

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL - 1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”

CAPÍTULO 1

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, EL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, EL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	2
1.1	Datos generales del proyecto.....	3
1.1.1	Nombre del proyecto	3
1.1.2	Ubicación del proyecto	3
1.1.3	Duración del proyecto.....	6
1.1.4	Presentación de la documentación legal.....	7
1.2	Datos generales del promovente	7
1.2.1	Nombre o razón social.....	7
1.2.2	Registro federal de contribuyentes del promovente	7
1.2.3	Nombre y cargo del representante legal	7
1.2.4	Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	7
1.2.5	Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	8
1.2.5.1	Nombre o Razón Social.....	8
1.2.5.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP	8
1.2.5.3	Nombre de los Responsables Técnicos del Estudio	8
1.2.5.4	Dirección del Responsable Técnico del Estudio	8

1.1 Datos generales del proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional con Estudio de Riesgo Para el Proyecto **“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL -1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”**

1.1.2 Ubicación del proyecto

El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual 4, que se encuentra en la Cuenca Salina del Golfo de México a 200 km aproximadamente del puerto de Coatzacoalcos, Veracruz. Misma que fue asignada por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de Licencia en Aguas Profundas según el contrato No. CNH-R01-L04-A4.CS/2016.

Con base en el Artículo 50 de la Ley Federal del Mar, el área del Proyecto se ubica en la Zona Económica Exclusiva Mexicana que se extiende a 70 millas náuticas (130 km) del puerto más cercano que es Coatzacoalcos y a 275 millas náuticas (510 km) del puerto de Tampico, Tamaulipas el cual será puerto base de la logística de actividades de pre – arranque.

Por otro lado, el proyecto se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) marinas 185 y 187 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) (DOF, 24/11/2012).

En la Figura 1-1 se presenta la macro localización del Proyecto, en Figura 1-3 ubicación general del proyecto y Figura 1-3 muestra localización del Bloque 4.

En el Anexo 1. Capítulo 1, Cartas Temáticas se presentan los siguientes planos (Tabla 1-1):

Tabla 1-1 Cartas Temáticas incluidas en el Anexo 1 Capítulo 1

No.	Nombre
1	Delimitación SAR
2	Batimetría
3	POEMRGMMC
4	Geología Marina
5	Provincias Geológicas
6	Provincias Petroleras
7	RMP
8	Ciclones
9	AICAS

No.	Nombre
10	Estación Meteorológica
11	Sitios RAMSAR
12	ANP Federales
13	Área de Influencia
14	Mínimo Tiempo de Llegada
15	EIF máx agua superior
16	EIF máx agua inferior
17	EIF máx sedimento

En el Anexo 1 del Capítulo 1, KMZ se incluyen los siguientes metadatos en formato .kmz y formato excel:

1. Polígono del Sistema Ambiental Regional.
2. Pozo Naajal-1EXP.
3. Coordenadas del Bloque 4.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 1-1 Macro localización del proyecto

Fuente: TEMA (2022)

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 1-2 Ubicación Área Contractual 4

Fuente: TEMA (2022)

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 1-3 Ubicación general del proyecto

Fuente: TEMA (2022)

1.1.3 Duración del proyecto

La duración máxima de la perforación será de 70 días, y se realizará con el buque de perforación “NOBLE GLOBETROTTER I”, unidad con su equipo de perforación integrado y la Torre Multipropósito Dual (DMPT), está diseñada para: operaciones de perforación convencionales, operaciones con tubos expandibles, operaciones con tubería flexible e instalación de “X – mas tres”.

En el supuesto específico de que el mencionado pozo contenga hidrocarburos, se contará con un plazo que permita la elaboración de diseño y el trámite de los permisos aplicables para la extracción. Posteriormente, se reanudarán las actividades para comenzar con la fase de extracción; incluyendo la perforación de pozos de producción; la inyección y la estimulación de yacimientos; la recuperación avanzada; la recolección; el acondicionamiento y separación de hidrocarburos; la eliminación de agua y sedimentos.

Considerando que dichas diligencias no se efectuarán de manera inmediata al recibir la

autorización en materia de impacto ambiental, además que la logística implica los preparativos para realizar estas actividades costa; se solicitará la autorización por 6 meses, por lo que, aunque la duración máxima de la perforación será de 70 días, se podrá realizar durante la vigencia de la autorización.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

En el **Anexo 2. Capítulo 1** se presenta copia simple del Contrato No. CNH-R01-L04-A4.CS/2016 celebrado entre la CNH y la empresa PC Carigali México Operations; S.A. de C.V (PC Carigali) de fecha 10 de marzo del 2017.

1.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

PC Carigali México Operations; S.A. de C.V. (PC Carigali).

En el **Anexo 3 del Capítulo 1** se incluye Acta Constitutiva.

1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

PCM151215UX9.

En el **Anexo 4 del Capítulo 1** se incluye Constancia de Situación Fiscal de PC Carigali

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Nombre: Rafael Alejandro Morey Castillo.

Cargo: Representante Legal.

En el **Anexo 5 del Capítulo 1** se incluye el Poder Notarial del Representante Legal y copia simple de identificación.

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Calle:

Colonia:

CP:

Teléfono:

Domicilio, correo electrónico y teléfono de representante legal, datos protegidos, conforme al Art. 113 fracción I de la LFTAIP.

Alcaldía:

Entidad Federativa:

Correo Electrónico:

Domicilio, correo electrónico y teléfono de representante legal, datos protegidos, conforme al Art. 113 fracción I de la LFTAIP.

1.2.5 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.2.5.1 Nombre o Razón Social

Territorio y Medio Ambiente S.A. de C.V.

1.2.5.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

TMA-950131PI9.

1.2.5.3 Nombre de los Responsables Técnicos del Estudio

Ing. Albert Tacias Francí.

Nombres de personas físicas. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

1.2.5.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio

Calle:

Colonia:

Código Postal:

Teléfonos:

Entidad Federativa:

Correo Electrónico:

Domicilio, correo electrónico y teléfono de persona física, datos protegidos, conforme al Art. 113 fracción I de la LFTAIP.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

**“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL -
1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA
SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”**

CAPÍTULO 2

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.....	2
2.1 Información general del proyecto, plan o programa.....	3
2.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.	3
2.1.2 Justificación.	6
2.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.....	7
2.1.4 Inversión requerida.	9
2.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.....	9
2.2.1 Programa de trabajo.....	9
2.2.2 Preparación del sitio y construcción.	10
2.2.3 Operación y mantenimiento.....	13
2.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.	22
2.2.5 Residuos.....	23
2.2.5.1 Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.....	24
2.2.5.2 Manejo de residuos y descargas.....	25
Resultados de simulación.....	37
Columna de agua	37
Distribución espacial del riesgo	38
Sedimentos.....	42
Distribución espacial del riesgo.....	43
Conclusiones.....	46
2.2.5.3 Residuos líquidos.	48
2.2.5.4 Emisiones a la atmósfera.	49
2.2.5.5 Emisiones de ruido.	49
2.2.5.6 Planes de prevención.	50
2.2.6 Generación de gases efecto invernadero	54

2.1 Información general del proyecto, plan o programa.

El 7 de junio del 2019 fue autorizado de manera condicionada en materia de impacto y riesgo ambiental el Proyecto denominado **“Perforación Exploratoria de Yaxchilán Este 1-EXP en el Área Contractual 4, Golfo de México”**.

La resolución fue emitida en referencia a los aspectos ambientales correspondientes únicamente a la perforación exploratoria del pozo Yaxchilán Este 1-Exp en la Cuenca Salina del Golfo de México dentro de la Provincia Fisiográfica Altos de Campeche.

La resolución tuvo una vigencia de 20 meses para el periodo de exploración. Dicho plazo inicio a partir del día siguiente hábil a la notificación, la vigencia pudo ser modificada; sin embargo, por cuestiones administrativas no se solicitó la modificación razón por la cual se ingresa para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional acompañada del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos.

2.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

PC Carigali pretende la realización de exploración en el Área Contractual 4 enmarcadas en el artículo 28, inciso II (Industria del petróleo) y Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como en el Artículo 5 Inciso D) Actividades del Sector de Hidrocarburos, Artículo 17 último párrafo y Artículo 11 inciso III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual 4, ubicada en aguas profundas de la Cuenca Salina del Golfo de México, a 90 km de la costa mexicana. Misma que fue asignada por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos según contrato CNH-R01-L04-A4.CS/2016 (Plan de Exploración).

Para el presente proyecto se contemplan los siguientes objetivos generales:

- Exploración superficial y de riesgos: PC Carigali México Operations, S.A. de C.V. (PC Carigali) determinará los riesgos potenciales que afectan la perforación futura de pozos exploratorios. Estos se incluyen en el Capítulo IX que corresponden al Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburo (ARSH). PC Carigali anticipa que, dentro del Área Contractual 4 se explorará un (1) prospecto potencial llamado Naajal-1EXP.

- Exploración por perforación: Una vez recibidos los resultados de la exploración superficial y de riesgos, se llevará a cabo la perforación del Pozo Naajal-1EXP. En caso de éxito en la exploración, se estima se podrán perforar de 8 a 15 pozos productores, de 5 a 8 pozos inyectoros de agua y de 1 a 4 pozos inyectoros de gas.
- Terminación y abandono: En caso de éxito y una vez terminadas las actividades de exploración, el pozo será permanentemente cerrado a nivel de la línea de lodo o lecho marino para un futuro programa de desarrollo o producción. Se realizarán todas las actividades de retiro y desmantelamiento de los materiales, incluyendo el taponamiento definitivo y abandono del pozo. Si hubiera alguna intención por parte de PC Carigali de extender el tiempo de sus actividades, éste tendrá que realizar los estudios ambientales correspondientes.

El objetivo de las actividades del pozo exploratorio está encaminadas a conocer la columna estratigráfica, confirmar la existencia de un sistema petrolero y, en su caso, localizar y delimitar un posible yacimiento.

En caso de ser exitosa la exploración, se procederá a la preparación y construcción del resto de infraestructura que consiste en un conjunto de instalaciones, estructuras, maquinaria, equipo, tuberías, entre otros, necesarios para llevar a cabo los procesos operativos, para las actividades de reconocimiento, exploración y extracción.

La Figura 2-1 y Figura 2-2 muestran la localización general del Proyecto.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 2-1 Macro localización del proyecto
Fuente: TEMA (2022)

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 2-2 Representación gráfica local
Fuente: TEMA (2022)

2.1.2 Justificación.

La modificación a los artículos 25, 27 y 28 constitucionales, y de los 21 transitorios del Decreto de la Reforma del 20 de diciembre de 2013, representan una transformación de fondo en las industrias petrolera y eléctrica en nuestro país de modo que, se modifican las tendencias existentes y aumenta la capacidad de ejecución en todos los proyectos del sector. A través de los nuevos instrumentos y reglas para el funcionamiento del sector energético, se permitirá alcanzar mayor producción de energía primaria, ampliar los servicios de transporte, almacenamiento y distribución; dar certidumbre al abasto; mejorar la eficiencia y la calidad de los productos y disminuir los costos de la energía eléctrica y los impactos nocivos. Estos cambios permitirán que el país aproveche sus recursos energéticos al máximo y en beneficio de la población.

El nuevo marco constitucional permite una mayor participación de terceros en todas las actividades del sector. La posibilidad de abrir la gama de inversiones, no sólo por parte del estado, sino también de inversionistas privados, permitirá una mejor selección de las inversiones y eficiencia de las empresas operadoras, tanto las del estado como las privadas; la multiplicación de proyectos a partir de un mayor número de empresas compitiendo en los distintos segmentos de los mercados y la rectoría del estado mediante ordenamientos y regulación.

Con ello, se incrementará la seguridad energética del país; se reducirán los cuellos de botella que actualmente existen en el sector energético nacional y se fortalecerá su independencia energética.

La selección del sitio del proyecto se definió en la licitación No. CNH-R01-L04-A4.CS/2016 de la CNH; en la cual el área comprendida para esta licitación se encuentra en aguas profundas del de la Cuenca Salina del Golfo de México.

Por lo tanto, el proyecto tiene como objetivo llevar a cabo actividades de exploración de hidrocarburos en el Área Contractual denominado en términos del contrato Área Contractual 4 con base en las mejores prácticas de la industria en los términos y condiciones del contrato con el propósito de maximizar la extracción de hidrocarburos, asegurando beneficios económicos al estado mexicano.

2.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual 4, ubicada en aguas profundas de la Cuenca Salina del Golfo de México, a 90 km de la costa mexicana. Misma que fue asignada por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos según contrato CNH-R01-L04-A4.CS/2016 (Plan de Exploración).

Con base al artículo 50 de la Ley Federal del Mar, el área del proyecto se ubica en La Zona Económica Exclusiva Mexicana que se extiende a 200 millas marinas (370,400 metros).

El proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) marina 185 y 187 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) (DOF, 24/11/2012).

En la Tabla 2-1 se incluyen las coordenadas geográficas WGS84 del área del proyecto de acuerdo con lo señalado en el contrato No. CNH-R01-L04-A4.CS/2016.

Tabla 2-1. Coordenadas geográficas del área del proyecto, Datum WGS84

Vértice	Latitud Norte	Longitud Oeste
1	Coordenadas de ubicación de la instalación del proyecto. (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

Fuente: Plan de Exploración.

El Área Contractual 4 (Proyecto) tiene una superficie de 2,358.72 km² y la profundidad del agua varía entre 1,000 m – 1,500 m aproximadamente.

El pozo exploratorio denominado Najaal-1EXP que será perforado se ubica en las coordenadas **UTM WGS84 386,736 E, 2,130,424 N** la profundidad del agua es de 1,120 m; para este pozo se requiere una superficie (lecho marino) de 1 m² (Área de perforación). (Figura 2-3).

En caso de éxito en la exploración, se estima se podrán perforar de 8 a 15 pozos productores, de 5 a 8 pozos inyectoros de agua y de 1 a 4 pozos inyectoros de gas.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 2-3. Ubicación Pozo Naajal-1EXP

Fuente: TEMA (2022)

2.1.4 Inversión requerida.

El monto total de inversión toma en cuenta los siguientes elementos: general y administración, geofísica, geología, perforación de un pozo exploratorio, más seguridad y actividades sociales/ambientales. Debido a la gran incertidumbre geológica y comercial asociada con los esfuerzos de exploración en el Área Contractual 4, el monto de inversión se presenta de manera indicativa en dos escenarios, con un rango de inversión estimado de USD \$ 34.62 millones a USD \$ 145.8 millones (Plan de Exploración).

2.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.

Las obras y actividades que serán realizadas en el presente proyecto son las siguientes:

- Preparación y movilización de embarcaciones.
- Perforación exploratoria.
 - Perforación de pozo exploratorio.
- Desmovilización y abandono.
 - Suspensión de pozo.
 - Taponamiento y abandono del pozo.
 - Desmovilización de embarcaciones y equipo.

2.2.1 Programa de trabajo.

La duración máxima de la perforación será de 70 días, y se realizará con el buque de perforación “NOBLE GLOBETROTTER I”, unidad con su equipo de perforación integrado y la Torre Multipropósito Dual (DMPT), está diseñada para: operaciones de perforación convencionales, operaciones con tubos expandibles, operaciones con tubería flexible e instalación de “X – más trees”.

En el supuesto específico de que el mencionado pozo contenga hidrocarburos, se contará con un plazo que permita la elaboración de diseño y el trámite de los permisos aplicables para la extracción. Posteriormente, se reanudarán las actividades para comenzar con la fase de extracción; incluyendo la perforación de pozos de producción; la inyección y la estimulación de yacimientos; la recuperación avanzada; la recolección; el acondicionamiento y separación de hidrocarburos; la eliminación de agua y sedimentos.

Considerando que dichas diligencias no se efectuarán de manera inmediata al recibir la autorización en materia de impacto ambiental, además que la logística implica los preparativos para realizar estas actividades costa; se solicitará la autorización por 6 meses, por lo que, aunque la duración máxima de la perforación será de 70 días, se podrá realizar durante la vigencia de la autorización. El programa de trabajo se muestra en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Programa de trabajo

Actividad	2022				2023																			
	Dic				Ene				Feb				Mar				Abr				May			
Movilización de embarcaciones																								
Perforación exploratoria																								
Desmovilización y abandono																								

Fuente: PETRONAS (2022)

2.2.2 Preparación del sitio y construcción.

PC Carigali no contempla una etapa de preparación ni construcción de sitio puesto que el proyecto se desarrollará en mar abierto. No contempla obra civil o actividad en tierra. Para las actividades de procesamiento e interpretación de imágenes exploratorias y toma de muestra se subcontratará a una empresa especializada en dichos estudios. Se utilizará un buque de perforación “NOBLE GLOBETROTTER I” para las operaciones del proyecto.

Se estima que esta etapa tenga una duración máxima de 1 mes.

El buque será rentado por la duración total de la perforación y las pruebas previstas. La Figura 2-4 muestra imagen del buque.

La etapa movilización inicia con las gestiones requeridas para la movilización de las embarcaciones al sitio del proyecto.

Los fundamentos del diseño del barco son los estándares internacionales especificados por la administración del puerto con respecto a los sistemas de control de clase y estado de bandera. A continuación, se registran las siguientes características principales (Tabla 2-3, Tabla 2-4, Tabla 2-5).

Tabla 2-3. Características principales NOBLE GLOBETROTTER I

Descripción	GLOBETROTTER I
Desplazamiento	Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.
Completamente cargado	
Descargado	
Altura del piso de perforación (sobre el nivel del agua)	
Zona de viento	

Fuente: Manual de Operaciones Noble Globetrotter I

Tabla 2-4. Capacidades de almacenamiento NOBLE GLOBETROTTER I

Descripción	Capacidad (m ³)
Gasolina	Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.
Aceites lubricantes	
Agua para perforación	
Agua dulce	
Salmuera	
Aceite base	
Lodos activos	
Reserva de lodos	

Fuente: Manual de Operaciones Noble Globetrotter I

Tabla 2-5. Principales dimensiones NOBLE GLOBETROTTER I

Descripción	Medidas (m)
Eslora total	Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.
Longitud entre perpendiculares	
Manga de trazado	
Profundidad de la cubierta principal	
Profundidad hasta la cubierta superior	
Diseño / Calado	
Desplazamiento	
Peso muerto	

Fuente: Manual de Operaciones Noble Globetrotter I



Figura 2-4. Buque para Perforación NOBLE GLOBETROTTER I

Fuente: Manual de Operaciones Noble Globetrotter I

El buque NOBLE GLOBETROTTER I contará con una planta desalinizadora, por lo que PC Carigali o el contratista, deberá realizar los trámites pertinentes ante la CONAGUA, esto para la obtención del permiso que autorice la extracción de agua de mar y la descarga de agua residual de la misma planta.

Las descargas de aguas residuales cumplirán con las especificaciones de MARPOL 73/78 así como con los límites máximos permisibles de descarga que se especifiquen en el en el permiso que otorgue la CONAGUA.

La planta desalinizadora contará con un sistema de conversión de agua marina mediante destilación al vacío. La cantidad de agua de mar a utilizar será de 72 – 88 m³/h y la cantidad de agua de rechazo (salmuera) será de 40 – 110 m³/h.

El Proyecto contará con 3 embarcaciones del tipo buque de suministro (PSV).

Es importante considerar que, al momento de la selección final de las embarcaciones de apoyo, estas se apegarán en la medida de lo posible y considerando la disponibilidad de estas. Lo anterior tiene como finalidad que los impactos previstos por las embarcaciones a emplear sean los mismos en cuanto a magnitud y significancia.

2.2.3 Operación y mantenimiento.

Considerando que dichas diligencias no se efectuarán de manera inmediata al recibir la autorización en materia de impacto ambiental, debido a logística implica los preparativos para realizar estas actividades costa, esta etapa tendrá una duración máxima de 4 meses y la perforación exploratoria se podrá realizar durante la vigencia de la autorización.

Pozo para perforar.

Para el presente Proyecto se tiene contemplado la perforación del pozo exploratorio denominado Najaal-1EXP que se ubica en las coordenadas [REDACTED] el tirante estimado es de 1,120 m. Información patrimonial de persona moral (monto de inversión), información protegida de conformidad con los Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.

La profundidad total programada es en trayectoria vertical y la profundidad indicativa total programada es de 3,981 m de TVDSS para el caso firme y 4,700 m de TVDSS para el caso contingente.

La posible columna geológica para el Pozo Najaal-1EXP se muestra en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6. Columna geológica Pozo Najaal-1EXP

Objetivo de arena	Profundidad TVDSS (m)
Lecho marino	[REDACTED]
Mioceno superior 1	
Mioceno superior 2	
Mioceno inferior 1	
Mioceno inferior 2	
Mioceno inferior 3	
Mioceno inferior 4	
Oligoceno superior 1	
Oligoceno superior 2	
TD	

Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Fuente: PETRONAS (2022)

Tipo de hidrocarburo esperado.

El tipo de hidrocarburo esperado es petróleo ligero con proporción de 600-800 entre gas y aceite (“GOR”).

Programa preliminar de toma de información.

Un posible conjunto de datos del subsuelo para cualquier candidato al programa de perforación será el siguiente:

- Registros durante la perforación (LWD).

Rayos gamma, presión anular durante la perforación, resistividad, porosidad de neutrones, densidad aparente, sónico, presión de formación durante la perforación

- Programa de registro con cable.

Caso de éxito:

- Rayos gamma espectrales, resistividad triaxial, imagen eléctrica, acústica dipolar, espectroscopia, espectroscopia elemental, resonancia magnética nuclear.
- Presiones de formación y muestras.
- Núcleos laterales rotativos.
- VSP de desplazamiento cero.

