consecuencias por derrame de hidrocarburos.

En función a la longitud del Oleogasoducto y el tiempo de cierre de las válvulas de corte instaladas en cada extremo del mismo, se estimó un máximo de 1500 barriles de crudo. Debido a que el software empleado (Oil Map, versión 4.6) no contempla los efectos ocasionados por la columna de agua, la simulación se realizó considerando que el derrame de crudo se presenta en la superficie y no en el fondo marino (aproximadamente a 40 metros de profundidad). Debido a que las corrientes marinas varían con la época del año, la simulación se realizó considerando las tres temporadas climáticas predominantes en el Golfo de México, contemplando la probabilidad de dispersión del hidrocarburo en la superficie del mar durante 10 días, a partir del momento del incidente.

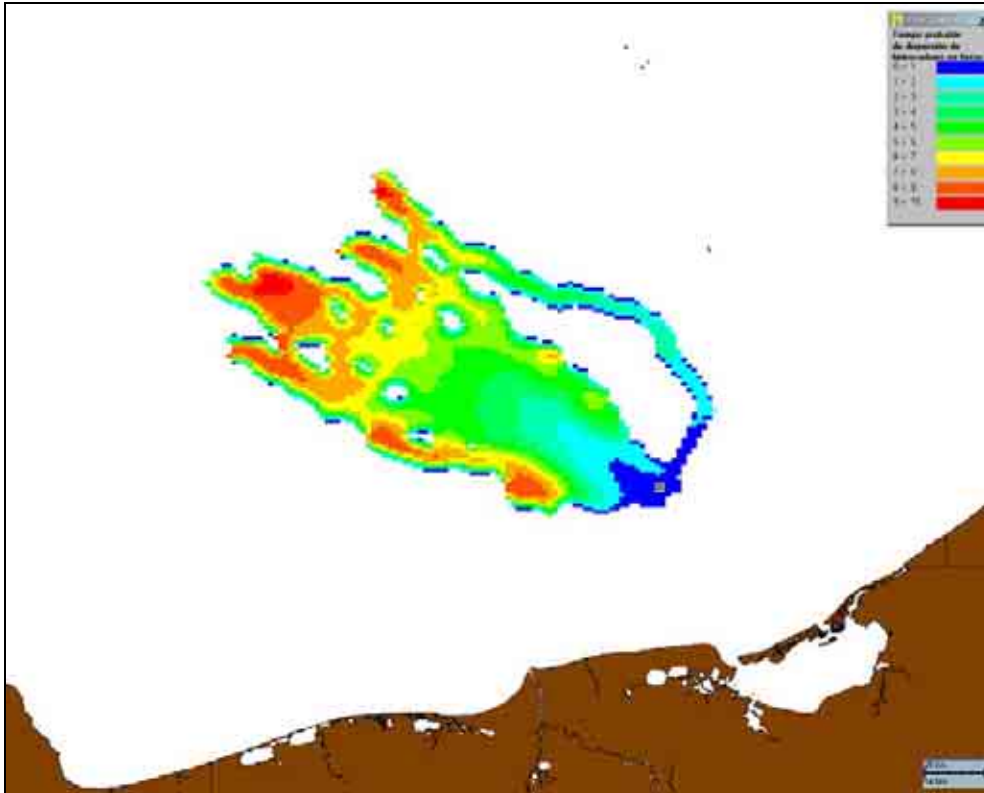
### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

En la temporada de seca, el derrame tendría un comportamiento en su dispersión similar a las trayectorias presentadas en la Figura 15. En época de lluvia, el hidrocarburo derramado tendría una dispersión en la superficie marina con trayectoria aproximada a las que se muestran en la Figura 16.



**Figura 15.** Comportamiento del derrame en temporada de seca.

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**



**Figura 16.** Comportamiento del derrame en temporada de lluvia.

En época de Nortes, la trayectoria del derrame sería parecida a alguna de las posibles presentadas en la Figura 17.

## ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

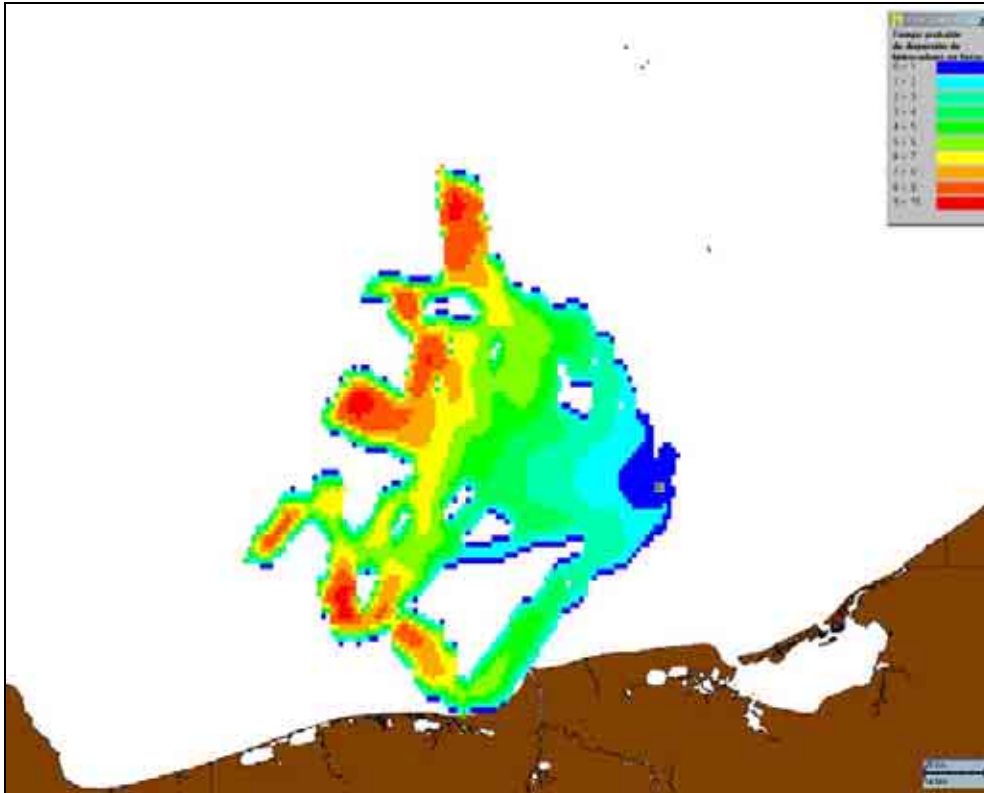


Figura 17. Comportamiento del derrame en temporada de Nortes.

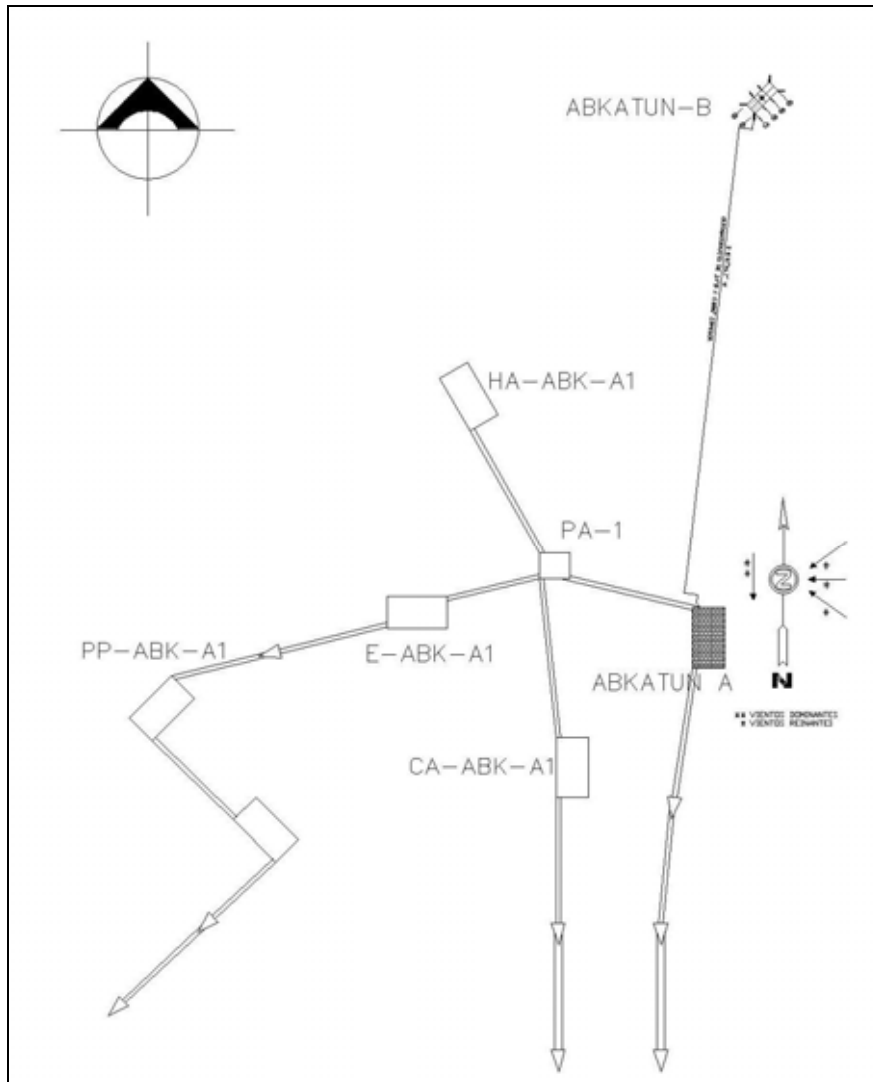
Como se puede observar en las figuras anteriores, solamente la temporada de Nortes presenta posibilidad de arribazón de parte del crudo derramado a las costas de Tabasco.