Caso de agujero seco:

- Rayos gamma espectrales, acústica dipolar.
 - Presión de la formación y muestras.
 - VSP con desplazamiento cero.
- Mudlogging y muestreo geoquímico.
- Muestras de recortes cada 10 m en la zona no objetivo y 5 m dentro del yacimiento objetivo.
 - Isótopos en los picos de gas e isótopos cada 10 m.
 - Análisis de gas en el espacio de cabeza.

Escenarios de incorporación de reservas.

El rango esperado de volumen recuperable en caso de éxito del pozo va de **26 a MMSTB a 452 MMSTB**. El volumen más probable previsto es de **238 MMSTB**.

En este caso, se define el MMSTB (millones de barriles de tanque de almacenamiento) como un barril en condiciones de superficie.

Para el escenario contemplado, se considera un volumen bajo cuando los resultados no son los esperados. Por ejemplo, si el espesor neto encontrado es inferior al esperado.

Se considerará como volumen Alto en función de los resultados esperados.

Número estimado de pozos de desarrollo asociados con un posible éxito exploratorio.

En caso de éxito en la exploración, se estima se podrán perforar de 8 a 15 pozos productores, de 5 a 8 pozos inyectores de agua y de 1 a 4 pozos inyectores de gas.

Para efectos del presente Proyecto, se entiende por operación y mantenimiento las actividades de perforación exploratoria, la cual forma parte de la fase de exploración del proyecto. La perforación exploratoria incluye la perforación de pozos y la realización de pruebas de presión con fines de evaluar las características de los yacimientos en el Área Contractual 4.

Con base en los resultados de la exploración se determinará si los yacimientos son económicamente viables para su explotación futura. En caso de que no se obtengan hallazgos económicamente atractivos, los pozos de prueba perforados, serán sellados de forma permanente y abandonados alineados a la normativa mexicana.

La estrategia para el pozo exploratorio es que, una vez terminada la perforación, se procederá al abandono permanente de este. No se considera ninguna prueba de producción.

Para minimizar el impacto ambiental, se utilizará la mejor tecnología disponible para las actividades de perforación. Se utilizarán equipos y suministros de última generación, sugeridos para adaptarse a las características del pozo Naajal-1EXP.

En la Figura 2-5 se muestra la columna geológica del pozo Naajal-1EXP.

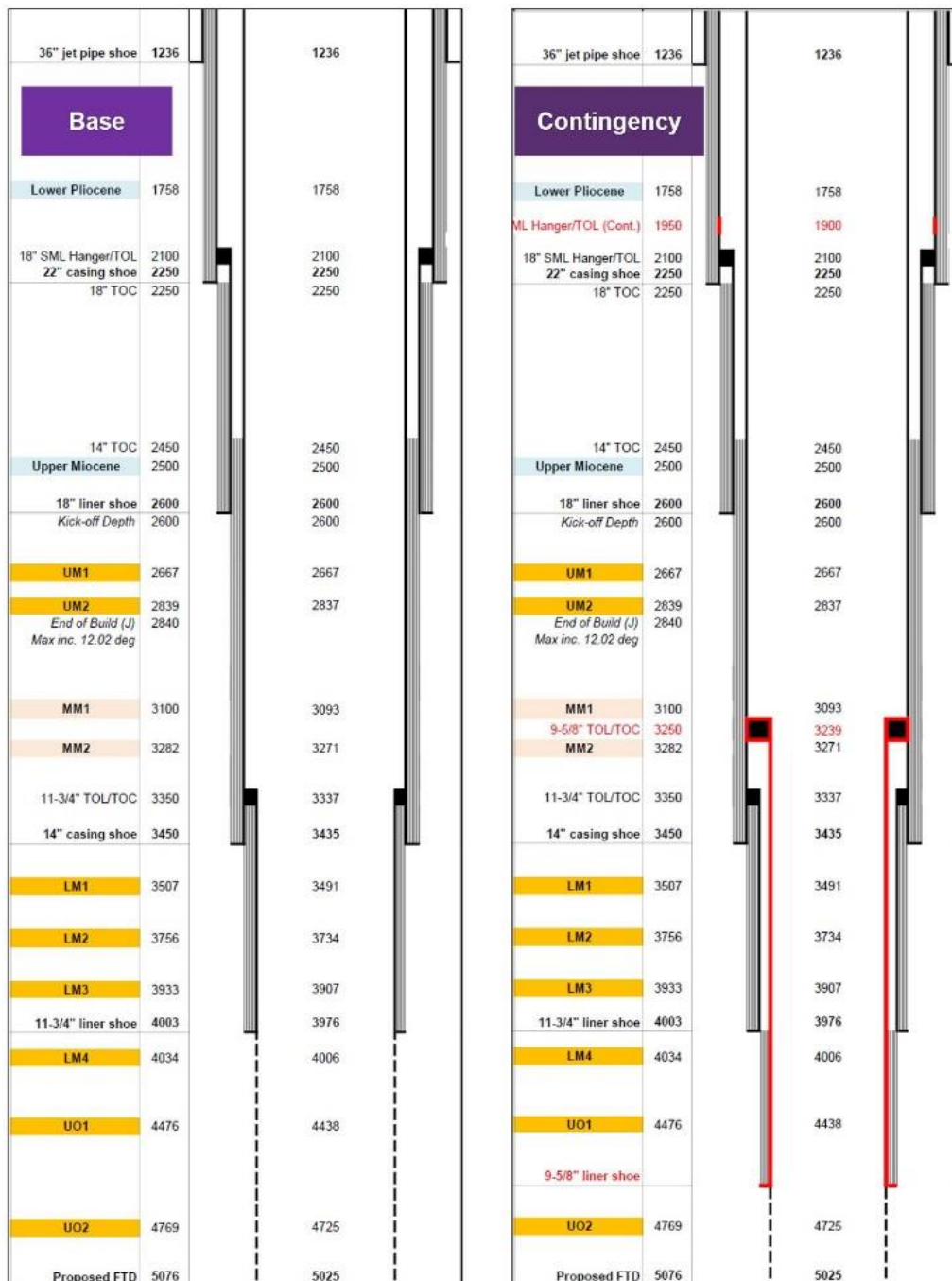


Figura 2-5. Diseño del Pozo Naajal-1EXP

Fuente: PETRONAS (2022)

La siguiente Tabla 2-7 muestra las etapas de perforación del Pozo Naajal-1EXP.

Tabla 2-7. Etapas de perforación del Pozo Najaal-1EXP

Etapas	Profundidad (m)
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	

Fuente: PETRONAS (2022)

Descripción de secciones de perforación.

Conductor de 36".

La profundidad del agua en el emplazamiento es de 1,236 m, a partir de esa profundidad y hasta los 2,250 m de profundidad vertical la tubería de revestimiento (TR) que se utilizará será de 36". Los objetivos de la tubería de revestimiento en esta etapa son proporcionar suficiente capacidad de retención axial para soportar el TR de superficie de 22" durante e inmediatamente después del trabajo de cementación TR. Proporcionar una estructura de soporte en la boca del pozo para minimizar el riesgo de formación de hidratos de gas libres en los conectores de la boca del pozo. Por último, proporcionar una resistencia adecuada en la zapata para permitir la perforación sin tubo ascendente hasta 1,236 m BFM (metros por debajo del lecho marino) sin necesidad de utilizar lodo de perforación.

En esta fase se utilizará agua de mar y baches viscosos como fluido de perforación. No se necesitará cemento y no habrá gestión de la presión durante la perforación (MDP).

Tubería de Revestimiento Superficial de 22”.

La TR de 22” se empleará hasta una profundidad máxima de 2,600 m y tendrá las siguientes funciones principales:

- A. Asentar la zapata de 22” en el tope de la roca sello del Oligoceno.
- B. Aislar cualquier riesgo superficial en formaciones poco someras.
- C. Aislar cualquier zona de derrumbes o pérdida de circulación antes de introducir fluidos de perforación sintéticos.
- D. Proporcionar una resistencia adecuada en la zapata para perforar completamente a través del intervalo de Oligoceno (posibles estratos que contienen hidrocarburos).
- E. Proporcionar suficiente capacidad de sujeción axial para soportar los revestimientos de perforación de 18 "y 14" antes, durante e inmediatamente después de la cementación de estos.

El fluido de perforación a emplear será del tipo agua de mar y *pump and dump* (P&D: bombear y verter).

La cementación será del tipo lechada de amarre y de llenado sin un manejo de la presión.

- Asiente el zapato de 22 "en la parte de la cima de la sal.
- Aísle cualquier peligro superficial en formaciones poco profundas.
- Aísle cualquier zona de espeleología o pérdida de circulación antes de introducir fluidos de perforación sintéticos.
- Proporcione la resistencia adecuada en la zapata para perforar completamente a través del intervalo 0 del Mioceno Inferior (estratos que posiblemente contengan hidrocarburos).
- Proporcione suficiente capacidad de retención axial para soportar cajas de perforación de 18 "y 14" antes, durante e inmediatamente después de cementarlas.

Tubería de Revestimiento Intermedia (liner de 18”).

Alcanzando una profundidad máxima de 3,450 m, el *liner* de 18” tiene como objetivos principales dentro del pozo: Asentar un revestimiento de 18” para aislar formaciones del Oligoceno que contengan hidrocarburos. También aislar completamente el Oligoceno y lograr buena integridad en la zapata de 18” suficiente para permitir la perforación de la siguiente etapa. El fluido de perforación a emplear será sintético y a partir de esta etapa ya se dará un manejo de la presión de perforación.

- Use un revestimiento de 18” para la cima de la sal.
- Aísle completamente el oligoceno también y logre una buena integridad en la zapata de 18” que sea suficiente para permitir la perforación de la siguiente etapa.

Tubería de producción (Casing de 14”).

Este TR de producción pretende asentarse a 4,003 m para soportar el depósito potencial de los objetivos del Mioceno Intra Inferior 1, Mioceno 1 y Oligoceno 1 para proporcionar un pozo estable para realizar registros de cableado de formación evaluación en los intervalos Intra Mioceno Inferior y Oligoceno 1. El fluido de perforación que se utilizará será sintético, cementado y la presión de perforación se manejará.

Tubería de revestimiento de producción (Liner de 11 ¾”).

El revestimiento TR es la última tubería instalada en el pozo antes de la perforación hasta la profundidad final del pozo a 5, 076 m. El TR se colocará y se instalará para tener una buena integridad de la zapata antes de entrar en la rampa de presión

El revestimiento TR también aislará el agujero para mantener su estabilidad antes de la evaluación de la formación en el yacimiento Oligoceno 2.

El fluido de perforación que se utilizará será sintético, cementado y se manejará la presión de perforación.

Durante la perforación del pozo, pueden ocurrir varios escenarios o contratiempos que comprometan al pozo. De acuerdo con lo anterior PC Carigali incluirá medidas y acciones preventivas conforme cada sección dichas situaciones en cada etapa como se presenta a continuación.

Acciones preventivas durante la perforación del Pozo.

Conductor de 36".

Durante esta etapa se seguirán las siguientes medidas preventivas para evitar incidentes y accidentes, además de procurar la protección ambiental durante la operación (Tabla 2-8).

Tabla 2-8. Posibles problemas durante la perforación en el conductor de 36".

Escenario	Medidas preventivas
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	

Fuente: TEMA (2022)

Tubería de Revestimiento de 22".

Las medidas a seguir por el PC Carigali para TR de 22" serán las siguientes (Tabla 2-9).

Tabla 2-9. Posibles problemas durante la perforación en el conductor de 22"

Escenario	Medidas preventivas
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	

Escenario	Medidas preventivas
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	

Fuente: TEMA (2022)

Las medidas a seguir por el PC Carigali para TR de 18", 14" y 11 ¾" serán las siguientes (Tabla 2-10).

Tabla 2-10. Posibles problemas durante la perforación para las últimas secciones

Escenario	Medidas preventivas
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	

Fuente: TEMA (2022)

Cementación.

Esta actividad se realizará en todos los intervalos del pozo a excepción del 36" y del agujero descubierto.

Los recubrimientos del pozo se fijan con cemento junto con fluido de perforación, el cual es bombeado a través de la tubería de perforación en la parte inferior del pozo, y entre el espacio

del recubrimiento y la pared del pozo. Con vistas a minimizar la contaminación del cemento con el fluido de perforación se utilizan tapones y espaciadores de fluido. El tapón es empujado por el fluido de perforación para asegurar que el cemento quede bien posicionado en la parte de afuera del recubrimiento y la pared del pozo, así como entre el nuevo recubrimiento y el que está posicionado arriba de éste. Para lograr un cementado efectivo se utiliza un exceso de cemento.

Hasta que queda fijado el riser, una fracción del cemento utilizado sale de la boca del pozo y queda depositado en el lecho marino. Este cemento normalmente no se solidifica y queda disuelto por el agua de mar.

Explosivos y material radioactivo

PC Carigali no requerirá el uso de explosivos en operaciones rutinarias. El posible uso de explosivos durante operaciones no rutinarias será determinado por las condiciones particulares de la perforación. En todos los casos, los explosivos serán resguardados en el buque de perforación en contenedores o gabinetes específicos para tal fin.

El uso y manejo de dichos explosivos estará a cargo de empresas contratistas; sin embargo, PC Carigali verificará y se asegurará de que dichas empresas posean todos los permisos y concesiones correspondientes asociados al uso y manejo de explosivos.

El uso de sustancias radioactivas tampoco se considerará como una sustancia de uso normal, ya que los rastreadores radioactivos se utilizan generalmente como herramientas para medir el perfil de flujo de un pozo. Dado que las actividades de exploración no contemplan establecer un pozo con estas características no se prevé que este material sea usado dentro de las actividades rutinarias. Todos los desechos y sustancias que se mantengan en contacto con este tipo de materiales serán tratado como parte de los residuos industriales peligrosos.

2.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Se estima que esta etapa tenga una duración máxima de 1 mes.

Suspensión de pozo.

La suspensión o terminación de un pozo petrolero es un proceso operativo que se inicia después de cementada la última tubería de revestimiento de explotación y se realiza con el fin de dejar el pozo produciendo hidrocarburos.

El objetivo primordial de la terminación de un pozo es obtener la producción óptima de hidrocarburos al menor costo, por lo que debe efectuarse un análisis nodal para determinar que

aparejos de producción deben utilizarse para desarrollar el pozo adecuado a las características del yacimiento.

En la elección del sistema de terminación deberá considerarse la información recabada, indirecta o directamente, durante la perforación, a partir de: muestras de canal, núcleos, pruebas de formación, análisis petrofísicos, análisis PVT y los registros geofísicos de explotación.

En caso de que los reservas no sean suficientes el pozo será tapado de forma permanente, se le colocarán tapones de cemento, se cortarán las tuberías de reabastecimiento de bajo del lecho marino y el buque abandonará la ubicación por completo. La movilización de los equipos y materiales se realizará empleando el buque de perforación y las embarcaciones de apoyo.

El buque de perforación y las embarcaciones empleadas para el proyecto son rentadas, por lo que una vez que dejen de ser utilizadas serán regresadas a su lugar de origen, así como la tripulación proveniente del extranjero. Las únicas actividades realizadas durante el abandono del proyecto serán el manejo de residuos generados y el cierre de los pozos.

Independientemente de si el pozo contiene hidrocarburos o no, al finalizar las obras se taponeará de manera permanente.

Taponamiento y abandono de Pozo.

El objetivo de las actividades de taponamiento es impedir que una vez terminadas las actividades de perforación algún fluido de las formaciones escape del pozo y contamine el medio marino.

El pozo será abandonado de forma permanente, las tuberías de reabastecimiento serán cortados debajo del nivel del fondo marino, de acuerdo con los lineamientos de la CNH.

Desmovilización de embarcaciones y equipo.

Una vez que las actividades de exploración lleguen a su fin y el pozo sea taponeado de manera permanente, se procederá a la desmovilización del equipo de perforación, que tendrá una duración de 1 día.

2.2.5 Residuos.

PC Carigali desarrollará un plan de gestión de los residuos en cumplimiento con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y sus reglamentos; con las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y con el convenio MARPOL 73/78. En este plan se incluirán todos los

procedimientos para el almacenamiento temporal, recolección, separación procesamiento, reciclaje, reutilización y disposición final de los residuos de acuerdo con su nivel de peligrosidad.

Las embarcaciones para el proyecto contarán con áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos, de acuerdo con características de compatibilidad y peligrosidad de cada uno. Los residuos podrán ser triturados para reducir su tamaño, pero no podrán ser mezclados o incinerados. La disposición final de los residuos será realizada por empresas autorizadas para ello en el puerto base.

2.2.5.1 Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

Durante todas las etapas del Proyecto las embarcaciones producirán residuos sólidos y líquidos lo cuales serán almacenados de manera temporal en las embarcaciones para posteriormente ser entregados en el puerto base a un tercero autorizado para su disposición final.

Los instrumentos legales aplicables al proyecto en materia de residuos se explican en detalle en el Capítulo III de este estudio.

Las embarcaciones empleadas para el Proyecto evitarán al máximo el derrame de hidrocarburos bajo cualquier circunstancia. Cualquier derrame se tratará como una situación de emergencia y en caso de presentarse dicha situación extraordinaria se seguirá el SOPEP (plan de emergencia por contaminación de hidrocarburos) de cada embarcación.

A bordo de las embarcaciones y de acuerdo con la legislación nacional y convenios internacionales, cualquier descarga de hidrocarburos al mar está prohibida. Para tal efecto se tomará en consideración el Anexo 1 de MARPOL.

Se planean tener dos tipos de descargas al mar las cuales serán realizadas siempre a no menos de 12 millas náuticas de la costa más cercana; estas serán aguas tratadas que por sus condiciones cumplen con la legislación mexicana (NOM-001-SEMARNAT-2021) y con los convenios internacionales en relación con vertimientos. El segundo tipo de descarga será el de residuos orgánicos triturados (NOM-149-SEMARNAT-2006).

En la Tabla 2-11 se presenta un estimado de los residuos que las embarcaciones podrían generar.

Tabla 2-11. Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos

Tipo de residuo	Cantidad	(Ton/mes)	Ton/año
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.			

Tipo de residuo	Cantidad	(Ton/mes)	Ton/año
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.			

* Conforme lo establece la NOM-001-ASEA-2019.

Fuente: TEMA (2022)

2.2.5.2 Manejo de residuos y descargas.

Todos los residuos sólidos serán separados, compactados cuando sea posible, y almacenados a bordo de la embarcación para su disposición final en tierra firme. Los residuos serán almacenados hasta regresar a tierra donde serán transportados y dispuestos por contratistas autorizados por SEMARNAT para este fin.

Desechos especiales o peligrosos serán almacenados en contenedores apropiados, por separado de los residuos no peligrosos y desechados en un centro de recepción certificado en puerto. Se desarrollará e implementará un plan de gestión de residuos, y se anotarán los volúmenes y tipos de desechos, así como las rutas de disposición.

Los residuos alimenticios serán descargados en el mar después de pasar por un proceso de molienda o trituración, a una distancia mínima de la costa de 12 millas náuticas. Sin embargo, se buscará en la medida de lo posible que sean manejados como el resto de los residuos y transportados a puerto para ser dispuestos por empresas autorizadas por el municipio. Los desperdicios de comida más grandes que no puedan ser macerados y descargados, se almacenarán en bolsas para su eliminación como basura.

La regulación MARPOL 73/78 especifica que las descargas de agua residual y residuos alimenticios deberán pasar por una planta de tratamiento, trituración y sistema de desinfección equipado con instalaciones para el almacenamiento temporal de las aguas residuales o tanque de retención para cumplir con normas aplicables, y serán descargadas a más de 12 millas náuticas de la costa, o bien serán contenidas y descargadas en establecimientos apropiados en tierra. La concentración de aceite en el agua de sentina descargada debe cumplir con las normas MARPOL (15 partes por millón - aceite en agua). Esto se logrará a través del uso de un sistema de separación aceite/agua previa a la descarga.

2.2.5.2.1 Manejo de residuos sólidos.

Las embarcaciones producirán una cantidad relativamente pequeña de corrientes de desechos sólidos. Los desechos generados durante las operaciones del estudio estarán formados por:

- Desechos sólidos no peligrosos, entre ellos, residuos alimenticios y basura doméstica en general (por ej., materiales de envoltura, bolsas de papel/plástico y envases).
- Desechos peligrosos, como aceite lubricante usado, baterías de litio, filtros de aceite, estopas o trapos impregnados, pilas de litio, solventes, diluyentes, fluidos hidráulicos, trapos aceitosos, entre otros.

Los residuos peligrosos serán separados de otros residuos y almacenados hasta su disposición final en tierra, por medio de empresas especializadas para dicho fin.

Respecto a los recortes y trabajos de cementación se pueden generar:

- Polvo de operaciones de transferencia a granel: cantidades mínimas de producto a granel (por ejemplo, barita, cemento, etc.) que pueden liberarse durante las transferencias desde botes de suministro al buque de perforación.
- Exceso de lechada de cemento: el exceso de cemento mixto bombeado a los pozos, incluidos los aditivos y los desechos del lavado del equipo, después de una operación de cementación. El cemento mixto para pruebas de equipos no cumple con la definición de exceso de lechada de cemento.
- Lechada de cemento no utilizada: lechada de cemento utilizada para probar equipos o como resultado de cambios en las especificaciones del cemento. Las tres principales fuentes / causas de dicha suspensión extra de cemento: puesta en servicio de nuevas unidades, reparaciones de equipos y cemento fuera de especificación.

Por otro lado, se esperan que existan descargas en el fondo marino durante las operaciones de elevación de tuberías. Sin embargo, estos aditivos se degradarán rápidamente. Asimismo, está demostrado que estos fluidos cumplen su función durante el tiempo en que se usen.

2.2.5.2.2 Manejo de residuos de recortes de perforación.

En la etapa de perforación interviene la utilización de diversas metodologías que implican el uso de sustancias químicas para facilitar la introducción de la maquinaria al lecho marino, tal es el caso de los fluidos o lodos de perforación, los cuales de acuerdo con la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas (IOGP por sus siglas en inglés) existen 3 grupos, que se clasifican como se muestra a continuación:

1. Grupo I: Incluye crudo, diésel y aceites minerales convencionales.
2. Grupo II: incluye aceites minerales de baja toxicidad.
3. Grupo III: incluye aceites minerales mejorados, olefinas, parafinas, esteres y algunos llamados “sintéticos”.

Además de estos grupos se tienen los Fluidos de Perforación de Base Agua (WBM) los cuales, tal como su nombre lo indica, el ingrediente activo es a base de agua, lo que minimiza el impacto y toxicidad del fluido en comparación con los de base aceite. Típicamente para WBM, en áreas sin receptores sensibles particulares, los lodos y recortes de WBM se descargan directamente al mar después de pasar por el sistema de control de sólidos. La descarga puede ser de la superficie o del fondo marino.

El uso de estos productos para la perforación, mezclados con el agua marina, sedimento del lecho marino y rocas extraídas en la etapa de perforación crean lodos los cuales quedan impregnados del fluido utilizado para la perforación. Existe un parámetro llamado “OOC” (Oil On Cuttings, retención en los recortes de perforación) el cual se refiere al porcentaje de impregnación de los fluidos en los esquejes o recortes de perforación, los cuales siempre son determinados en base húmeda. La eficacia de la degradación y desprendimiento de los lodos de perforación depende del sistema de eliminación de sólidos que se utilice (OnePetro, 2015).

Se cuenta con diversas metodologías para el tratamiento de estos lodos, los cuales en ocasiones tienen altas concentraciones del fluido implementado para la perforación, y dependiendo de las características de este pueden tener una alta toxicidad.

Para el presente proyecto, se planea perforar las secciones superiores del pozo de 36" y 22" con lodo a base de agua (WBM). Mientras que la perforación de las secciones más profundas se realizará con lodo con base sintética (SBM).

Los residuos de perforación serán manejados conforme a los siguientes escenarios:

- ✓ **Cero descargas.**
- ✓ **Descarga de lodos de recortes de perforación al mar.**

PC Carigali tramitará el permiso de vertimiento ante la Secretaría de Marina (SEMAR), en solicitud del vertimiento de los lodos de recortes de perforación. En caso de ser denegado los recortes serán manejados de acuerdo con el primer escenario. En caso de ser aceptado se presentará la Autorización de Impacto Ambiental expedido por la Agencia, así como el Programa de vertimiento donde se indiquen las obras o actividades a realizar, así como el resto de los requerimientos indicados en el artículo 19 de la Ley de vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM).

A continuación, se detallan los escenarios conforme se manejarán los residuos de lodos de perforación.

1) Cero descargas:

En caso de que sea denegado el permiso de vertimiento de lodos se contempla "almacenar y enviar" (almacenar a bordo antes de enviar a la costa usando contenedores) recortes SBM para su disposición en tierra.

Para ello, PC Carigali cuenta con un Plan de Manejo de Control de Sólidos, el cual considera los siguientes puntos:

- I. **Tamizado:** El buque cuenta con pantallas tamizadoras con la capacidad pertinente para el caudal pretendido. Esta etapa controla los sólidos.
- II. **Centrifugación:** se cuenta con dos unidades de centrifugación, lo cual permite la eliminación del LGS del lodo y controlar el MW.
- III. **Cajas de almacenamiento de los recortes de perforación (DCB):** todos los recortes de perforación se recolectarán en DCB, las cuales posteriormente se enviarán mediante embarcaciones a la costa, donde se pasarán a un vehículo terrestre hasta el sitio de disposición final donde se les dará el tratamiento adecuado.

- IV. **Tratamiento y Disposición:** las cajas de almacenamiento que contienen los recortes se transferirán a través de un sistema de barrena para su posterior tratamiento térmico, secará el lodo y colocarlo en contenedores especiales para enterrarlo en áreas especiales.

Cabe mencionar que el Plan de Manejo de Control de Sólidos se apegará a la reglamentación actual aplicable para el manejo y disposición final de dichos materiales con base a la NOM-149-SEMARNAT-2006: Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.

2) Descarga de lodos de recortes de perforación al mar.

Este escenario será considerado únicamente cuando se haya aceptado vertimiento de lodos de perforación por la SEMAR. Con base a ello, se evalúo el impacto de la descarga de los recortes, como complemento para esta Manifestación de Impacto Ambiental, por medio de un modelo de dispersión (modelo DREAM), el cual se describe en el apartado 2.2.5.2.4.

Para poder realizar la descarga en el mar, se establece como porcentaje de aceite en los recortes un límite menor a 6.9 %, el cual está establecido por la EPA (US EPA, 2000) y las políticas y normativas internas de la compañía (PETRONAS, 2017). Una descarga menor a este límite permite un óptimo de biodegradabilidad en el ambiente (esto está considerado para base húmeda).

En el caso de que se acepte el vertimiento al mar por parte de las autoridades, los recortes y lodo resultantes de las secciones superiores (con lodo a base de agua [WBM]) se verterán directamente en el fondo del mar. En cambio, los recortes de las secciones más profundas (con lodo con base sintética [SBM]) se verterán del buque alrededor de 5 a 10 metros de bajo la superficie del mar. Cabe mencionar que solo se hará vertimiento de lodos impregnados con cantidades menores de 6.9 % de aceite, con base a los límites establecidos por la EPA (US EPA, 2000) y las políticas y normativas internas de la compañía (PETRONAS, 2017).

En la Tabla 2-12 se presenta el volumen de recortes que se generarán como parte de la perforación exploratoria de acuerdo con cada intervalo o etapa de perforación.

Tabla 2-12. Recortes de perforación por etapa del Pozo Najaal-1EXP

Etapa	Recortes de perforación (Toneladas)
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	

Fuente: PETRONAS (2022)

2.2.5.2.3 Plan de Control y tratamiento previo a la descarga al mar.

En caso de ser autorizada la descarga de los lodos de recortes de perforación ante SEMAR, PC Carigali llevará a cabo un Plan de Control y tratamiento previo a la descarga al mar, el cual considera los siguientes puntos:

- I. **Gestión del Control de Sólidos:** El buque cuenta con pantallas tamizadoras con la capacidad pertinente para el caudal pretendido. Esta etapa controla los sólidos.
- II. **Centrifugación:** se cuenta con dos unidades de centrifugación, lo cual permite la eliminación del LGS del lodo y controlar el MW.
- III. **Secado de lodos:** Se planea instalar un secador de esquejes para eliminar el exceso de líquido de las descargas del agitador de los recortes. El rendimiento anticipado de esta unidad es reducir el aceite en los recortes a alrededor del 4-6% en peso, según los tipos de formación. La medición de la OOC en la descarga del secador debe realizarse al menos una vez cada 12 horas. Un beneficio adicional de usar un secador aguas abajo de los agitadores es que debería permitir el uso de pantallas más finas en los agitadores. El lodo recuperado del tintorero debe procesarse a través de una centrífuga antes de volver a agregarlo al sistema de lodo. Esto es vital para evitar la carga de sólidos de perforación del sistema de lodo (Figura 2-6).

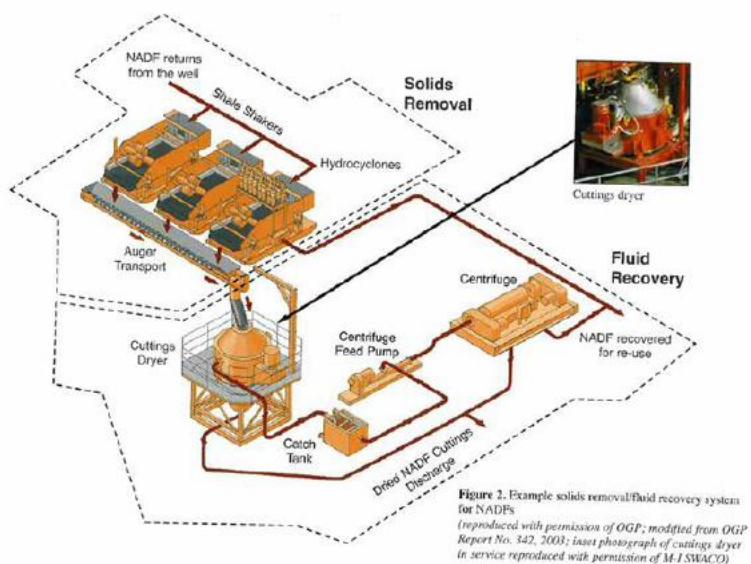


Figura 2-6. Sistema de secado dentro de la embarcación de perforación

Fuente: PETRONAS (2022)

Para su vertimiento al mar se considerará lo señalado en la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas:

Artículo 11.- El interesado, al presentar la solicitud para el vertimiento de desechos u otras materias, incluyendo los materiales de dragado, materiales orgánicos no contaminados de origen natural, desechos de pescado o materiales resultantes de las operaciones de elaboración del pescado, buques, plataformas, geológicos, hierro, acero, hormigón y fangos cloacales; deberá acreditar que agotó cualquiera de las opciones de manejo integral de desechos que comprenden enunciativa y no limitativamente las siguientes:

- I. Reutilización;
- II. Reciclaje fuera de las aguas marinas mexicanas;
- III. Destrucción de los componentes peligrosos;
- IV. Tratamiento para reducir o retirar los componentes peligrosos;
- V. Evacuación en tierra, en la atmósfera y en el mar.

Artículo 13.- La descripción y caracterización tóxica, física, química y biológica de los desechos, es un requisito para determinar la procedencia de verterlos, así como para considerar las alternativas. La Secretaría no autorizará el vertimiento cuando la caracterización de los desechos sea insuficiente y no pueda evaluarse adecuadamente su posible impacto en la salud y en el ambiente costero y marino.

No se autorizarán vertimientos de desechos u otras materias en áreas naturales protegidas marinas y sus zonas de influencia, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en aquellas áreas que establezca la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo 15.- ...En el Acuerdo, se definirán los desechos, materiales o sustancias que no pueden ser objeto de vertimiento.

Para esta definición se considerarán, de manera enunciativa y no limitativa:

- I. Las sustancias antropogénicas tóxicas, persistentes y bioacumulables, entre otras: plásticos persistentes y demás materiales sintéticos, cadmio, mercurio, organohalógenos, organometálicos, hidrocarburos y sus derivados, cuando proceda, arsénico, plomo, cobre, zinc, berilio, cromo, níquel, vanadio, y sus compuestos de todos estos; compuestos orgánicos de silicio, cianuros, fluoruros, plaguicidas y pesticidas o sus subproductos distintos de los organohalógenos, y

II. Aquellos compuestos respecto de los cuales se disponga de información que demuestre que causan daños a la salud humana o al ambiente marino y costero.

Artículo 18.- La Secretaría otorgará permiso para vertimiento a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjeras, previo el cumplimiento de los requisitos que se establecen en la presente Ley, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, o en su caso, en función de la evaluación de los resultados de los estudios técnicos e información científica aplicable en la materia, que deberá presentar el interesado.

Artículo 27.- Adicionalmente a los requisitos que establece la presente ley, el interesado deberá cumplir con lo siguiente:

I. Entregará los resultados originales de análisis que se hayan determinado conforme al tipo de material que se pretende verter, debiendo anexar cromatogramas, hojas de campo y cadena de custodia de la muestra y en cuatro puntos alrededor del mismo con un radio mínimo de una milla náutica de distancia, o la que determine la Secretaría en función del área en donde se vaya a efectuar el vertimiento, a fin de dar seguimiento a los posibles efectos del vertimiento en la zona de tiro autorizada, elaborados por un laboratorio acreditado, tres días hábiles después de finalizar el vertimiento;

II. Entregar el muestreo y análisis expedidas por el laboratorio responsable, debiendo asentar en el reporte de laboratorio la fecha, hora y coordenadas geográficas del lugar de colecta, indicando si los resultados no excedieron los límites máximos permitidos por la normatividad ambiental vigente, conforme lo señalado en el Capítulo III de la presente Ley;

III. Presentará, cuando se trate de material producto de dragado, previamente a la ejecución del proyecto, la evaluación de los lixiviados de los lodos o sedimentos del dragado que serán vertidos al mar, debiendo tomar la muestra antes de iniciar el vertimiento al mar; asimismo elaborará un estudio de la composición bentónica de la zona autorizada; IV. Entregará, cuando el caso lo requiera, los estudios batimétricos e hidrodinámicos de la zona de tiro, realizados dentro de los tres días hábiles siguientes al término de las operaciones de vertimiento, o dentro del tiempo que establezca la Secretaría;

IV. Entregará, según el caso y por el tiempo que señale la Secretaría, un informe relativo a monitoreos ambientales, con el fin de constatar que no exista un posible daño ambiental causado por las maniobras propias de las actividades a desarrollar, así como mantener la zona en las condiciones ambientales que hasta el momento se tienen establecidas, debiendo anexar cromatogramas, hojas de campo y cadena de custodia, y VI. Suspenderá las actividades de

vertimiento ante la presencia de un fenómeno meteorológico que por su magnitud e intensidad pudiera causar daños a los ecosistemas, y procederá de la misma forma cuando el vertimiento por sí mismo provoque las mismas consecuencias.

Para tal efecto el PC Carigali previo al vertimiento, realizará el trámite ante la SEMAR para obtener la autorización para el vertimiento de sustancias al mar, dentro de la información que contendrá dicha solicitud se encuentra lo indicado en el artículo 8 de la LVZMM:

1. La necesidad de efectuar el vertimiento.
2. El tipo, naturaleza y cantidad de los desechos o materias que pretendan verterse y el peligro que puede representar el vertimiento para la salud humana o el medio ambiente, considerando la biota costera y marina, los recursos minerales marinos, la dinámica costera y marina, las playas y los valores económicos, recreativos, escénicos y los usos legítimos del mar, particularmente en relación con lo siguiente:
 - a) La transferencia, concentración y dispersión de las sustancias que se pretendan verter y sus metabolitos (bioproductos);
 - b) Los cambios sustanciales en la diversidad, productividad y estabilidad de los ecosistemas marinos;
 - c) La permanencia y persistencia de las sustancias vertidas;
 - d) Alternativas en tierra y sus impactos ambientales probables, lugares y métodos para llevarlos a cabo, tomando en cuenta el interés público y la posibilidad de un impacto adverso en las zonas marinas mexicanas, y
 - e) El efecto que cause en los océanos y su influjo en los estudios científicos, pesca y otras exploraciones de los recursos vivos e inertes del mar;
3. El método, frecuencia y la fecha en que deberá realizarse el vertimiento;
4. La forma de almacenar, contener, cargar, transportar y descargar la sustancia o material a verter;
5. La ubicación para el vertimiento, la distancia más próxima a la costa, profundidad en el área y técnica proporcionada por el interesado.
6. Los sitios predeterminados por la Secretaría para que se realice el vertimiento;

7. La ruta que de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes deberá seguir el buque o aeronave que transporte la sustancia al sitio de vertimiento;
8. Las precauciones especiales que deban ser tomadas respecto de la carga, transporte y vertimiento de la sustancia;
9. Los pormenores del proceso de producción y de las fuentes de desechos en dicho proceso, y
10. La viabilidad de cada una de las siguientes técnicas para reducir o evitar la producción de desechos:
 - a) Reformulación del producto;
 - b) Tecnologías de producción limpias;
 - c) Modificación del proceso;
 - d) Sustitución de insumos, y
 - e) Reutilización en ciclo cerrado en el sitio.

2.2.5.2.4 Modelado DREAM para la descarga de recortes de perforación.

Con el objetivo de evaluar el impacto de la descarga al mar de los recortes de perforación se utilizó el Modelo de Evaluación de Riesgos y Efectos Relacionados con la Dosis (DREAM, por sus siglas en inglés), el cual calcula el Factor de Impacto Ambiental (EIF, por sus siglas en inglés), para evaluar la deposición, la propagación y los riesgos ambientales potenciales para la columna de agua y el sedimento causado por las operaciones de perforación exploratoria planificadas.

Una unidad de EIF equivale a $100 \times 100 \times 10 \text{ m}^3$ en la columna de agua y a $100 \times 100 \text{ m}$ en el fondo del mar. El reporte de simulación de vertimiento de lodos de perforación se presentan el **Anexo 3 Capítulo 2.**

La metodología EIF sigue el concepto genérico para la evaluación de riesgos ambientales según lo descrito por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, 1993) y la Comisión Europea (CE, 2003). El método se basa en un enfoque PEC/PNEC, en el que la concentración ambiental predicha (PEC) para cada compuesto descargado o estresante se compara con una concentración prevista sin efecto (PNEC) para ese mismo compuesto/estresor.

Para calcular el EIF en la columna de agua superior (0 - 400 m de profundidad) columna de agua inferior (800 – 1,100 m) y en los sedimentos, las sustancias específicas y/o fuentes de estrés son

traducidas a una probabilidad de riesgo, utilizando como criterio mínimo el 5% de la probabilidad de riesgo (Figura 2-7).

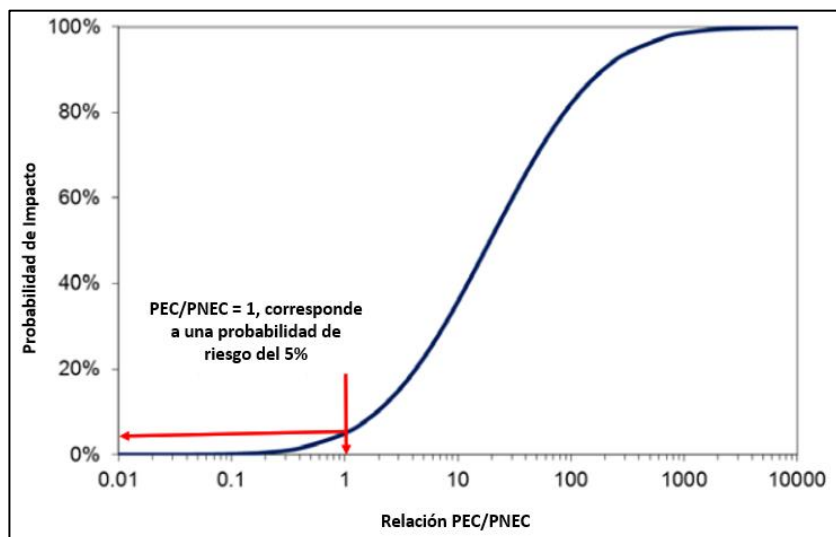


Figura 2-7. Relación entre la relación PEC / PNEC y la probabilidad de riesgo (en %).

Un valor mayor a este porcentaje implica que una especie seleccionada al azar en el medio ambiente está expuesta a concentraciones que exceden su concentración crónica sin efecto (NOEC, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, se ha sugerido que la concentración a la cual la probabilidad de riesgo es del 5% corresponde a la PNEC.

Con base a lo anterior, se utilizó el modelo para calcular el EIF derivado de la descarga de lodos para la columna de agua y sedimentos, considerando las siguientes fuentes de estrés para:

La columna de agua:

- 1) Toxicidad de los químicos en la columna de agua
- 2) Partículas de barita suspendida, bentonita y otros tipos de partículas presentes en el agua

Sedimentos:

- 1) Toxicidad causada por metales y productos químicos depositados
- 2) Agotamiento de oxígeno en la capa de sedimento
- 3) Deposición de partículas en el fondo del mar

- 4) Cambio en el tamaño medio del grano de sedimento causado por partículas depositadas en el fondo del mar.

Para el Bloque 4 se realizó la simulación en el periodo de diciembre a marzo. Los datos de entrada inherentes al medio físico abarcan variables como: temperatura, salinidad, dirección y velocidad de corrientes a 10 m de profundidad y hasta la superficie máxima de perforación. En cuanto a los datos de entrada correspondientes a las actividades propias de la perforación son: cantidad y tipo de sustancias utilizadas y vertidas al medio por cada sección de la perforación, estos incluyen la cantidad y composición de las partículas descargadas en cada sección (Tabla 2-13). Todos datos de entrada vendrán contenidos en anexos del documento MIA-R.

Tabla 2-13. Volúmenes de descarga en la simulación

Sección de perforación	Total de recortes (Toneladas)	MG3 Base aceite (Toneladas)
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		

Resultados de simulación.

La simulación arroja valores de estrés para tres secciones del medio: Columna de agua superior (0-400 metros), columna de agua inferior (800 a 1,100 m) y sedimentos.

Columna de agua

El EIF máximo calculado en la columna de agua superior para el Bloque 4 es de 5. La barita (95.83%) es el compuesto que más riesgo aporta al EIF. La descarga de recortes proveniente de la plataforma al ser descargados se extiende a mayor profundidad, distribuyéndose a través de la columna de agua debido a las corrientes y temperatura; además de también depositarse en el lecho marino.

En el caso de la columna de agua inferior, el EIF máximo es de 36,863 donde la barita (73%) continúa siendo el compuesto que aporta el mayor riesgo. La duración del riesgo es continua durante los vertidos en el fondo marino y no hay riesgo inmediato a la descarga.

La (Figura 2-8) muestra el porcentaje de contribución del riesgo máximo de cada uno de los componentes utilizados en la perforación para la columna superior (gráfica izquierda) e inferior (gráfica derecha).