### II Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso.

Alrededor de las instalaciones no existen centros de población debido a que éstas se encuentran en mar abierto. El centro de proceso Abkatun-A cuenta con una plataforma habitacional en donde habita la mayoría del personal que labora en esas instalaciones, la cual esta orientada en función a los vientos. Ver Figura 18.

### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

Fugas de magnitudes pequeñas (orificio de aproximadamente 1/4") o de magnitudes medianas (orificio de aproximadamente 1") tendrían efectos principalmente locales, siempre y cuando al momento del incidente se tenga un viento no prevalente y en dirección hacia la plataforma, en caso contrario los efectos serían menores.



**Figura 18.** Localización de Abkatun-B Perforación y Abkatun-A Permanente con respecto a las otras instalaciones del complejo.



### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

Fugas equivalentes a un diámetro de 6 pulgadas aproximadamente tendría efectos principalmente en la plataforma en la que se suscite el incidente, con efectos mayores en caso de que el viento tenga dirección hacia la instalación. En caso de que la fuga se presente en Abkatun-A Permanente, los efectos más críticos se tendrían en un radio de aproximadamente 130 metros, siendo poco probable que se tengan efectos en la plataforma habitacional. Cabe recalcar que la probabilidad de que se presente un incidente de esta magnitud en cubierta es muy baja (frecuencia 2, tiempo medio entre sucesos: 100 – 1000 años, o sea, no se espera que ocurra en el tiempo de vida de la instalación).

En caso de que se presente un derrame de hidrocarburos en el Oleogasoducto de 24", lo más probable es que la dispersión se realice hacia el interior del Golfo de México, con posibilidad de arribazón a costas de Tabasco en caso de que el incidente suceda en época de Nortes, tal y como se describe en el punto I.

### III Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Las principales medidas de seguridad están enfocadas a evitar que se presente un incidente de los identificados, para ello PEMEX ha implementado una serie de medidas que minimicen la posibilidad de este tipo de eventos, las cuales se mencionan nuevamente a continuación:

- La ingeniería contempla la instalación de válvulas de corte en el ducto, una en la salida de Abkatun-B Perforación y la otra en la llegada de Abkatun-A Permanente que son actuadas por sensores de alta y baja presión con toma local cuando se sensa alta presión ó baja presión, respectivamente.
- El centro de proceso cuenta con un sistema de permisos de trabajo y procedimientos de maniobra que disminuyen la posibilidad de un golpe.

### ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

- El Oleogasoducto esta diseñado contemplando la tasa esperada de disminución de espesor por corrosión externa y con el material adecuado a los componentes con características corrosivas.
- PEMEX exige a las compañías contratistas que las embarcaciones de apoyo para construcción, cuenten con un sistema de posicionamiento dinámico que evita el uso de anclas y que permite un arribo preciso a las instalaciones.
- En caso de amenaza de huracán, se cuenta con el Plan de respuesta a Huracanes (250/270-22000-103-03), que en la Fase III (categoría del sistema igual o mayor a tres de acuerdo a la escala de peligrosidad y el tiempo pronosticado para afectar el área de Máximo Alertamiento es de 30 horas), las instalaciones son aseguradas y puestas fuera de operación, entre otras actividades contempladas.

Además como parte de las recomendaciones requeridas por el grupo multidisciplinario que participó en el HAZOP, se presentan las siguientes medidas, que para PEMEX son prácticas comunes:

- Cumplir adecuadamente con el procedimiento de aseguramiento de calidad durante la fabricación y construcción.
- Cumplir adecuadamente con el programa de mantenimiento anticorrosivo al Oleogasoducto.
- Cumplir adecuadamente con el programa de mantenimiento a las válvulas de corte y a la instrumentación asociada a cada una de ellas.
- Mantener actualizado el plan de respuesta de Emergencia.