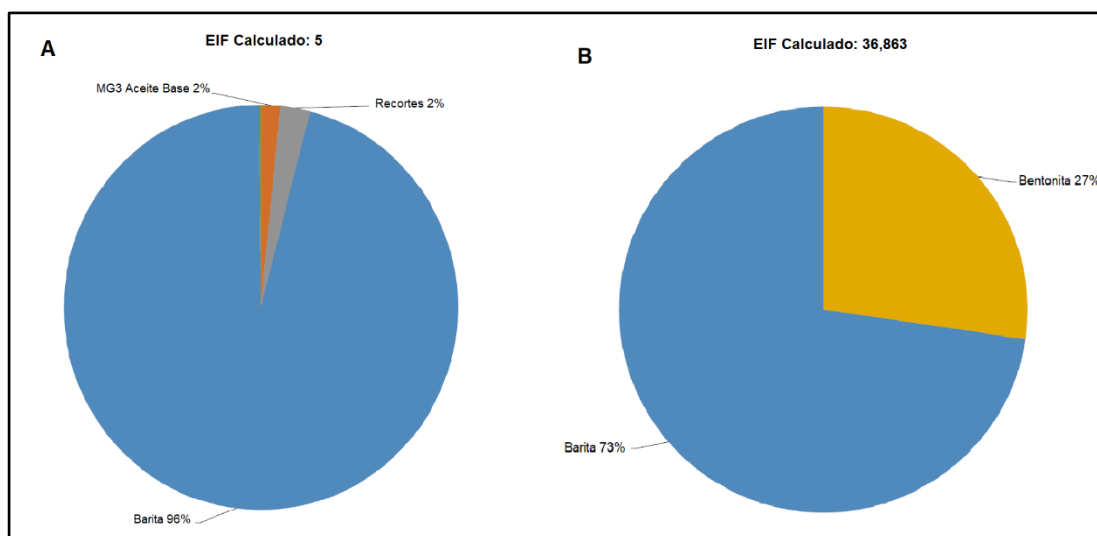


Figura 2-8. EIF calculado y aporte de las sustancias al riesgo (a) columna de agua superior y b) columna de agua inferior.

Se observa que en la columna superior el EIF máximo calculado es mucho menor con respecto a la columna inferior. Para ambos estratos la barita es la sustancia que más aporta al EIF. Lo anterior, debido a la gran cantidad de barita utilizada durante la perforación.

Distribución espacial del riesgo

La Figura 2-9 muestra la distribución geoespacial, proyectada en superficie, donde existe un riesgo mayor o igual al 5% ($PEC/PNEC=1$) en la columna de agua superior. La Figura 2-10 muestra la distribución en la columna de agua inferior. Además, se muestran secciones verticales con la dispersión del riesgo.

Características del proyecto (secreto industrial),
información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la
LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Figura 2-9. Distribución espacial del máximo EIF en columna de agua superior.

Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Figura 2-10. Distribución espacial del máximo EIF en columna de agua inferior.

Para la columna de agua superior el riesgo se extiende predominantemente hacia el noreste del pozo Naajal. El área del riesgo es aproximadamente de 35.78 hectáreas, lo que representa el 0.015 % del área contractual. Para la columna de agua inferior el riesgo se extiende predominantemente hacia el noreste del pozo Naajal. El área del riesgo es aproximadamente de 15,649.09 Hectáreas, lo que representa el 6.597 % del área contractual.

Debido al bajo valor de EIF en la columna de agua superior, la representación de este en la sección vertical es nula. En relación con la columna de agua inferior se puede apreciar que la zona de riesgo se extiende de manera irregular de los 920 a los 980 metros de profundidad.

En este sentido, se considera que el máximo riesgo del vertimiento de lodos de perforación se da en la columna de agua inferior. Sin embargo, el área proyectada en superficies es bajo con respecto al área contractual.

A pesar de que existe cierto impacto ambiental en la columna de agua, principalmente en la columna inferior, éstos se encuentran acotados a periodos cortos (Figura 2-11 y Figura 2-12).

En la Figura 2-13 se observa que existen 3 periodos de tiempo con valores de EIF, los cuales tienen una duración promedio de 3, 4 y 1 día, respectivamente. Por su parte en la Figura 2-14 se observa que los valores de EIF en la columna de agua inferior el EIF se manifiesta, aproximadamente, del día 15 al 24.

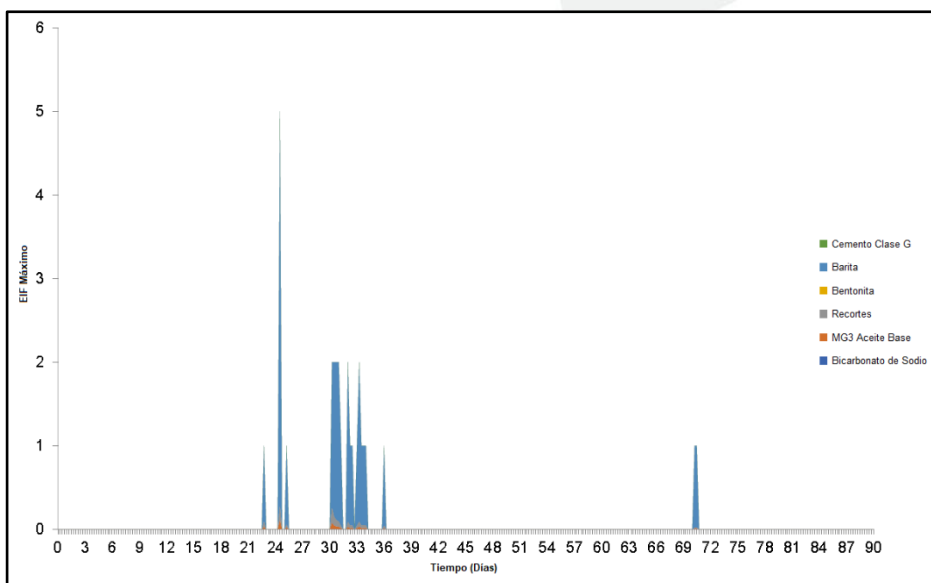


Figura 2-11. Comportamiento del EIF en la Columna de agua superior

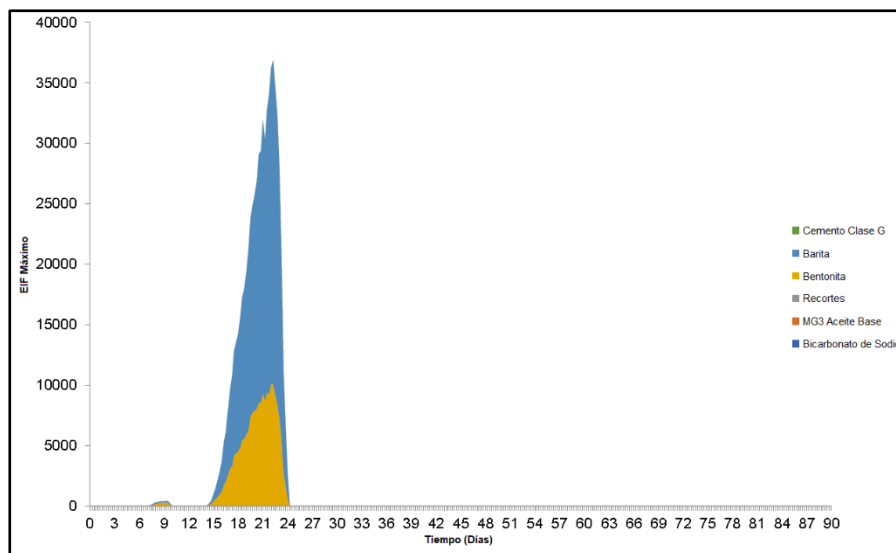


Figura 2-12. Comportamiento del EIF en la Columna de agua inferior.

Sedimentos.

De los componentes que aportan valor al riesgo en sedimentos (clorato de sodio, MG3 base aceite, grosor, disminución de oxígeno, y tamaño del grano) la mayor contribución de riesgo proviene de la demanda de oxígeno, que contribuye en 59 % del riesgo ambiental total para el periodo de simulación. El segundo factor que más contribuye al riesgo (33%) es el tamaño de grano, seguido finalmente por el grosor que ocupa el 8% (Figura 2-13).

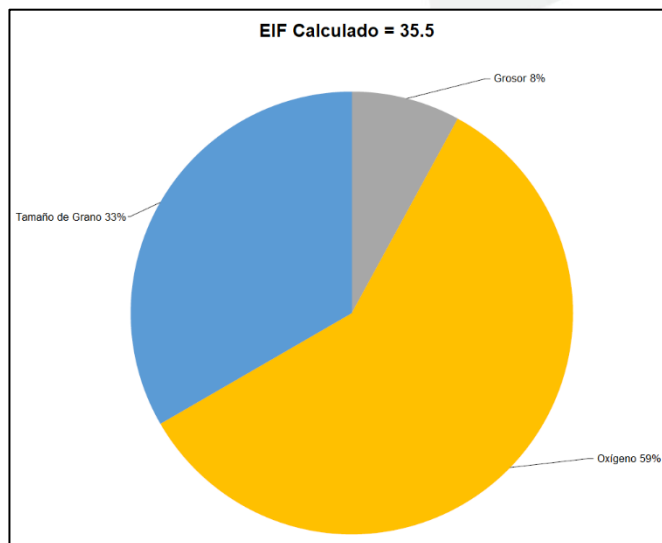


Figura 2-13. EIF máximo calculado y aporte de las sustancias al riesgo para sedimentos.

La Figura 2-14 muestra la representación gráfica del riesgo por la descarga de lodos en los sedimentos con el paso del tiempo. Al inicio de la descarga no se observa un efecto en los sedimentos; sin embargo, aproximadamente en el día 14, existe un incremento del EIF ocasionado principalmente por el tamaño del grano, después del día 160 el EIF alcanza un pico provocado mayormente por la disminución de oxígeno. A partir de este punto el factor decrece de manera casi exponencial y en consecutivo disminuye con el paso del tiempo.

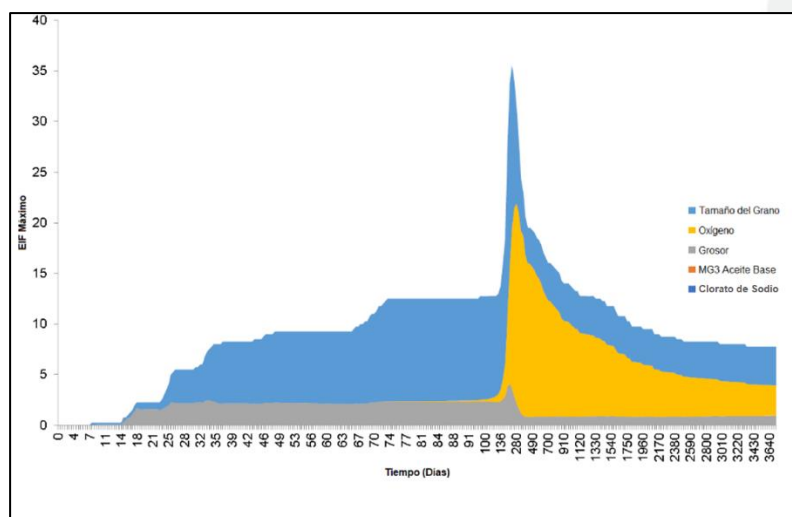


Figura 2-14. Comportamiento del EIF en sedimentos

Aunque los valores de EIF en los sedimentos (máximo 35.5) tienen una permanencia mayor a los presentes en la columna de agua superior e inferior (valores de máximo 5 y 36,863 respectivamente), dichos valores son sustancialmente más bajos.

Distribución espacial del riesgo.

La Figura 2-15 muestra que la máxima acumulación del sedimento alcanza un grosor de aproximadamente 180 mm. Esta máxima acumulación se da a una distancia de entre 0.57 a 0.68 km del pozo. De acuerdo con la dinámica oceanográfica la permanencia de estos sedimentos variará a lo largo del tiempo, disminuyendo periódicamente a lo largo del tiempo.

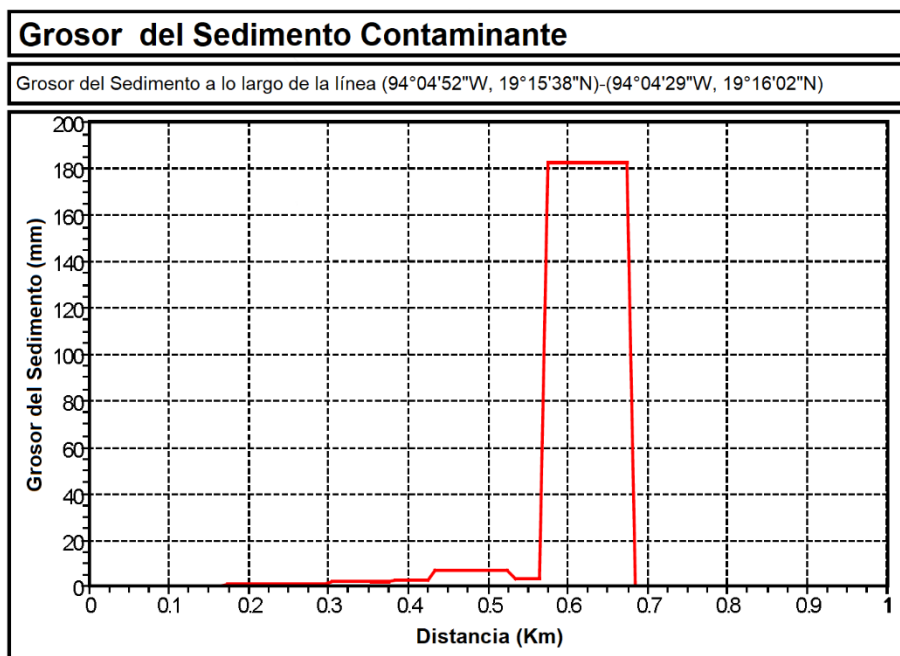


Figura 2-15. Espesor de sedimentos

La Figura 2-16 muestra la distribución espacial de valores máximos de EIF de la descarga de lodos para el periodo de simulación la cual se extiende principalmente hasta los 0.70 km con dirección Oeste-suroeste y 0.80 km con dirección Este-noreste. La distribución espacial de los sedimentos es pequeña pues abarca 40.62 hectáreas, lo que representa el 0.017% con respecto al área contractual.

Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Figura 2-16. Distribución espacial del máximo EIF en sedimentos

Conclusiones.

Conforme a los resultados de la modelación, se puede observar que el impacto en la columna de agua se describe como puntual y de baja temporalidad, siendo la columna de agua inferior con valores de EIF mayores.

En referencia a la deposición de los sedimentos, estos se efectuarán a muy poca distancia del pozo de perforación, con un bajo espesor, una permanencia que disminuirá con el paso del tiempo y se efectuará en un área pequeña en relación con el área total del Bloque 4 (0.017%).

Solicitud de liberación de recortes de perforación al mar (**Anexo 7. Capítulo 2. Solicitud vertimiento a SEMAR**)

PC Carigali es una compañía comprometida con el cuidado del entorno natural de donde desarrollan sus actividades de exploración y extracción, así como con el enfoque sustentable y de protección al medio ambiente en cada una de sus actividades.

Tal es el caso de la Perforación exploratoria de las áreas contractuales pertenecientes en el Golfo de México.

En agosto 2021, se preparó un reporte de solicitud de la liberación de los recortes de perforación en la perforación del pozo Sayulita 1-EXP del Área Contractual 12. Dentro de esta solicitud se realizaron varios estudios al lodo sintético, que como se ha mencionado con antelación es biodegradable de acuerdo con normativas internacionales y la EPA 2000.

En el **Anexo 7 Capítulo 2** se incluye el escrito libre con sus respectivos anexos, dentro del cual se describe a detalle:

- Estudios de simulación del efecto de vertimiento de lodos de perforación en el Área Contractual 12. El modelo DREAM evalúa el efecto de vertimiento de estos lodos en la columna de agua y sedimentos.
- Caracterización del lodo de perforación mediante un análisis CRIT y un estudio de biodegradabilidad.
- Investigación sobre factores ambientales y características del medio físico y biológico del área de estudio.

De acuerdo con el Escrito libre entregado ante la SEMAR (Anexo 7 Capítulo 2) hay una posibilidad mayor para que los recortes de perforación sean liberados al mar teniendo un menor impacto al

ambiente, económico y logístico en comparación con su transportación y disposición en tierra, con base en los siguientes puntos:

1. La naturaleza química del lodo de perforación lo cataloga como un residuo no peligroso, con base en la NOM-052-SEMARNAT-2005 pues este cumple con cada uno de los parámetros descrito en el análisis CRIT. Es decir, el lodo de perforación no es corrosivo, reactivo, inflamable o tóxico.
2. Sumado a lo anterior el lodo cumplió con el porcentaje de biodegradación mediante la prueba OECD 301D, por lo que el lodo es considerado como una sustancia biodegradable.
3. Mediante la aplicación de métodos científicos como la modelación y evaluación de impactos, sumados a los procesos internos de PETRONAS para la regulación y manejo de los lodos de perforación (**Anexo 4. Capítulo 2.** del escrito libre), se puede concluir que el vertimiento de estas sustancias al mar es una actividad viable desde un punto de vista ambiental.
4. Los posibles impactos determinados en la MIA-R del área contractual bloque 4, son puntuales y con resiliencia evaluada a corto y mediano plazo. Esto último sustentado en cada uno de los estudios y fuentes mencionadas en este escrito.
5. Con base en lo descrito en cada uno de los apartados de este escrito se tiene que el vertimiento del lodo de perforación en el mar es viable una vez evaluadas sus alternativas en tierra y los efectos de este en el medio marino.

La respuesta de SEMAR fue que con base en el DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (DOF, 2020) en su Artículo 6 Bis.- En materia de vertimientos en zonas marinas mexicanas por actividades del sector hidrocarburos, la Secretaría y la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, establecerán mecanismos específicos de coordinación para el ejercicio de sus respectivas atribuciones de regulación y supervisión.

De acuerdo con lo ya establecido previamente en el presente estudio desde la sección 2.2.5.2.2 Manejo de residuos de recortes de perforación. Hasta el presente párrafo, se solicita que la AGENCIA otorgue como favorable la descarga de estos recortes de perforación siendo la opción más viable en comparativa con la disposición en tierra.

2.2.5.3 Residuos líquidos.

Se tendrán descargas de aguas residuales sanitarias y de aguas grises de cubierta. Durante las actividades de perforación, los volúmenes de descarga de agua variarán según el tipo de buque.

Las descargas serán tratadas previo a su descarga y contarán con su autorización para descarga emitido por la CONAGUA.

2.2.5.3.1 Aguas residuales.

Las aguas residuales que se generarán serán del tipo:

- a) Domésticas: generadas por el uso de aguas para aseo personal.
- b) Industrial: provenientes de las actividades de perforación y de la operación del buque como: agua de sentina, de lastre, del mantenimiento de equipo y de residuos de las plantas de tratamiento.

Para el manejo de las aguas, la embarcación de perforación cuenta con un sistema de drenaje que conduce los residuos al tanque de recolección de aguas residuales por vacío. Las aguas transportadas en este sistema de drenaje serán recolectadas de los servicios sanitarios de la embarcación con un el cual bombea los residuos a diferentes presiones de aire. Posteriormente estas aguas serán tratadas en dos plantas (modelo: Hamworthy / ST8-C o similar). Estas plantas tratarán las aguas domésticas a través de un sistema de lodos activados los cuales aceleran el proceso de descomposición biológico natural.

La unidad de tratamiento de aguas residuales está certificada de acuerdo con las directrices MPEC159(55) de la OMI (Organización Marítima Internacional) y en apego a las disposiciones del Anexo IV de MARPOL. La unidad permite el tratamiento de las aguas residuales a través de un sistema de lodos activados los cuales aceleran el proceso de descomposición biológico natural a través de procesos químicos de desinfección, para así obtener un efluente que cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-2021 antes de que se descarguen por la borda, evitando la contaminación de las aguas portuarias y costeras y de las vías navegables interiores.

Las Plantas de Tratamiento de Agua Residual constan de un tanque dividido en tres compartimentos: un tanque de aireación, un tanque de sedimentación y un tanque cloración o desinfección. Cabe señalar que la planta de tratamiento tendrá una capacidad estimada para 105 personas/día. En el **Anexo 6 del Capítulo 2**, se presentan los manuales de operación funcionamiento instalación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

Además, el buque contempla el tratamiento de aceite para aguas grises, esto con una concentración de grasa y aceite menor a 100mg/l. No se permite la entrada de residuos de alimentos o aceite de cocina en la depuradora, además de que se dispondrá de filtros con perforaciones aproximadamente de 6 mm de diámetro para las cabinas de ducha, los fregaderos de las cocinas y todas las demás conexiones de aguas grises que conduzcan a las depuradoras.

Las aguas residuales provenientes de los drenajes de la embarcación podrán ser descargados al mar posterior a su tratamiento y sólo si cumplen con los límites máximos permisibles de contaminantes de acuerdo con lo establecido en la legislación nacional (NOM-001-SEMARNAT-2021) y en convenios internacionales como MARPOL.

A pesar de lo anterior, para que estas descargas puedan llevarse a cabo es necesario que hayan pasado por el tratamiento correspondiente, que las embarcaciones se encuentren a más de 12 millas náuticas de la costa y fuera de áreas sensibles, que la embarcación se encuentre en movimiento a una velocidad mínima de 4 nudos y que el efluente no presente sólidos flotantes visibles y decoloración de las aguas circundantes.

2.2.5.4 Emisiones a la atmósfera.

Las fuentes principales de emisiones a la atmósfera provendrán de los motores a bordo de las embarcaciones y del equipo de perforación; estas emisiones estarán conformadas por dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO₂), metano (CH₄) y material particulado (PM). No es posible determinar de una manera precisa las emisiones de la embarcación, ya que esto variará según la velocidad y el estado operacional de las embarcaciones, las condiciones climáticas y otros factores. Sin embargo, existen factores de emisión estándares de la industria que se han utilizado para calcular las emisiones de combustión estimadas de acuerdo con el tipo de combustible y al uso total estimado. No se usará “flares” durante la fase exploratoria de la perforación.

2.2.5.5 Emisiones de ruido.

Durante las operaciones de perforación el ruido es típicamente de baja frecuencia. El área de contacto entre el buque y el mar define la “cantidad de ruido” introducido en el agua.

Los ruidos asociados a las actividades de perforación tienen origen en la maquinaria de perforación y los barcos de apoyo.

Unidades posicionadas dinámicamente son más ruidosas que las ancladas o apoyadas en el fondo del mar, debido a los motores y hélices adicionales en el trabajo de mantener posición. Los

ruidos de barcos – plataforma y plataformas semi-sumergibles son similares a los generados por supertanques, barcos del tipo supply y pesqueros (trawlers).

Diversos estudios han demostrado que el ruido proveniente de los buques es casi imperceptible, por lo que no genera un impacto valorable.

2.2.5.6 Planes de prevención.

Las actividades de perforación son fuentes potenciales de derrames accidentales de hidrocarburos.

La extracción de crudo en el mar tiene un alto grado de dificultad, que demanda además de una tecnología avanzada para su realización, una actividad preventiva permanente para disminuir los riesgos de accidentes que pueden ocasionar derrames al mar y afectar el ecosistema marino.

Los derrames de hidrocarburos tienen comportamientos muy particulares, que dependen principalmente de la frecuencia de la fuente de emisión, el tipo y volumen del producto derramado y de las características de la zona donde ocurre el derrame.

Las principales fuentes de derrames de hidrocarburos en el mar se indican a continuación, así como las causas que pueden originar el derrame:

Buque de Perforación

Causas:

- Descontrol durante la perforación de pozos.
- Descontrol de pozos en producción, ya sea en el buque o en el lecho marino.

Durante la perforación de pozos, para evitar un descontrol se cuenta con un preventor (BOP, Preventor de Reventón del Pozo) instalado por abajo del buque de perforación.

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

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

Para prevenir y mitigar los efectos causados al presentarse una contingencia que pudiera provocar un descontrol en una instalación que diera como resultado un derrame, se aplicará los planes y programas preventivos, de seguridad, de emergencia y de remediación desarrollados con respecto al entorno y apegados a la legislación ambiental vigente, que a continuación se enlistan:

- Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe.
- Protocolo de Cooperación para Combatir los Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe.
- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias y Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas.
- Plan de Respuestas a Emergencias de la empresa Petronas; revisión B, 28/01/2019.

El Plan de Respuestas a Emergencias de la empresa Petronas identifica 3 niveles de respuesta a emergencias Figura 2-17.

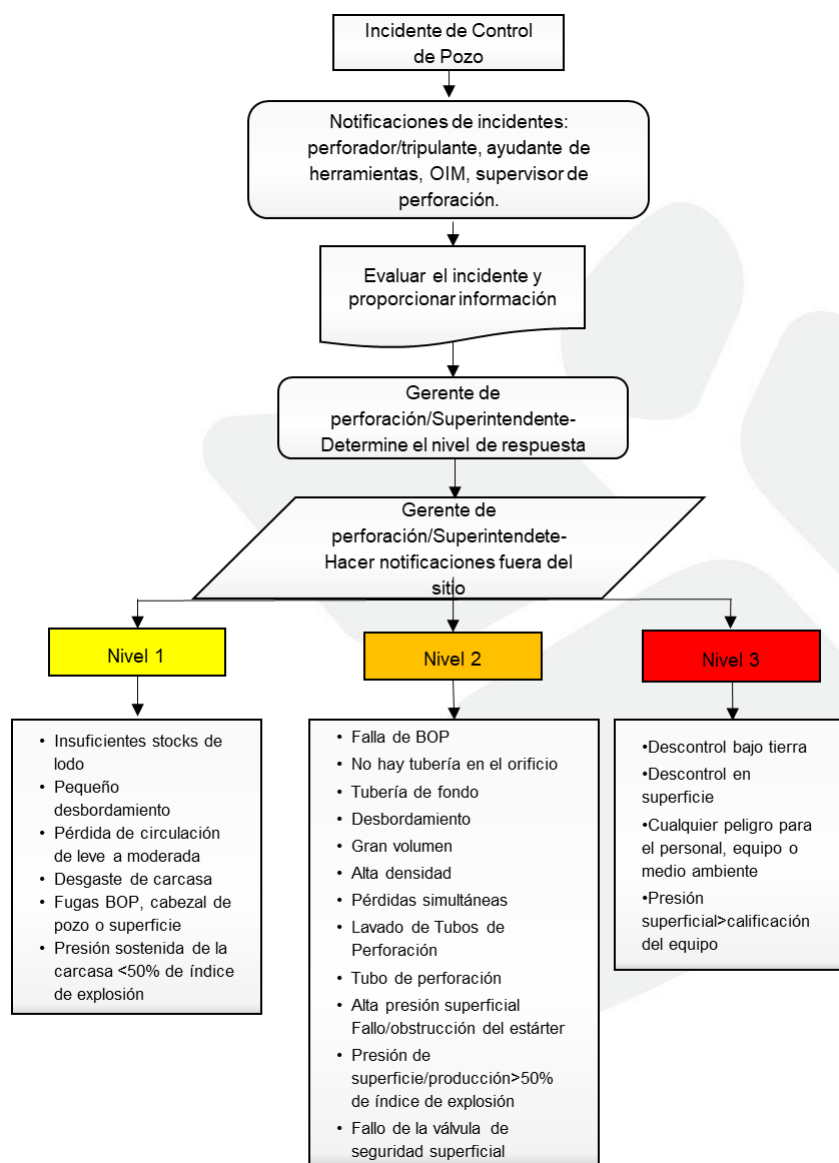


Figura 2-17. Nivel de respuesta a emergencias

Un incidente de nivel 1 involucra circunstancias que son comunes a las operaciones de rutina o que no representan un riesgo significativo para el personal y se pueden resolver, en la mayoría de los casos, utilizando el equipo, el personal y las técnicas comúnmente disponibles.

Un incidente de nivel 2 involucra circunstancias que no se encuentran comúnmente durante las operaciones de rutina; plantean el potencial de un riesgo significativo para el personal, el equipo o el medio ambiente; y requiere personal especializado, equipo y / o técnicas para resolver con seguridad.

Los incidentes de nivel 3 son aquellos en los que se ha perdido el control del pozo. Los incidentes de nivel 3 presentan serios riesgos para el personal, el medio ambiente y los activos. Estos incidentes requieren la aplicación inmediata de técnicas especializadas y programas de evaluación de seguridad y mitigación de riesgos bien desarrollados.

Es importante señalar que el “NOBLE GLOBETROTTER I” cuenta con los siguientes sistemas de respuesta a emergencia en caso de un descontrol del pozo:

El conjunto consiste en un paquete de elevación marina inferior (LMRP) y una pila BOP más baja. La BOP se utiliza para controlar la presión de la cabeza del pozo durante la perforación, cerrar el pozo, extraer la tubería de perforación bajo una presión moderada del pozo y en caso de emergencias cortar la tubería de perforación y sellar la presión del pozo.

El Lower Marine Riser Package (LMRP) alberga dos cápsulas de control submarinas independientes que contienen todos los controles primarios del sistema para la pila inferior y las funciones LMRP. El LMRP se puede recuperar de forma independiente desde la sección inferior o pila BOP. En una emergencia, cuando las condiciones requieren que el buque de perforación abandone el sitio del pozo, el LMRP se puede desconectar de la pila BOP inferior y llevarlo a la superficie. De esta manera, los pods de control (con todos los controles de pila) están protegidos contra daños (Figura 2-18).

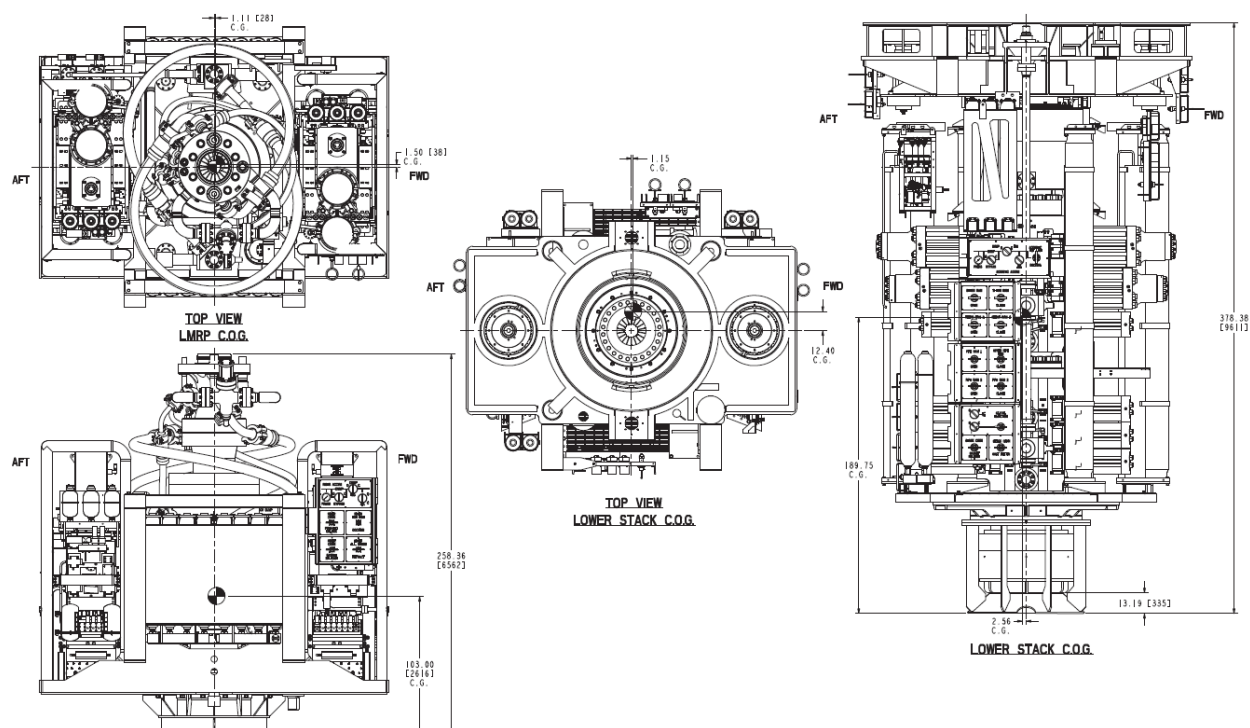


Figura 2-18. Arreglo general BOP

2.2.6 Generación de gases efecto invernadero

Las actividades del Proyecto se realizarán en apego a la normatividad vigente y bajo los más estrictos estándares de calidad para reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

La maquinaria y equipos utilizados para la perforación estarán en óptimas condiciones y se les dará mantenimiento preventivo para minimizar la emisión de gases de efecto invernadero.

En caso de ser aplicable se observará el Artículo 9 de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisión que señala que los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones:

I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;

II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;

III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes

Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;

IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la

metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;

[...].

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

**“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL -
1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA
SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”**

CAPÍTULO 3

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

3 Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.....	5
3.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....	5
3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC).....	5
3.1.2 Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024.....	12
3.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.....	13
3.2.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas a nivel Federal.....	13
3.2.2 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales.....	15
3.3 Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU).....	15
3.4 Normas Oficiales Mexicanas.....	15
3.5 Otros instrumentos a considerar.....	26
3.5.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.....	26
3.5.2 Leyes y reglamentos.....	31
3.5.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	31
3.5.2.2 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.....	37
3.5.2.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.....	41
3.5.2.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	42
3.5.2.5 Reglamento de la LGPGIR.....	49
3.5.2.6 Ley General de Cambio Climático.....	56
3.5.2.7 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones.....	60
3.5.2.8 Ley de Aguas Nacionales.....	66
3.5.2.9 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.....	72
3.5.2.10 Ley de Puertos.....	73
3.5.2.11 Reglamento de la Ley de Puertos.....	73
3.5.2.12 Ley de Navegación y Comercio Marítimos.....	75
3.5.2.13 Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos.....	76

3.5.2.14	Ley Federal del Mar.....	79
3.5.2.15	Ley General de Vida Silvestre.....	81
3.5.2.16	Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas.....	83
3.5.2.17	Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.....	87
3.5.2.18	Reglamento interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.....	88
3.5.2.19	Ley de Hidrocarburos.....	89
3.5.2.20	Reglamento de la Ley de Hidrocarburos.....	91
3.5.2.21	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	91
3.5.2.22	Disposiciones Administrativas de ASEA.....	98
3.5.2.23	Lineamientos de Perforación de Pozos de CNH.....	102
3.5.3	Planes y programas.....	103
3.5.3.1	Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.....	103
3.5.3.2	Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas.....	105
3.5.3.3	Plan Estratégico Institucional de la Comisión Nacional de Hidrocarburos 2020.....	107
3.5.3.4	Plan Estatal de Desarrollo.....	107
3.5.3.5	Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2014-2028.....	112
3.5.3.6	Programa Sectorial de Energía 2020-2024.....	113
3.5.3.7	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.....	114
3.5.4	Tratados y Convenios internacionales.....	116
3.5.4.1	Organización Marítima Internacional (OMI).....	116
3.5.4.2	Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BWM).....	117
3.5.4.3	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, Enmendado (Convenio MARPOL 73/78).....	122
3.5.4.4	Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (SOLAS/74) y su Protocolo de 1988, relativo al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974.....	124
3.5.4.5	Tratados internacionales administrados por la OMI diferentes a MARPOL y SOLAS.....	128
3.5.4.6	Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias y su Protocolo (1996).....	129
3.5.4.7	Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe y el Protocolo de Cooperación para combatir los derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe.....	130
3.5.4.8	Código de Protección de Buques e Instalaciones Portuarias (Código PBIP).....	131

3.5.4.9	Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990.....	132
3.5.4.10	Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.	132
3.5.5	CONABIO.	133
3.5.5.1	Regiones Prioritarias.	133
3.5.5.2	Regiones Terrestres Prioritarias.....	133
3.5.5.3	Regiones Marinas Prioritarias.	133
3.5.5.4	Regiones Hidrológicas Prioritarias.	135
3.5.5.5	Humedales de Ramsar.....	135
3.5.5.6	AICAS.	136
3.5.5.7	Presencia de manglar.....	137

3 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

3.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC).

El 24 de noviembre de 2012 fue expedida la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes.

El POEMyRGMMyMC, es 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 y 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 estos. El POEMyRGMMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

El POEMyRGMMyMC está integrado por 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en Marinas y Regionales. El Área Marina, comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe; mientras que el Área Regional, abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera.

El SAR incide en las Unidades de Gestión Ambiental Marina: 185 y 186 (Figura 3-1).

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 3-1. UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Golfo de México y Mar Caribe.

Fuente: TEMA, 2022

Las tablas muestran los criterios y vinculación aplicables para la UGA Marina 185 y 187 de la Zona Marina de Competencia Federal, que es donde se encuentra el área del presente Proyecto.

Para ambas UGA's se aplicarán los siguientes lineamientos:

- Acciones específicas (Tabla 3-1).
- Acciones generales (Tabla 3-2).

Cabe mencionar que, de acuerdo con la ubicación del Proyecto, no se contempla la afectación de las áreas costeras de islas; por lo que no son vinculantes los criterios establecidos para Islas.

Tabla 3-1. Vinculación de las Acciones Específicas de la UGA 185 y 187.

Estrategias ecológicas	Clave	Criterios ecológicos	Vinculación con el Proyecto
Conservación de la Biodiversidad.	A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El Proyecto no ocupa zonas de conservación o ANP.
	A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	No se contempla en ninguna de las etapas del Proyecto la extracción o uso de especies bajo régimen de protección señalados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Control de especies exóticas	A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El Proyecto consiste en la perforación del Pozo exploratorio para la extracción de Hidrocarburos.
Prevención de la contaminación	A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por contaminación de hidrocarburos	Se observará lo señalado en el convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe y el Protocolo de Cooperación para combatir los derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe.
	A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Se observará lo señalado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
	A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de	

Estrategias ecológicas	Clave	Criterios ecológicos	Vinculación con el Proyecto
		embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	
Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las Pesquerías.	A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El Proyecto consiste en la perforación del Pozo exploratorio para la extracción de Hidrocarburos.
	A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
	A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
	A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
	A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	
	A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	

Fuente: TEMA (2022)

Tabla 3-2. Vinculación de las Acciones Generales de la UGA 184 y 185.

Estrategias ecológicas	Clave	Acciones Generales	Vinculación con el Proyecto
Acción ante el Cambio Climático Global	G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Las actividades del Proyecto se realizarán en apego a la normatividad vigente y bajo los más estrictos estándares de calidad para reducir la emisión de gases de efecto invernadero. La maquinaria y equipos utilizados para la perforación estarán en óptimas condiciones y se les dará mantenimiento preventivo para minimizar la emisión de gases de efecto invernadero.
	G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	El Proyecto no tiene relación con los programas económicos de apoyo para la reducción de gases de efecto invernadero. Sin embargo, se contemplan una serie de medidas de mitigación que se describen en el Capítulo VI, con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las emisiones de gases contaminantes.
Aprovechamiento de energías renovables	G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Dadas las características del Proyecto, el empleo de combustibles fósiles es imprescindible. Sin embargo, se ejecutarán medidas de prevención y mitigación, tales como la implementación del programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria, así como el uso de combustible en cumplimiento con la NOM-016-CRE-2016.
	G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
	G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	
Conservación de la Biodiversidad.	G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial	PC Carigali contará con un Programa de concientización para el personal participante, el cual incluirá temas de prohibición de pesca y/o

Estrategias ecológicas	Clave	Acciones Generales	Vinculación con el Proyecto
		Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	aprovechamiento de especies de flora y fauna.
Impulso a la dotación de servicios básicos a las comunidades	G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	PC Carigali instrumentará y contará con un programa para dar respuesta a emergencias por eventos naturales.
Manejo de residuos peligrosos	G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El Proyecto se realizará a una distancia cercana a los 112 km de la costa; por lo que no se verá afectada la vegetación acuática sumergida.
Manejo Integral de Residuos Sólidos	G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El buque de perforación contará con plantas de tratamiento, además de dar cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-2021.
	G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
	G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPALFEST que resulten aplicables.	El Proyecto se apegará a lo establecido en los tratados internacionales y las normas en materia de seguridad de la navegación y de prevención de la contaminación marina por embarcaciones. Así como a las reglas de operación portuaria para la disposición de residuos generados por el desarrollo de este.
Manejo Integral del Agua	G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y demás autoridades competentes.	PC Carigali hará un uso eficiente de los recursos hídricos, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo adecuadas (por ej. utilizando una planta desalinizadora para obtener agua potable), de forma coordinada

Estrategias ecológicas	Clave	Acciones Generales	Vinculación con el Proyecto
			con la CONAGUA, en los casos en que sea necesaria su utilización, en apego a la normatividad aplicable. Además, durante las actividades se generarán aguas residuales, las cuales serán sometidas a un tratamiento previo antes de su descarga. O en su caso, se almacenarán hasta su tratamiento en tierra.
	G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	En caso de ser aplicable, PC Carigali realizará el pago correspondiente por los servicios ambientales hídricos que en su caso puedan ser requeridos.
Promoción de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales	G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	En su momento, PC Carigali evaluará la posibilidad de participar en este programa nacional.
	G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	PC Carigali llevará a cabo el cumplimiento del RETC.
Protección de los ecosistemas costeros	G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Debido a que la actividad de exploración y perforación se llevarán a 112 km de la zona costera, no se generarán daños a los ecosistemas costeros.
Uso eficiente de la energía	G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	En la medida de lo posible se utilizarán equipos y maquinaria de fabricación reciente, buscando así que sean energéticamente más eficientes.
	G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	

Fuente: TEMA, 2022

3.1.2 Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024.

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024 (PNOTDU), fue aprobado y publicado el pasado 02 de junio del presente año en el Diario Oficial de la Federación.

Su origen tiene como fundamento los principios previstos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 bajo el principio “No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera”, que establece la reorientación de los usos, ocupación y aprovechamiento sostenible del territorio.

A partir de su implementación se plantea establezca, entre otros aspectos, las políticas y objetivos prioritarios a seguir para obtener un adecuado ordenamiento territorial integrando las dimensiones ambientales, sociales, culturales y económicas del desarrollo, trascendiendo los ámbitos rural y urbano, considerando las escalas locales, metropolitanas, regionales y nacionales.

Con base a ello, el Programa plantea 6 objetivos:

Objetivo 1. Impulsar un modelo de desarrollo territorial justo, equilibrado y sostenible, para el bienestar de la población y su entorno.

Objetivo 2. Promover un desarrollo integral en los Sistemas Urbano Rurales y en las Zonas Metropolitanas

Objetivo 3. Transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas, equitativas, justas y económicamente viables, que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos

Objetivo 4. Potencializar las capacidades organizativas, productivas y de desarrollo sostenible; del sector agrario, de las poblaciones rurales y, de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en el territorio, con pertinencia cultural

Objetivo 5. Promover el hábitat integral de la población en la política de vivienda adecuada

Objetivo 6. Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes

De acuerdo con el Objetivo 1, es necesario romper la brecha de desigualdad social y económica que tiene su origen en la falta de planeación urbana, siendo la estructura funcional del territorio y núcleo del Sistema Urbano Nacional (SUN) la región centro, en especial la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Debido a la desigualdad de oportunidades que enfrenta el resto de los estados a comparación de la ZMVM, se establece el Sistema Nacional Territorial (SNT) que “delimita las regiones y Sistemas Urbano Rurales que las integran y establece la jerarquización y caracterización de las zonas metropolitanas, Conurbaciones y Centros de Población, así como sus interrelaciones funcionales, Artículo 3, Fracción XXXIV ¹”, e incluye seis Macroregiones, considerando los límites político-administrativos estatales y la jerarquía funcional de las ciudades; 20 Sistemas Urbano Rurales; Subsistemas y Micro-regiones.