También en las instalaciones del Centro de Proceso Abkatun-A se cuenta con sistemas de detección de gas y fuego compuesto por sensores de gas, red de tapones fusibles y detectores UV/IR configurados para la activación de alarmas y en caso de fuego, de la red de agua contraincendio, a la cual se le da mantenimiento de acuerdo a programa.



PROYECTO IMP: F.31741  
"CONSTRUCCIÓN DEL OLEGASODUCTO DE 24" Ø X 0.5 KM DE LA  
PLATAFORMA SATELITE ABK-B A LA PLATAFORMA ABK-A  
PERMANENTE E INTERCONEXIONES A INSTALACIONES  
EXISTENTES, INCLUYE SUMINISTRO, PROTECCION, LASTRADO,  
TENDIDO Y PRUEBAS HIDROSTATICAS".

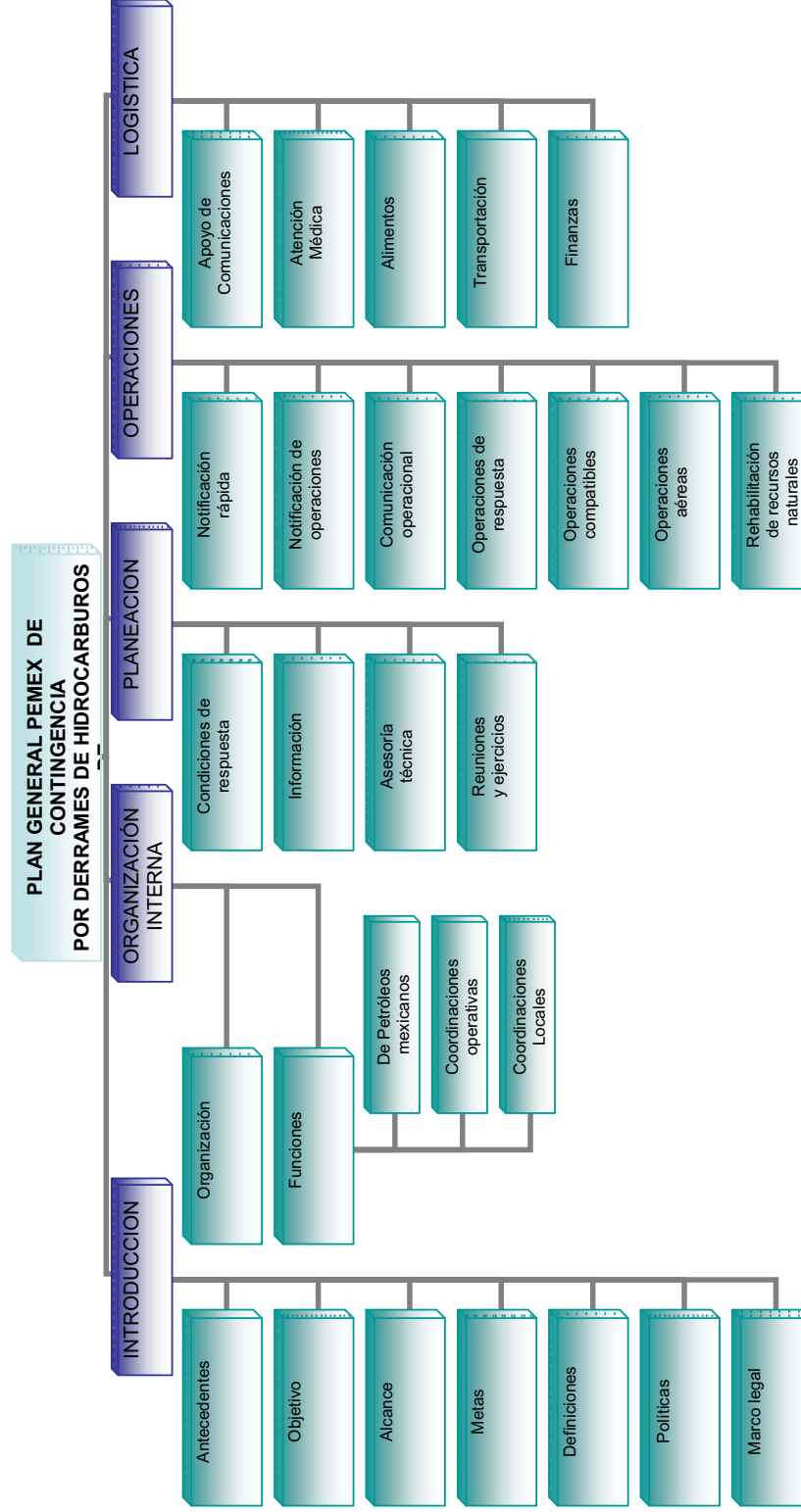


## ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)

Las brigadas que conforman los grupos de acción del Plan de Respuesta a Emergencias, reciben capacitación y además se realizan diferentes tipos de simulacros y pláticas de seguridad al personal para que este alerta y seguro de lo que debe realizar al momento de un incidente.