Acorde a ello, el Proyecto se vincula con este objetivo al formar parte de la estrategia que permitirá descentralizar la actividad productiva, promoviendo mayor aportación a los estados de Veracruz y Tabasco atrayendo una mayor Inversión Extranjera Directa (IED), lo que supone la potencialidad de aportación de recursos económicos realizada en un estado o país, a través de la constitución de empresas, la realización de contratos de colaboración, concesión o servicios y el incremento de la competitividad de ambas entidades.

3.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

3.2.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas a nivel Federal

La Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA), define como Áreas Naturales Protegidas a *“las zonas del Territorio Nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al Régimen de Protección”*.

Asimismo, el Artículo 45, señala que la determinación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) tiene como propósito principal el *“preservar los ambientes naturales representativos de diferentes regiones biogeográficas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción; asegurar el aprovechamiento racional de ecosistemas, apoyar la investigación científica; y proteger los entornos naturales de las zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos de importancia para la cultura e identidad nacional.”*

¹ Artículo 3, Fracción XXXIV. Ley general de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

La Figura 3-2 muestra las ANP's de jurisdicción Federal, más cercanas al SAR son el Parque Marino Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano ubicado a 148 km al oeste del Área Contractual, la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas ubicado a 91 km al suroeste del Área Contractual y la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos; ambos localizados a 172 km al sureste del Área Contractual.

Ninguna de las áreas antes mencionadas se encuentra dentro del SAR como del Área Contractual 4; por lo que, las actividades que se desarrollarán en el Proyecto no afectarán el estatus de conservación de estas.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 3-2. Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al SAR

Fuente: TEMA (2022)

3.2.2 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales.

Al encontrarse en una zona marina no se tendrá interacción con ANP estatales.

3.3 Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU).

Para las actividades del Proyecto, se eligieron posible base logística los puertos Dos bocas, Tabasco y Coatzacoalcos, Veracruz; sin embargo, se consultaron ambos documentos y no han sido actualizados. Para el caso del Plan Municipal de Coatzacoalcos la versión que continua es la de 2018 – 2021, para el caso la última versión es la de 2016 – 2018, razón por la cual no son vinculantes con el presente Proyecto.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas que aplican en las diferentes etapas del Proyecto se presentan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Normas Oficiales Mexicanas que aplican en las Diferentes Etapas del Proyecto

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Se dará cumplimiento a esta NOM por parte de las embarcaciones participantes y buque de perforación.
NOM-004-SEMARNAT-2002,	Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. -Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	El Proyecto será generador de lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, y por lo tanto cumplirá con las especificaciones establecidas por la presente NOM para su disposición final.
NOM-036-SCT4-2007	Administración de la seguridad operacional y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales.	PC Carigali implementará medidas de prevención y mitigación para minimizar la contaminación al medio marino. Se contará con procedimientos de seguridad ambiental y programas de mantenimiento constante al buque de perforación y a la maquinaria que se empleará. Se contará con un Plan de Emergencia ante Contaminación por Combustible (SOPEP), en donde se detallarán las acciones a realizar en caso de que se presente alguna fuga o derrame de combustible, con la finalidad de limitar su dispersión y realizar la limpieza del sitio contaminado.

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Todos los residuos peligrosos que se generen se caracterizarán de conformidad con esta norma, para determinar la forma de manejo que debe darse a cada uno de ellos. Lo anterior, considerando aquellos que no se encuentran listados dentro de la normativa correspondiente.
NOM-053-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Todos los residuos peligrosos que se generen se caracterizarán de conformidad con esta norma, para determinar la forma de manejo que debe darse a cada uno de ellos. Lo anterior, considerando aquellos que no se encuentran listados dentro de la normativa correspondiente.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los residuos peligrosos se manejarán en apego a la LGPGIR y su reglamento. Se contará con un almacén temporal donde serán clasificados y resguardados de acuerdo con la compatibilidad descrita en la NOM-054-SEMARNAT-1993. Al llegar a tierra los residuos peligrosos serán dispuestos por un tercero autorizado.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Todos los residuos peligrosos serán manejados y dispuestos en cumplimiento con lo establecido en la normatividad aplicable (normas mexicanas y MARPOL 73/78).
NOM-165-SEMARNAT-2013	Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	Dado que el Proyecto será generador de residuos peligrosos y descargará aguas residuales en cuerpos receptores que son aguas nacionales, se sujetará a lo establecido en la presente NOM -en caso de generar alguna de las sustancias enlistadas en las cantidades sujetas a reporte-.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Que determina la Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión,	La fauna presente utiliza el área como ruta de paso hacia sus sitios de anidación o reproducción en el Golfo de México; por lo que el desarrollo de las actividades del Proyecto no afectará a estas especies marinas.

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Por la naturaleza del Proyecto no aplica esta norma ya que la ejecución de las actividades relacionadas en las etapas del proyecto se desarrollarán costa afuera y lejos de las áreas urbanas y vías públicas.
NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	Protección ambiental – Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos – Clasificación y especificaciones de manejo.	PC Carigali clasificará y manejará los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados por las actividades de atención médica que puedan llevarse a cabo en el buque perforador y se apegará en todo momento a lo establecido en la presente NOM.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	En caso de que durante el Proyecto se produzca contaminación de sedimentos con hidrocarburos, PC Carigali tomará en cuenta y adaptará de acuerdo con las características particulares del medio ambiente donde se ubica el proyecto las medidas y metodologías establecidas en la presente NOM con el objeto de caracterizar y remediar los suelos contaminados.
NOM-149-SEMARNAT-2006	Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas	PC Carigali cumplirla con los requerimientos indicados en la normativa durante la etapa de perforación, mantenimiento y abandono del Pozo de exploración.
NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	PC Carigali cumplirá con los requerimientos durante la perforación del Pozo de exploración.
NOM-002-SCT4-2003	Terminología marítima-portuaria.	PC Carigali empleará la terminología marítima mexicana, con la finalidad de uniformizar el uso de términos en el ámbito marítimo y facilitar una comunicación apropiada y efectiva en el desarrollo del Proyecto

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-143-SEMARNAT-2003,	Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congenitica asociada a hidrocarburos.	Es importante señalar que no se contempla realizar pruebas de producción por lo que no habrá flujos de hidrocarburos y agua congénita a superficie; por lo tanto, no es vinculante en esta etapa del Proyecto. Durante las actividades de extracción de hidrocarburos donde ya se contará con la infraestructura que consiste en estructuras, maquinaria, equipo, tuberías, entre otros, necesarios para llevar a cabo los procesos operativos, habrá agua congénita asociada al yacimiento, misma que será manejada de acuerdo a lo que señala la NOM-143-SEMARNAT-2003.
NOM-001-ASEA-2019	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo: el listado de estos, así como los elementos para la formulación y Gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	PC Carigali aplicará la normativa con base a los criterios y elementos previstos en la normativa en cita: 5. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos Se realizará el análisis correspondiente para determinar que residuos de los que serán generados en el presente Proyecto son de Manejo Especial. 6. Criterios para determinar los Residuos sujetos a Plan de Manejo Para el presente Proyecto se tiene identificado los fluidos de perforación, recortes de perforación y cemento residual como residuos de manejo especial; siempre y cuando estos no estén contaminados, impregnados o mezclados con Materiales o Residuos Peligrosos. 7. Elementos para la formulación de los Planes de Manejo. Se dará cumplimiento a los numerales que integran los elementos para la formulación de los Planes de Manejo. 8. Presentación y registro de los Planes de Manejo. Una vez formulado el Plan de Manejo será presentado a la ASEA para su validación. 9. Ejecución del Plan de Manejo. La ejecución será acorde a lo señalado por el Plan de Manejo.

Fuente: TEMA (2022)

De manera particular para la NOM-149-SEMARNAT-2006, se cumplirá con la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Vinculación NOM-149-SEMARNAT-2006

Disposiciones generales	Vinculación
El responsable de las actividades de perforación de pozos petroleros marinos debe obtener la autorización en materia de impacto ambiental, que debe solicitarse en la modalidad de Informe Preventivo, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y conforme al campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana.	PC Carigali ingresa para su evaluación y dictaminación a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA); la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional.
Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, la descripción del ambiente para la actividad de perforación de pozos petroleros marinos, solicitada en el Informe Preventivo, debe presentarse con apego al Anexo A y conforme al último crucero oceanográfico realizado por PEMEX-PEP.	Para elaborar la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional, se utilizó la información de la Línea Base Ambiental del Área Contractual 4.
El responsable debe dar instrucciones a su personal para que, durante las actividades de perforación o mantenimiento de pozos, no realice actividades de pesca comercial o afecte las especies de flora y fauna acuáticas que habiten en el área del proyecto o de sus instalaciones, así como informarle sobre el manejo de residuos.	PC Carigali contará con un Programa de concientización para el personal participante, el cual incluirá temas de prohibición de pesca y/o aprovechamiento de especies de flora y fauna. Así mismo, se contará con un Programa para el Manejo de Residuos Sólidos.
Se debe contar con letreros alusivos en las instalaciones que induzcan al personal a no arrojar basura ni materiales hacia el medio marino ni afectar especies de flora y fauna acuáticas.	Se contará con programas de concientización en materia ambiental y se colocarán letreros alusivos a las prohibiciones sobre arrojar cualquier tipo de materia ya sea sólido o líquidos al medio marino.
Los lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos petroleros, así como los recortes de perforación impregnados con los mismos no deben verterse al mar.	PC Carigali tramitará el permiso de vertimiento ante la Secretaría de Marina (SEMAR), en solicitud del vertimiento de los lodos de recortes de perforación. En caso de ser denegado los recortes serán manejos de acuerdo con el primer escenario. En caso de ser aceptado se presentará la Autorización de Impacto Ambiental expedido por la Agencia, así como el Programa de vertimiento donde se indiquen las obras o actividades a realizar, así como el resto de los requerimientos indicados en el artículo 19 de la Ley de vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM).

Disposiciones generales	Vinculación
	A continuación, se detallan los escenarios conforme se manejarán los residuos de lodos de perforación- Para el presente proyecto, PC Carigali cuenta con dos posibles escenarios: Política de Cero descargas En caso de que sea denegado el permiso vertimiento de lodos se contempla "almacenar y enviar" (almacenar a bordo antes de enviar a la costa usando contenedores) recortes SBM para su disposición en tierra. Para ello, PC Carigali cuenta con un Plan de Manejo de Control de Sólidos, el cual considera los siguientes puntos: Tamizado: El buque cuenta con pantallas tamizadoras con la capacidad pertinente para el caudal pretendido. Esta etapa controla los sólidos. Centrifugación: se cuenta con dos unidades de centrifugación, lo cual permite la eliminación del LGS del lodo y controlar el MW. Cajas de almacenamiento de los recortes de perforación: todos los recortes de perforación se recolectarán en DCB, las cuales posteriormente se enviarán mediante embarcaciones a la costa, donde se pasarán a un vehículo terrestre hasta el sitio de disposición final donde se les dará el tratamiento adecuado Disposición Final: las cajas de almacenamiento que contienen a los recortes, los traspasarán mediante un sistema de barrena para su posterior tratamiento térmico, secando los lodos se introducen en recipientes especiales para poder ser enterrados en áreas especiales. Descarga de lodos de recortes de perforación al mar. Este escenario será considerado únicamente cuando se haya aceptado vertimiento de lodos de perforación por la SEMAR. PC Carigali hará uso de lodos sintéticos los cuales están dentro del límite establecido por la EPA (Environmental Protection Agency) y las políticas y normativas internas de la compañía, de un 6.9% de impregnación del lodo sintético en los recortes de perforación, lo cual permite el óptimo de biodegradabilidad, esto está considerado para base

Disposiciones generales	Vinculación
	húmeda. Cabe mencionar que la descarga puede ser en la superficie o en el fondo marino. Además, se cuenta con un plan de control y tratamiento previo a la descarga al mar, el cual considera los siguientes puntos: Gestión del Control de Sólidos: El buque cuenta con pantallas tamizadoras con la capacidad pertinente para el caudal pretendido. Esta etapa controla los sólidos. Centrifugación: se cuenta con dos unidades de centrifugación, lo cual permite la eliminación del LGS del lodo y controlar el MW. Secado de lodos: Se planea instalar un secador de esquejes para eliminar el exceso de líquido de las descargas del agitador de los recortes. El rendimiento anticipado de esta unidad es reducir el aceite en los recortes a alrededor del 4-6% en peso, según los tipos de formación. La medición de la OOC en la descarga del secador debe realizarse al menos una vez cada 12 horas. Un beneficio adicional de usar un secador aguas abajo de los agitadores es que debería permitir el uso de pantallas más finas en los agitadores. El lodo recuperado del tintorero debe procesarse a través de una centrífuga antes de volver a agregarlo al sistema de lodo. Esto es vital para evitar la carga de sólidos de perforación del sistema de lodo. Para tal efecto PC Carigali previo al vertimiento realizará el trámite ante la SEMAR para obtener la autorización para el vertimiento de sustancias al mar, dentro de la información que contendrá dicha solicitud se encuentra: La necesidad de efectuar el vertimiento. El tipo, naturaleza y cantidad de los desechos o materias que pretendan verterse y el peligro que puede representar el vertimiento para la salud humana o el medio ambiente, considerando la biota costera y marina, los recursos minerales marinos, la dinámica costera y marina, las playas y los valores económicos, recreativos, escénicos y los usos legítimos del mar, particularmente en relación con lo siguiente:

Disposiciones generales	Vinculación
	La transferencia, concentración y dispersión de las sustancias que se pretendan verter y sus metabolitos (bioproductos); Los cambios sustanciales en la diversidad, productividad y estabilidad de los ecosistemas marinos; La permanencia y persistencia de las sustancias vertidas; Alternativas en tierra y sus impactos ambientales probables, lugares y métodos para llevarlos a cabo, tomando en cuenta el interés público y la posibilidad de un impacto adverso en las zonas marinas mexicanas, y El efecto que cause en los océanos y su influjo en los estudios científicos, pesca y otras exploraciones de los recursos vivos e inertes del mar; El método, frecuencia y la fecha en que deberá realizarse el vertimiento; La forma de almacenar, contener, cargar, transportar y descargar la sustancia o material a verter. La forma de almacenar, contener, cargar, transportar y descargar la sustancia o material a verter; La ubicación para el vertimiento, la distancia más próxima a la costa, profundidad en el área y técnica proporcionada por el interesado. Los sitios predeterminados por la Secretaría para que se realice el vertimiento; La ruta que de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes deberá seguir el buque o aeronave que transporte la sustancia al sitio de vertimiento; Las precauciones especiales que deban ser tomadas respecto de la carga, transporte y vertimiento de la sustancia; Los pormenores del proceso de producción y de las fuentes de desechos en dicho proceso. La viabilidad de cada una de las siguientes técnicas para reducir o evitar la producción de desechos: a) Reformulación del producto; b) Tecnologías de producción limpias; c) Modificación del proceso; d) Sustitución de insumos, y e) Reutilización en ciclo cerrado en el sitio.

Disposiciones generales	Vinculación
	La ubicación para el vertimiento, la distancia más próxima a la costa, profundidad en el área y técnica proporcionada por el interesado.
Los residuos domésticos deberán clasificarse y trasladarse a tierra en contenedores, atendiendo a lo dispuesto en el artículo 18 de la LGPGIR	Se dará cumplimiento a lo señalado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.
Para la eliminación de los residuos alimenticios, éstos podrán arrojarse al mar desde las plataformas o embarcaciones, previo paso por trituradores y que las partículas tengan tamaño máximo de 25 mm (veinticinco milímetros).	Se dará cumplimiento a lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento y a lo indicado en el Convenio de MARPOL.
Para el manejo de las aguas residuales se debe contar con plantas de tratamiento, a las cuales se les debe dar mantenimiento preventivo. Las descargas de aguas residuales deben cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 o con las condiciones particulares de descarga determinadas por la Comisión Nacional del Agua.	El buque de perforación contará con planta de tratamiento que dará cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Los lodos resultantes de la planta de tratamiento de aguas no se verterán al mar, éstos serán manejados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002.	El buque de perforación contará con plantas de tratamientos, así como tanques de almacenamiento.; dando cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Se debe destinar un área para los contenedores con los residuos generados en las plataformas de perforación marina durante las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros. La capacidad de captación instalada debe ser suficiente para los residuos conforme se generen	El buque de perforación contará con tanques que tendrán la capacidad suficiente para el almacenamiento de los diferentes tipos de residuos. Así mismo, se dará cumplimiento a la a lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento.
En el área se deben separar e identificar los residuos peligrosos conforme a su incompatibilidad, conforme a la normatividad en la materia	Se dará cumplimiento a la a lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento. Se contará con los servicios de una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos.
En el área se deben observar los siguientes lineamientos: Contar con charolas de contención de capacidad suficiente para la captación de derrames o de lixiviados provenientes de los residuos. Contar con equipos contra incendio, acorde al tipo y volumen de residuos generados.	El buque cuenta con zonas de almacenamiento para cada tipo de residuo generado durante la perforación del Pozo. Además, cuenta con el Plan de respuesta a emergencias, documento en el cual se incluye los equipos contra incendio.

Disposiciones generales	Vinculación
Instalar señalamientos que indiquen que es un área de residuos. Mantenerse separada del almacén de materias primas o insumos.	
El transporte marítimo de los recortes de perforación será en los mismos contenedores en los que fueron colectados. Los contenedores deben estar cerrados para prevenir derrames durante su manejo y su diseño deber ser de tal manera que puedan soportar caídas o golpes sin que presenten daños en su estructura.	Se contará con un plan de gestión de residuos de conformidad con las disposiciones de la LGPGIR y sus reglamentos y la convención MARPOL 73/78. Este plan incluirá todos los procedimientos para el almacenamiento temporal, la recolección, la separación, el procesamiento, el reciclaje, la reutilización y la disposición final de los desechos de acuerdo con su nivel de peligro.
Los contenedores identificarán el tipo de residuo recolectado y no se llenarán a más de 90% de su capacidad, a fin de evitar la contaminación por derrames	Los contenedores contarán con el señalamiento adecuado y no serán llenados a más del 90% de su capacidad a fin de evitar derrames.
Los embalajes o envases que contengan materiales peligrosos deben protegerse de la intemperie o agua de mar, de conformidad a la normatividad vigente.	Los embalajes o envases se encuentran en la cubierta de fondo donde se evita que tengan contacto con la intemperie o agua de mar.
Mantenimiento del equipo electromecánico.	El buque de perforación recibirá mantenimiento en el puerto previo a los trabajos de perforación.
Las áreas donde operen y se realice el mantenimiento a los motores de combustión interna y equipo electromecánico, debe contar con charolas de contención y/o dispositivos de captación y recuperación para evitar derrames de aceites o desengrasantes que contaminen el mar.	Previo a los trabajos de perforación el buque recibirá mantenimiento en puerto. De ser necesario realizar mantenimiento de motores de combustión interna se colocarán charolas a fin de recolectar posibles derrames de aceites.
El proceso de abandono de un pozo petrolero marino debe contemplar el taponamiento del pozo y, en su caso, el retiro de la infraestructura de perforación del sitio.	Con la finalidad de dar cumplimiento a lo Indicado por la Agencia, PC Carigali presentará el informe final de taponamiento permanente, el cual seguirá las pautas internacionales comúnmente utilizadas por la industria del petróleo y el gas para realizar actividades de taponamiento y abandono de pozos. El desarrollo de este informe permitirá acreditar el cumplimiento de las actividades de abandono con la presentación de un Certificado de Abandono, el cual indica los procedimientos a desarrollar para evitar que cualquier fluido escape y contamine el ambiente marino, una vez que las actividades de perforación hayan terminado.
Las acciones de taponamiento se deben efectuar conforme al Reglamento de Trabajos Petroleros y deben realizarse al término de la vida útil de un pozo; suspensión temporal de actividades del mismo, y cuando el pozo no puede ser explotado ni empleado para otros fines.	

Disposiciones generales	Vinculación
	Se contemplan dos posibles técnicas de abandono de pozos, que se elegirán de acuerdo con la disponibilidad de material y equipo al comenzar Una de las técnicas consideradas para el abandono está basada en los estándares aplicables de la Oficina de Seguridad y Control Ambiental (BSEE) para el Golfo de México. El Reglamento BSEE 81 FR 25888 (código de normas de los Estados Unidos), que establece las pautas para los sistemas de prevención de reventones, control de pozos y abandono. Esta regulación es una de las más estrictas en la industria, ya que las pautas se reevaluaron después del incidente ambiental de 2010 en el Golfo de México. La segunda técnica de abandono podría basarse en los estándares noruegos para la industria del petróleo y el gas conocida como Norsok. D-010, que especifica las pautas para la integridad, perforación y operación del pozo, incluido el abandono. Estas normas proporcionan pautas para el abandono de pozos mediante un diseño, planificación y ejecución efectivos de operaciones seguras.

Fuente: TEMA (2022)

3.5 Otros instrumentos para considerar.

3.5.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.

Es la Ley fundamental de nuestra Nación, a partir de la cual se derivan las diversas leyes temáticas, quien establece los principios básicos que deben de orientar el desarrollo del Estado Mexicano. En ese sentido, el análisis de concordancia del Proyecto con la Carta Magna se apega a los principios de propiedad y desarrollo de actividades estratégica como la industria petrolera a través de los órganos e instrumentos que la misma señala.

Los principios fundamentales que rigen a la industria petrolera en México se encuentran en los artículos 4, 25, 27 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. De estos se derivan las Leyes secundarias, Reglamentos, directivas y Normas Oficiales Mexicanas que establecen la regulación a que deben sujetarse las actividades de exploración y explotación del petróleo y demás hidrocarburos, que se encuentran en yacimientos dentro del territorio nacional.

A continuación, se desglosan aquellos instrumentos que se vinculan al Proyecto (Tabla 3-5):

Tabla 3-5. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y su vinculación al Proyecto.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 17 de mayo de 2021)	Vinculación con el proyecto
Artículo 4 Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	Ya que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, estipula el derecho a un medio ambiente adecuado, como resultado de la implementación del Proyecto y tomando en consideración que el mismo ocasionará impactos al ambiente, se proponen las medidas necesarias para mitigar los impactos que esta obra genere durante las diferentes etapas del Proyecto (Capítulo VI de la MIA-R). Asimismo, es importante mencionar que el Proyecto cumple con los preceptos constitucionales mencionados con anterioridad, ya que, al conocer y aplicar la normatividad ambiental, se contribuye a que el desarrollo nacional sea efectivamente sustentable e integral, satisfaciendo así las necesidades y demandas de la población en materia de la sustentabilidad.
Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo. [...]	

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 17 de mayo de 2021)	Vinculación con el proyecto
El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos y empresas productivas del Estado que en su caso se establezcan. Tratándose de la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como de la exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución. En las actividades citadas la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas productivas del Estado, así como el régimen de remuneraciones de su personal, para garantizar su eficacia, eficiencia, honestidad, productividad, transparencia y rendición de cuentas, con base en las mejores prácticas, y determinará las demás actividades que podrán realizar...	
Artículo 27 La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originalmente a la nación, la cual tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas	Durante las diferentes etapas de operación del Proyecto en cuestión se verificará que se cumpla estrictamente con las especificaciones, áreas y tiempos estipulados en los alcances del Proyecto; esto con la finalidad de no alterar zonas que no correspondan a los límites establecidos en el Proyecto. De esta forma durante las diferentes etapas del Proyecto, se cuidará de no alterar las condiciones originales del sistema ambiental en el cual se encuentra inmerso el Proyecto. El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual 4 (Proyecto). De acuerdo a ello, se contempla que el desarrollo del Proyecto queda comprendido en la Zona Económica Exclusiva (ZEE), cuya soberanía y dominio territorial se encuentra sujeta a la Nación con base al Artículo 27, párrafos 4º y 9º. Por lo que, el conjunto de obras y

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 17 de mayo de 2021)	Vinculación con el proyecto
necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad. Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional. Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores	actividades que se desarrollarán en el Área Contractual 4, estará sujeto a la regulación de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH); para la Exploración y Extracción.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 17 de mayo de 2021)	Vinculación con el proyecto
de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas. Tratándose del petróleo y de los hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, en el subsuelo, la propiedad de la Nación es inalienable e imprescriptible y no se otorgarán	

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 17 de mayo de 2021)	Vinculación con el proyecto
concesiones. Con el propósito de obtener ingresos para el Estado que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las actividades de exploración y extracción del petróleo y demás hidrocarburos mediante asignaciones a empresas productivas del Estado o a través de contratos con éstas o con particulares, en los términos de la Ley Reglamentaria. Para cumplir con el objeto de dichas asignaciones o contratos las empresas productivas del Estado podrán contratar con particulares. En cualquier caso, los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación y así deberá afirmarse en las asignaciones o contratos.	
Artículo 73.- El Congreso tiene facultad: [...] Fracción XXIX-G Para expedir Leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.	Se atiende la legislación y normatividad aplicable de conformidad a las atribuciones conferidas, tomando en consideración la exclusiva competencia federal de las actividades petroleras.

Fuente: TEMA (2022)

Derivado de lo anterior, se puede concluir que, al realizar el análisis de concordancia del Proyecto con lo estipulado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el presente proyecto cuya autorización se pone a su consideración, se apega y cumple cabalmente con los artículos vinculados.

3.5.2 Leyes y reglamentos.

3.5.2.1 *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

La LGEEPA tiene por objetivo propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, entre otros.

En este caso, la vinculación del Proyecto con la LGEEPA corresponde al Artículo 28, que señala que “La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría. II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, el cemento y eléctrica”.

De acuerdo con lo anterior, se ingresa para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional con Estudio de Riesgo. Para ello, se vinculan los siguientes artículos con el Proyecto (Tabla 3-6).

Tabla 3-6. Vinculación del Proyecto con la LGEEPA

Artículo	Vinculación
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Con el objeto de obtener la autorización a que se refiere el artículo 28, PC Carigali somete a evaluación la presente MIA-R, que contiene toda la información requerida por el artículo 30 de la presente Ley a lo largo de sus capítulos, presentándose en el Capítulo V una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que pudieran ser afectados y en el Capítulo VI las medidas de prevención y mitigación.
Artículo 35. – [...] para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes	Para el presente Proyecto se identificaron y evaluaron los sitios prioritarios, así como los programas de ordenamiento según lo señalado en

Artículo	Vinculación
señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables”.	el Artículo, mismos que son desarrollados en este Capítulo.
Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	El Proyecto considera medidas de mitigación para reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, para contribuir a una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico, entre las que se encuentra un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y embarcaciones, así como el uso de combustibles que cumplan con las especificaciones de la NOM-016-CRE-201.
Artículo 111 BIS. - Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría. Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias químicas, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos. El reglamento que al efecto se expida determinará los subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera.	PC Carigali operará en cumplimiento con la presente Ley y su Reglamento y tramitará las autorizaciones que le sean aplicables ante la ASEA.
Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	La generación de emisiones del buque de perforación y las embarcaciones se mantendrán dentro de los límites establecidos por la normatividad mexicana.
Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:	El Proyecto contempla medidas para la prevención y control de la contaminación del agua, entre las que se encuentran:

Artículo	Vinculación
I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; II. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas; IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.	Tratamiento de las aguas residuales generadas en el buque de perforación y las embarcaciones en apego a la legislación ambiental aplicable (NOM-001-SEMARNAT-2021, MARPOL 73/78). Tratamiento de las aguas residuales, industriales y domésticas y posterior vertido al océano a una distancia mínima de 12 millas náuticas de la costa, considerando las reglas MARPOL 73/78, así como los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Para la gestión de aguas residuales domésticas, se removerán los sólidos, y posterior a ello se descargarán al mar.
Artículo 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: I. Las descargas de origen industrial; II. Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas; III. Las descargas derivadas de actividades agropecuarias; IV. Las descargas de desechos, sustancias o residuos generados en las actividades de extracción de recursos no renovables; V. La aplicación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas; VI. Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; y VII.- El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.	Dado que el Proyecto contempla vertimientos en aguas nacionales, queda sujeto a regulación federal. Se implementarán medidas preventivas para evitar la contaminación del agua marina, entre las que se incluye el tratamiento que recibirán las aguas residuales, y el cumplimiento con la legislación nacional y con MARPOL, con respecto a los sitios de descarga.
Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de	Durante la ejecución del Proyecto, no se prevé la descarga de aguas residuales en aguas nacionales sin previo tratamiento.

Artículo	Vinculación
descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	
Artículo 123.- Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.	Las aguas residuales derivadas del Proyecto recibirán tratamiento previo a su descarga, y se encontrarán en cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021, así como, en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría.
Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	PC Carigali dará un manejo adecuado a los residuos generados para prevenir la contaminación del agua marina; con esta finalidad se contempla la ejecución de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Adicionalmente, PC Carigali operará en apego a su Documento de Orientación ambiental: Gestión de residuos en operaciones de Exploración y Producción.
Artículo 139.- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.	PC Carigali se apegará a lo establecido en la LGEEPA, la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento a lo estipulado en la NOM-001-SEMARNAT-2021 por medio del tratamiento de sus aguas residuales a bordo, con la finalidad de que las descargas efectuadas no constituyan un riesgo para el lecho marino.
Artículo 140.- La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Economía.	PC Carigali se sujetará a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) al respecto; formulará y ejecutará un Plan de Manejo de Residuos Sólidos, asimismo, operará en apego a su Documento de Orientación ambiental: Gestión de residuos en operaciones de Exploración y Producción. .

Artículo	Vinculación
Artículo 147.- La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.	Dado que PC Carigali realizará actividades altamente riesgosas, se formulará y presentará un estudio de riesgo ambiental y se someterá a la aprobación de la Agencia y las dependencias correspondientes como parte del Capítulo IX de este estudio.
Artículo 147 BIS. - Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán contar con un seguro de riesgo ambiental. Para tal fin, la Secretaría con aprobación de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Economía, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social integrará un Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental.	Dado que las actividades del Proyecto son altamente riesgosas, PC Carigali contará con el seguro de riesgo ambiental requerido por el presente artículo.
Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.	Los materiales y residuos peligrosos serán manejados con apego a la presente Ley y las NOM-052-SEMARNAT-2005 y a la NOM-054-SEMARNAT-1993. Previo al inicio de las actividades, PC Carigali se registrará ante la ASEA como gran generador de residuos peligrosos.
Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su	PC Carigali comprende la responsabilidad del manejo y disposición final de residuos peligrosos y llevará a cabo su manejo en apego a la normatividad aplicable, atendiendo lo previsto en la NOM-054-SEMARNAT1993 y en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

Artículo	Vinculación
caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.	
Artículo 152 BIS. - Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	El Proyecto contempla medidas para la prevención de la contaminación del lecho marino; sin embargo, en el caso excepcional de que esto ocurra PC Carigali se encargará de llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones de este de conformidad con el presente artículo.
Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas [...]	PC Carigali ejecutará acciones de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria del buque de perforación y las embarcaciones para mantenerse dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la legislación aplicable. Adicionalmente, las actividades del Proyecto se realizarán aproximadamente a 112 km de la línea de costa más cercana, de forma que las localidades no serán afectadas.
Artículo 156.- Las normas oficiales mexicanas en materias objeto del presente Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos.	PC Carigali se mantendrá dentro de los límites máximos permisibles a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.2 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Este Reglamento se considera como de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

A continuación, se muestra la vinculación del Proyecto con los artículos establecidos en el reglamento.

Tabla 3-7. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA con el Proyecto.

Artículo	Vinculación
Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental [...] D) Industria Petrolera: I) Actividades de perforación de pozos para la exploración y extracción de hidrocarburos [...] Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación [...]	Por medio de la presente MIA-R, PC Carigali somete a evaluación el impacto ambiental generado por las actividades del Proyecto.
Artículo 9.- Los Promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del Proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la Manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias relevantes vinculadas con la realización del Proyecto [...].	PC Carigali presenta ante la Agencia una MIA-R para que ésta realice la evaluación del Proyecto. La información que contiene el estudio se refiere a actividades relevantes vinculadas con la realización de Proyecto.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	PC Carigali presenta la MIA en su modalidad Regional, dado que por sus características se encuentra dentro de la fracción IV del Artículo 11.
Artículo 17.- El Promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y	PC Carigali presentará a la Agencia la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando el resumen ejecutivo, copia del pago de derechos y el estudio de riesgo ambiental que corresponde.

Artículo	Vinculación
III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo	
Artículo 18.- El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información: I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto; II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental. La Secretaría publicará, en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica, las guías que faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo.	El estudio de riesgo ambiental contará con toda la información requerida por el presente artículo, y será basado en la Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburo publicada por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente.
Artículo 36.- Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica de país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones	Durante toda la ejecución del Proyecto, PC Carigali observará lo establecido en la Ley, este reglamento, las NOM y demás ordenamientos aplicables. En cumplimiento del presente reglamento, presentará como anexo a la MIA-R una declaración bajo protesta de decir verdad.

Artículo	Vinculación
que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.	
Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando: I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables; II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.	Dado que las actividades del Proyecto se encuentran dentro de los supuestos del presente artículo, PC Carigali contará con el seguro o garantía requerido por la Agencia.
Artículo 52.- La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones. En todo caso, el Promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que correspondan a la etapa del proyecto que se encuentre realizando. Si el Promovente dejara de otorgar los seguros y las fianzas requeridas, la Secretaría podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad hasta en tanto no se cumpla con el	PC Carigali contará con el seguro o garantía requerido por la agencia; este instrumento cubrirá el valor de la reparación de los daños ambientales que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones.
Artículo 53.- El Promovente deberá, en su caso, renovar o actualizar anualmente los montos de los seguros o garantías que haya otorgado.	En cumplimiento con el presente reglamento, PC Carigali renovará o actualizará anualmente el monto del seguro o garantía que otorgue a la Agencia.

Artículo	Vinculación
La Secretaría, dentro de un plazo de diez días, ordenará la cancelación de los seguros o garantías cuando el Promovente acredite que ha cumplido con todas las condiciones que les dieron origen y haga la solicitud correspondiente.	
Artículo 59.- Cuando el responsable de una obra o actividad autorizada en materia de impacto ambiental, incumpla con las condiciones previstas en la autorización y se den los casos del artículo 170 de la Ley, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o, en su caso, la Agencia, en el ámbito de sus respectivas competencias, ordenarán la imposición de las medidas de seguridad que correspondan, independientemente de las medidas correctivas y las sanciones que corresponda aplicar. Lo anterior sin perjuicio del ejercicio de las acciones civiles y penales que procedan por las irregularidades detectadas por la autoridad en el ejercicio de sus atribuciones de inspección y vigilancia.	PC Carigali está consciente de que, en caso de incumplir con las condiciones previstas en la autorización de impacto ambiental, la Agencia o la PROFEPA, en el ámbito de sus respectivas competencias, ordenarán la imposición de las medidas de seguridad que correspondan, independientemente de las medidas correctivas y sanciones que corresponda aplicar.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica

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 LGEEPA, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

A continuación, se muestra la vinculación del Proyecto con los artículos establecidos en la LGPGIR y su reglamento.

Tabla 3-8. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica con el Proyecto.

Artículo	Vinculación
Artículo 6.- Para los efectos de este Reglamento se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las siguientes: [...] IV.- Fuente fija: Toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera; V.- Fuente móvil: Los aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera; [...]	El Proyecto consiste en la perforación del Pozo exploratorio por medio de un buque perforador –que es una embarcación-, por lo que se considera como una fuente móvil de acuerdo con la fracción V del presente artículo.
Artículo 10.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.	Dado que durante la ejecución del Proyecto se generarán emisiones atmosféricas (descritas a detalle en el capítulo II). PC Carigali se hará responsable del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas oficiales mexicanas aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios [...]: II.- 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.	El Proyecto contempla medidas de prevención para reducir y controlar la generación de emisiones atmosféricas, entre las que se encuentra un programa de mantenimiento preventivo y el uso de combustibles que se encuentren en cumplimiento con la NOM-016-CRE-2016.
Artículo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	Las emisiones generadas por el Proyecto serán reducidas por medio de las medidas de mitigación que se describen a detalle en el Capítulo VI, asimismo se mantendrán dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad aplicable.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

A continuación, se vincula el Proyecto con la LGPGIR y su Reglamento (Tabla 3-9).

Tabla 3-9. Vinculación del Proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Artículo	Vinculación
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Los residuos peligrosos se clasificarán de acuerdo con la legislación aplicable, con base en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-054-SEMARNAT-1993. El detalle sobre la generación de residuos peligrosos se presenta en el Capítulo II.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Los residuos sólidos urbanos (RSU) se subclasificarán en orgánicos e inorgánicos. En las embarcaciones del Proyecto se contará con Contenedores que portarán las leyendas respectivas para facilitar su correcta separación primaria y secundaria.
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades... VII. Residuos de la Construcción, mantenimiento y demolición en general [...]	Durante las actividades del Proyecto se generarán residuos de manejo especial, tales como madera, papel, cartón, plásticos, y lodos. Los residuos de manejo especial se clasificarán con base en lo establecido en la normatividad aplicable. Dentro del Plan de Manejo de Residuos Sólidos y el Plan de Manejo de Lodos y Recortes de Perforación que se elaborarán, se incluirán las medidas específicas para el manejo de este tipo de residuos, incluyendo un sitio de almacenamiento temporal y su disposición adecuada mediante empresas autorizadas.
Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.	PC Carigali realizará la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de RSU y de residuos de manejo especial en apego a lo establecido en la presente Ley y su Reglamento, así como de conformidad con la normatividad aplicable
Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:	Durante la ejecución del Proyecto, el PC Carigali considerará lo establecido en este artículo con la finalidad de prevenir y reducir los riesgos asociados a los residuos peligrosos. Es importante destacar que el PC Carigali realizará un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos en donde se

Artículo	Vinculación
I. La forma de manejo; II. La cantidad; III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos; IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento; V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación; VI. La duración e intensidad de la exposición, y VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.	detalle el proceso de manejo, así como el volumen de generación que se estima se generará durante el Proyecto. Con este Plan se asegurará que la gestión de los residuos peligrosos será de manera segura y ambientalmente adecuada.
Artículo 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	Durante la operación del Proyecto, el manejo de residuos peligrosos se realizará de manera segura y ambientalmente adecuada. Para ello, se dará cumplimiento a la presente Ley, su Reglamento y a los términos previstos en la NOM-052-SEMARNAT-2005, la NOM-054-SEMARNAT1993 y demás normatividad aplicable.
Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda: I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes; [...]	Dado que el Proyecto generará residuos peligrosos mencionados en las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley, el PC Carigali formulará y ejecutará un plan de manejo de residuos. Dicho Plan incluirá los residuos que serán generados, su volumen previsto y el manejo y disposición final que se les dará a cada uno de ellos.
Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas: [...] III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables,	PC Carigali considerará lo establecido en el presente artículo, así como en la normatividad aplicable con la finalidad de determinar los residuos que podrán sujetarse a planes de manejo.

Artículo	Vinculación
IV. Que se trate de residuos que presenten un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.	
Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel, cadmio; VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo; [...]	Dado que durante el Proyecto se generarán residuos peligrosos mencionados en las fracciones I, II, VI, VII y XI, PC Carigali tiene la obligación de presentar el plan de manejo de residuos respectivos; por lo que formulará y ejecutará el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, en el que se incluirán las medidas pertinentes para el manejo adecuado de residuos peligrosos y productos usados como aceite gastado, lubricantes, disolventes, lámparas fluorescentes y lodos de perforación.
Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.	PC Carigali presentará el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos a la ASEA, previo al inicio de las actividades, el cual se implementará durante la ejecución del Proyecto.
Artículo. 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	Los residuos peligrosos generados durante el Proyecto se manejarán de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y su Reglamento, así como en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-054-SEMARNAT-1993.
Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Los residuos peligrosos generados durante el Proyecto se manejarán de manera segura y ambientalmente adecuada, considerando para ello los términos previstos en esta Ley y su Reglamento.

Artículo	Vinculación
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	PC Carigali contratará los servicios de una empresa especializada en el manejo de residuos peligrosos, la cual contará con autorización vigente expedida por parte de la ASEA.
Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	PC Carigali presentará ante la ASEA un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos. Por medio de este plan se notificará lo relativo a los residuos peligrosos que se generarán durante el Proyecto.
Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Micro generadores.	De acuerdo al volumen de residuos peligrosos que se prevé producir durante el Proyecto, la categoría que corresponde es de "Gran Generador" (>10 ton/año).
Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como	PC Carigali clasificará, identificará y manejará los residuos peligrosos producidos en apego a esta Ley y a su Reglamento, así como considerando lo previsto en la NOM-052-SEMARNAT-2005 para su clasificación y la NOM-054-SEMARNAT-1993 para

Artículo	Vinculación
en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.	determinar su incompatibilidad. En cuanto a su manejo, estos residuos serán almacenados dentro del equipo de perforación de forma temporal. Una vez en tierra, serán manejados por una empresa autorizada por la ASEA.
Artículo 46.- Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	Dado que el PC Carigali pertenece a esta categoría, tiene la obligación de registrarse ante la ASEA y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo que recibieron los residuos peligrosos.
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Los residuos peligrosos generados durante el Proyecto no se mezclarán con otros materiales o residuos, previniendo con ello la contaminación o reactividad. Para lo anterior, se emplearán las disposiciones establecidas en la NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar incompatibilidad entre dos o más residuos clasificados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.
Artículo 55.- [...] Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.	Los contenedores y embalajes que hayan contenido residuos peligrosos y que no sean utilizados para el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos con base en la presente Ley. Durante el Proyecto, se prohibirá el uso de envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.
Artículo 56.- [...] Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su	PC Carigali se apegará a lo establecido en la normatividad nacional en materia de almacenamiento de residuos peligrosos, para ello se contará con un sitio de almacenamiento

Artículo	Vinculación
generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	temporal de este tipo de residuos dentro del buque de perforación y las embarcaciones de apoyo, el cual cumplirá con las características especificadas en dichas disposiciones, con la finalidad de evitar derrames, infiltraciones, fugas, incendios, entre otros. Los residuos peligrosos generados serán almacenados temporalmente durante un periodo menor a seis meses.
Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido: [...] V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras; VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada [...] VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.	Los residuos peligrosos producidos durante las actividades del Proyecto se almacenarán durante un periodo menor a seis meses dentro del buque de perforación. Dichos residuos se acopiarán en un almacén temporal, el cual, tendrá la capacidad suficiente para almacenarlos y separarlos de acuerdo con sus características. Asimismo, no se realizará dilución de residuos peligrosos ni la incineración de estos.
Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	PC Carigali formulará y aplicará medidas con la finalidad de evitar la contaminación de algún sitio. En particular, los residuos peligrosos contarán con un sitio de almacenamiento temporal, el cual cumplirá con todas las disposiciones establecidas por la normatividad nacional aplicable. Sin embargo, en el caso extraordinario de que se presente un evento de este tipo, PC Carigali se hará responsable de reparar el daño provocado de acuerdo a lo previsto en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).