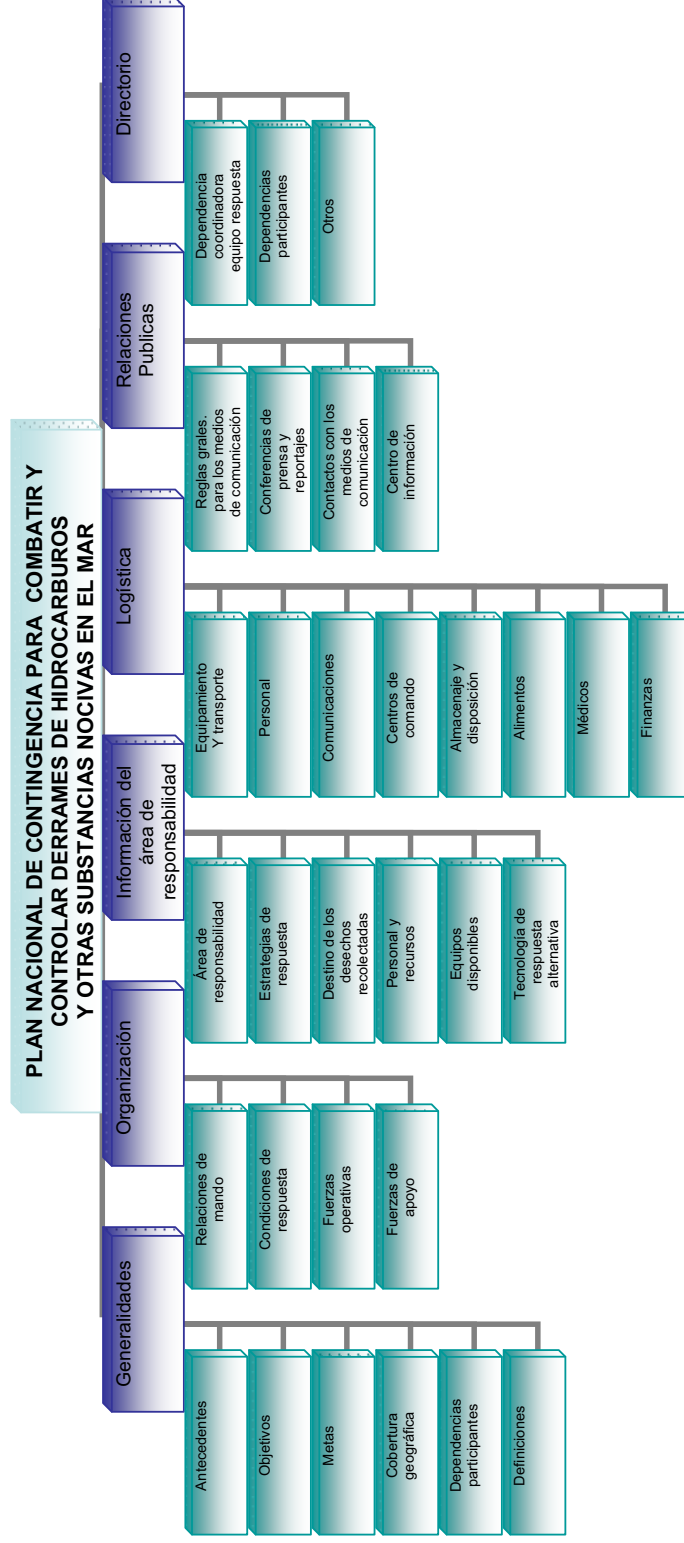
También PEMEX cuenta con el Plan General Pemex de contingencia por derrames de hidrocarburos en el mar (PGP), así como con el equipo para la recuperación de producto derramado en la superficie del mar, el cual esta a su vez relacionado con el Plan Nacional de contingencia para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y otras sustancias en el mar que activa la Secretaria de Marina en caso de ser requerido. En las figuras 19 y 20 se presentan el organigrama de cada plan, respectivamente.

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**



**Figura 19.** Organigrama del Plan General PEMEX de Contingencia por Derrames de Hidrocarburos.

**ESTUDIO DE PELIGROS Y OPERABILIDAD (HAZOP)**



**Figura 20.** Organigramma del Plan de Contingencia para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el Mar.