Artículo	Vinculación
Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.	PC Carigali se encargará de aplicar las medidas pertinentes para evitar la contaminación de algún sitio con los residuos peligrosos generados. A pesar de ello, en caso de que se produzca algún evento excepcional de esta naturaleza, PC Carigali se hará responsable de ello, al ejecutar las acciones de remediación apropiadas de conformidad con esta Ley, la LFRA y demás disposiciones aplicables.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.5 Reglamento de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
Artículo 16. Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser: a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o b) Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados. III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser: a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional; b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o	Dada la naturaleza del Proyecto, el plan de manejo de residuos se presentará en la modalidad: Privado, Individual y Local.

Artículo	Vinculación
más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal. IV. Atendiendo a la corriente del residuo.	
Artículo 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.	El PC Carigali formulará y ejecutará un plan de manejo de residuos, el cual adoptará las disposiciones de la LGPGIR y del presente Reglamento, así como de las NOM aplicables.
Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades, dichos instrumentos podrán contener: I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos; II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos; III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo	El plan de manejo de residuos será implementado mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos necesarios –que incluirán lo requerido por el presente artículo- y adecuados para fijar las responsabilidades correspondientes.
Artículo 24.- Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información: a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal; b) Modalidad del plan de manejo; c) Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo; d) Formas de manejo, y	PC Carigali se sujetará al procedimiento previsto por este artículo y registrará ante la Agencia los planes de manejo de residuos peligrosos, incorporando al portal electrónico la información requerida anexará los documentos requeridos en formato digital respecto a la categoría aplicable.

Artículo	Vinculación
e) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo. Cuando se trate de un plan de manejo colectivo, los datos a que se refiere el inciso a) de la presente fracción corresponderán a los de la persona que se haya designado en el propio plan de manejo para tramitar su registro. II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos, los siguientes documentos: a) Identificación oficial o documento que acredite la personalidad del representante legal; b) Documento que contenga el plan de manejo, y c) Instrumentos que hubieren celebrado en términos de lo establecido en el artículo 20 de este Reglamento. III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el plan de manejo correspondiente. [...] El procedimiento previsto en el presente artículo aplicará también cuando los interesados pretendan modificar un plan de manejo registrado. En este caso, será necesario que indiquen solamente el número de registro que les fue asignado con anterioridad. [...]	
Artículo 34 Bis. - En términos del artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos. Los residuos peligrosos que se generen en las, actividades señaladas en el párrafo anterior se sujetarán a lo previsto en el presente Reglamento. Los residuos de manejo especial se sujetarán a las reglas y disposiciones de carácter general que para tal efecto expida la Agencia [ASEA].	Los residuos peligrosos generados por el Proyecto se sujetarán a lo previsto en el presente Reglamento, mientras que los residuos de manejo especial se sujetarán a las reglas y disposiciones de carácter general que expida la Agencia.
Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;	La identificación de los residuos peligrosos generados se llevará a cabo en estricto apego a la LGPGIR, su Reglamento y demás disposiciones aplicables, en particular con la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de

Artículo	Vinculación
II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos. [...] III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.	identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa [...].	Los residuos que se hayan mezclado con residuos peligrosos serán considerados como peligrosos y su determinación se hará de conformidad con la NOM052-SEMARNAT-2005.
Artículo 42.- Atendiendo las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realice una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Micro generador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos	Dada la cantidad de residuos que se espera generar, PC Carigali se encuentra dentro de la categoría de gran generador.

Artículo	Vinculación
peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida	
Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento incluido en este artículo.	El PC Carigali se registrará ante la ASEA como gran generador de residuos peligrosos y se sujetará al procedimiento incluido en el presente artículo.
Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes; IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley; VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con	PC Carigali se encargará de hacer la gestión de residuos peligrosos en estricto apego a este artículo y demás normatividad aplicable, en particular considerando lo previsto en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-054-SEMARNAT-1993. Los residuos serán envasados de acuerdo con su estado físico en contenedores que reúnan las condiciones de seguridad para su manejo, y serán etiquetados con los rótulos señalados en el presente artículo. Los residuos peligrosos serán almacenados en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales. En relación con el transporte, PC Carigali contratará los servicios de una empresa autorizada por la ASEA, quién realizará el manejo y disposición de este tipo de residuos una vez se encuentren en tierra.

Artículo	Vinculación
carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.	
Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;	El Proyecto contará con un almacén de residuos peligrosos que cumplirá con las condiciones establecidas por el presente artículo, así como lo establecido por la normatividad aplicable para algún tipo de residuo en particular. El área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos estará ubicada de forma separada de las áreas de producción servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; se encontrará en una zona dentro del equipo de perforación donde se minimicen los riesgos por emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones; contará con el equipo necesario para la contención de derrames; en caso de que se almacenen residuos peligrosos en estado líquido se contará con las medidas necesarias para conducir los derrames a fosas con la capacidad suficiente; contará con corredores para el paso de maquinaria y personal de seguridad; poseerá sistemas de extinción de incendios y sistemas de seguridad, así como con señalamientos y letreros relacionados con la peligrosidad de los residuos peligrosos; poseerá contenedores adecuados en volumen y en características de acuerdo al residuo a contener; y se respetará la altura máxima de las estibas.

Artículo	Vinculación
e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados; g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles; h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.	
Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	Los residuos peligrosos serán almacenados en el buque de perforación por un periodo no mayor a seis meses, para posteriormente ser dispuestos en tierra por una empresa autorizada por ASEA.
Artículo 129.- Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.	El Proyecto contempla medidas preventivas para evitar derrames, descargas o vertidos accidentales; sin embargo, en caso de que se dé un evento de este tipo se aplicarán de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y se realizará la limpieza del sitio.
Artículo 130.- Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el	El Proyecto contempla medidas preventivas para evitar derrames, descargas o vertidos accidentales; sin embargo, en caso de que se produzca un evento de este tipo en cantidad mayor señalada en el artículo anterior, PC Carigali ejecutará medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados y

Artículo	Vinculación
responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá: I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio (...).	avisará a las autoridades competentes, adicionalmente se contará con un Plan de Emergencia en Caso de Contaminación por Hidrocarburos (SOPEP).
Artículo 162.- Para los efectos del artículo 111 de la Ley, los convenios de restauración o compensación de daños darán por terminado el procedimiento administrativo. Si de la cuantificación del daño ambiental se determinará que la restauración del elemento afectado por las irregularidades causadas, sea de difícil o imposible reparación, se podrán compensar esos daños. La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de garantías respecto del cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones que deriven del convenio, mismas que se harán efectivas cuando el interesado, previa verificación de la autoridad, no haya dado cumplimiento a cualquiera de las obligaciones establecidas en el convenio o aquellas que deriven del mismo.	PC Carigali contará con un instrumento de garantía avalado por ASEA que se hará valido en caso de que se produzca alguna alteración del ambiente como producto de un accidente durante el Proyecto.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.6 Ley General de Cambio Climático.

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

A continuación, se realiza la vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Artículo	Vinculación
Artículo 87.- La Secretaría, deberá integrar el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro: I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro; II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas; III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas; IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.	Las emisiones a la atmósfera durante la operación del Proyecto provendrán principalmente del consumo de combustibles derivado de la movilización de embarcaciones y la maquinaria para perforación. PC Carigali hará el cálculo de emisiones y en caso de que le resulte aplicable, proporcionará a la ASEA la información relativa a las emisiones directas e indirectas generadas, con la finalidad de dar cumplimiento al presente artículo.
Artículo 89.- Las personas físicas o morales que lleven a cabo proyectos o actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones, podrán inscribir dicha información en el Registro, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan. La información de los proyectos respectivos deberá incluir, entre otros elementos, las transacciones en el comercio de emisiones, ya sea nacional o internacional de reducciones o absorciones certificadas, expresadas en toneladas métricas y en toneladas de bióxido de carbono equivalente y la fecha en que se hubieran verificado las operaciones correspondientes; los recursos obtenidos y la fuente de financiamiento respectiva.	El Proyecto no llevará a cabo actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones de acuerdo con transacciones en el comercio de emisiones. No obstante, con el objetivo de minimizar las afectaciones a la calidad del aire derivados de las emisiones de las actividades del Proyecto, se contemplan medidas de mitigación (Capítulo VI).

Artículo	Vinculación
Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán las medidas para evitar la doble contabilidad de reducciones de emisiones que se verifiquen en el territorio nacional y las zonas en que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, considerando los sistemas y metodologías internacionales disponibles.	
Artículo 90.- Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán los procedimientos y reglas para llevar a cabo el monitoreo, reporte y verificación y, en su caso, la certificación de las reducciones de emisiones obtenidas en proyectos inscritos en el Registro, a través de organismos acreditados de acuerdo a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y autorizados por la Secretaría o por los organismos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán los requisitos para validar ante el Registro, las certificaciones obtenidas por registros internacionales, de la reducción de proyectos realizados en los Estados Unidos Mexicanos.	PC Carigali adoptará los procedimientos y reglas de la presente Ley, con la finalidad de llevar a cabo el monitoreo, reporte y verificación de las emisiones generadas durante la ejecución del Proyecto.
Artículo 112.- Las personas físicas o morales responsables de las fuentes emisoras que sean requeridas por la Secretaría para proporcionar los informes, datos o documentos que integran el reporte de emisiones tendrán la obligación de hacerlo dentro de un plazo no mayor a quince días hábiles, contados a partir del día siguiente al de la fecha de su notificación.	En caso de que la ASEA solicite información referente al reporte de emisiones, PC Carigali la proporcionará en un plazo no mayor a quince días hábiles posteriores al día siguiente de la notificación.
Artículo 113.- Cuando de las visitas de inspección realizadas a las personas físicas o morales responsables de las fuentes emisoras sujetas a reporte se determine que existe riesgo inminente derivado de contravenir las disposiciones de la presente Ley y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; asimismo, cuando los actos u omisiones pudieran dar lugar a la imposición de sanciones, la Secretaría podrá ordenar las	El Proyecto adoptará las disposiciones aplicables en materia de emisiones a la atmósfera, incluyendo lo establecido en esta Ley y en la LGEEPA. Sin embargo, en caso de que la autoridad considere que existe algún tipo de riesgo, PC Carigali atenderá las medidas de seguridad recomendadas por la autoridad.

Artículo	Vinculación
medidas de seguridad previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	
Artículo 114.- En caso de que las personas físicas o morales responsables de las fuentes emisoras sujetas a reporte no entreguen la información, datos o documentos requeridos por la Secretaría en el plazo señalado, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente podrá imponer una multa de quinientos a tres mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, sin menoscabo del cumplimiento inmediato de dicha obligación.	PC Carigali proporcionará en el plazo señalado la totalidad de la información solicitada por las autoridades correspondientes, y comprende que en caso contrario le será impuesta una multa.
Artículo 115.- En caso de encontrarse falsedad en la información proporcionada, así como incumplir con los plazos y términos para su entrega, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente aplicará una multa de tres mil y hasta diez mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal. La multa será independiente de cualquier otra responsabilidad de los órdenes civil y penal que pudieran derivarse. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente tendrá la obligación de hacer del conocimiento de las autoridades competentes dichos actos. En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por tres veces del monto originalmente impuesto.	Siempre que las autoridades competentes soliciten información, PC Carigali la proporcionará de manera veraz y dentro de los plazos establecidos para ello. Además, se comprende que, en caso de proporcionar información falsa, se le impondrá una sanción económica.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.7 *Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones.*

Este Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Cambio Climático en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal (Tabla 3-11).

Tabla 3-11. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisión

Artículo	Vinculación
Artículo 3.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: I. Sector Energía: [...] b. Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos;	PC Carigali realizará exploración y perforación del Pozo, por lo que está sujeto a presentar reporte y lo hará cuando le sea legalmente aplicable en los términos del presente Reglamento.
Artículo 4.- Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: b. Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos: b.1. Extracción de petróleo, convencional y no convencional; [...] b.3. Perforación de pozos petroleros y de gas;	PC Carigali pertenece a los subsectores de explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos; extracción de petróleo no convencional; y perforación de pozos petroleros y de gas. Por lo anterior, presentará la COA ante la ASEA cuando le sea legalmente aplicable.
Artículo 5.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernaderos sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son: I. Bióxido de carbono; II. Metano; III. Óxido nitroso; IV. Carbono negro u hollín; V. Clorofluorocarbonos; VI. Hidroclorofluorocarbonos; VII. Hidrofluorocarbonos;	Durante las actividades de operación del equipo de perforación, así como a consecuencia del tránsito de embarcaciones, se producirán gases de efecto invernadero (bióxido de carbono, metano y óxido nitroso), de manera que, en caso de ser aplicable, estos compuestos se incluirán en COA presentada ante la ASEA.

Artículo	Vinculación
VIII. Perfluorocarbonos; IX. Hexafluoruro de azufre; X. Trifluoruro de nitrógeno; XI. Éteres halogenados; XII. Halocarbonos; XIII. Mezclas de los anteriores, y XIV. Los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales y que la Secretaría dé a conocer como sujetos a reporte mediante. Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación.	
Artículo 6.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente. La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte. El umbral establecido en el presente artículo aplicará para aquellos establecimientos regulados por otros órdenes de gobierno que conforme a lo previsto en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento se identifican como Sujetos a Reporte.	PC Carigali realizará las estimaciones para obtener la suma anual de emisiones de Dióxido de Carbono Equivalente emitidas a la atmósfera, y en caso de que el resultado sea superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente, esta información será incluida dentro de la COA presentada ante la ASEA.
Artículo 7.- Las metodologías y procedimientos que, conforme al artículo 87, fracción III de la Ley, aplicarán los Establecimientos Sujetos a Reporte para la medición, cálculo, o estimación de sus Emisiones Directas e Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, se basarán en la aplicación de metodologías de: I. Cálculo mediante factores de Emisión, cuando las actividades a reportar correspondan o involucren, de manera enunciativa y no limitativa, a:	PC Carigali aplicará la metodología de factores de Emisión para la medición de las emisiones directas e indirectas generadas durante el Proyecto.

Artículo	Vinculación
[...] y. Tratamiento y gestión de aguas residuales y por el consumo de energía eléctrica;	
Artículo 9.- Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones: I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento; II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica; III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento; IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento; [...]	PC Carigali cumplirá con las obligaciones señaladas en el presente artículo. De manera que identificará las emisiones directas e indirectas generadas, incluyendo gases de efecto invernadero; empleará las metodologías que resulten aplicables con base en el presente Reglamento. PC Carigali realizará las estimaciones para obtener la suma anual de emisiones de Dióxido de Carbono Equivalente emitidas a la atmósfera, y en caso de que el resultado sea superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente, esta información será incluida dentro de la COA presentada ante la ASEA.
Artículo 10.- El Registro se integrará con la información relativa a las Emisiones, Directas e Indirectas generadas por los Establecimientos Sujetos a Reporte. El Registro tendrá una sección en la cual los interesados podrán inscribir los proyectos o actividades que tengan como resultado la Mitigación o reducción de las Emisiones señaladas en el párrafo anterior. Los Establecimientos Sujetos a Reporte que la Secretaría identifique, conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, reportarán sus Emisiones Directas e Indirectas únicamente ante el Registro y lo harán solamente cuando actualicen el umbral de reporte previsto en el artículo 6 de este ordenamiento.	PC Carigali presentará la COA en caso de que sea aplicable.
Artículo 11.- El Establecimiento Sujeto a Reporte podrá corregir, mediante aviso, cualquier inconsistencia o dato erróneo en la cuantificación de	En caso de proporcionar información incorrecta ala ASEA, PC Carigali emitirá el aviso correspondiente a las autoridades.

Artículo	Vinculación
las Emisiones reportadas que se hayan incorporado al Registro, antes de que la Procuraduría, realice actos de inspección y vigilancia para verificar la información proporcionada. Dicho aviso se presentará ante la Secretaría en escrito libre, en el que se indicará el nombre, denominación o razón social del Establecimiento Sujeto a Reporte y el número que dicha. Dependencia haya asignado a la Cédula de Operación Anual y se señalará con toda precisión los errores e inconsistencias detectados, así como la información correcta, precisando el año de reporte en el cual se suscitó el error. [...]	En dicho aviso se incluirá la información sobre el establecimiento, el número de la COA y se especificarán los errores o inconsistencias que se hayan presentado durante el periodo en particular.
Artículo 12.- La presentación del reporte de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero ante el Registro se realizará a través de la Cédula de Operación Anual y se sujetará al siguiente procedimiento: I. En el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de cada año, los Establecimientos Sujetos a Reporte deberán integrar al Registro la información de sus Emisiones Directas e Indirectas generadas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año inmediato anterior; II. La Cédula de Operación Anual se presentará en formato impreso, electrónico o a través del sitio web de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción; III. La Secretaría contará con un plazo de 20 días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en caso de no ser así, por única vez, podrá requerir al Regulado para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de 15 días hábiles contados a partir de su notificación;	PC Carigali realizará las estimaciones para obtener la suma anual de emisiones de Dióxido de Carbono Equivalente emitidas a la atmósfera, y en caso de que el resultado sea superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente, esta información será incluida dentro de la COA presentada ante la ASEA en los términos del presente artículo. Asimismo, se apegará al procedimiento establecido en el presente artículo para la presentación del reporte antes mencionado.

Artículo	Vinculación
[...]	
Artículo 14.- La información que debe reportarse en materia de Emisiones Directas o Indirectas, considerando el tipo de Fuente Emisora, será: [...] II. En el caso de Fuentes Móviles: a. Emisiones Directas por tipo de Gas o Compuesto de Efecto Invernadero; b. Número y tipo de unidades, y c. Volumen consumido anualmente por tipo de combustible.	PC Carigali realizará las estimaciones para obtener la suma anual de emisiones de Dióxido de Carbono Equivalente emitidas a la atmósfera, y en caso de que el resultado sea superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente, esta información será incluida dentro de la COA presentada ante la ASEA en los términos del presente artículo.
Artículo 15.- Los Establecimientos Sujetos a Reporte son responsables de la integridad, consistencia y precisión de la información que proporcionen al Registro. El acuse de recibo de la Cédula de Operación Anual sólo tendrá validez para efectos de entrega del reporte. Cuando un Establecimiento Sujeto a Reporte inicie sus actividades u operaciones con posteridad al 1 de enero, el periodo de reporte será irregular, debiendo considerar la información correspondiente al periodo comprendido a partir del día en que comiencen actividades y el 31 de diciembre del año que se trate.	PC Carigali se hace responsable de la integridad, consistencia y precisión de la información presentada a través de la COA.
Artículo 16.- Los Establecimientos Sujetos a Reporte deberán, cada 3 años, adjuntar a la información que presenten para su integración al Registro, un Dictamen de Verificación, expedido por un Organismo acreditado y aprobado para tales efectos. El Dictamen de Verificación de la información reportada se presentará ante la Secretaría durante el período comprendido entre el 1 de julio al 30 de noviembre del año en que el Establecimiento Sujeto a Reporte esté obligado a validar dicha información.	PC Carigali presentará, en caso de que le sea aplicable, el dictamen de verificación emitido por un Laboratorio acreditado por la ASEA. El dictamen será presentado entre el 1 de julio y el 30 de noviembre del año en el cual se validará la información.
Artículo 18.- La Procuraduría podrá ejercer sus facultades de inspección y vigilancia sobre el Establecimiento Sujeto a Reporte, con el objeto de asegurar la consistencia y precisión de los reportes de éste, así como la aplicación correcta de las	En caso de que las autoridades competentes soliciten información relacionada con los reportes, PC Carigali se asegurará de proporcionar la información solicitada dentro de un plazo no mayor a 15 días hábiles a partir del día hábil siguiente en el que se notifique.

Artículo	Vinculación
metodologías de medición, cálculo o estimación de Emisiones. Los Establecimientos que sean requeridos por la Procuraduría para proporcionar la información, datos y documentos que integran el reporte de Emisiones, tendrán la obligación de hacerlo dentro de un plazo no mayor a 15 días hábiles, contados a partir del día hábil siguiente al de la fecha de su notificación.	
Artículo 24.- Los Establecimientos Sujetos a Reporte cuyas Emisiones no rebasen el umbral establecido en el artículo 6 del presente Reglamento y que, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables, estén obligados a reportar la información correspondiente a dichas Emisiones en otros registros, federales o locales, deberán cumplir con tales disposiciones.	PC Carigali dará cumplimiento a los reportes de los que resulte responsable de acuerdo con la normatividad aplicable.
Artículo 27.- Los Regulados para inscribir en el Registro los proyectos o acciones de Mitigación, reducción o absorción de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero y comprobar que no incurre en una doble contabilidad, deberán presentar a la Secretaría lo siguiente: I. Datos generales de las partes involucradas en el desarrollo del proyecto: a. Nombre, denominación o razón social, domicilio, número de teléfono y dirección de correo electrónico, así como la firma del Regulado; b. Nombre, denominación o razón social, domicilio, número de teléfono y dirección de correo electrónico, así como las firmas de los asociados participantes, y c. Nombre, denominación o razón social, domicilio, número de teléfono y dirección de correo electrónico del Organismo acreditado y que esté aprobado por la Secretaría o por los organismos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte; [...]	PC Carigali dará cumplimiento a los reportes de los que resulte responsable de acuerdo con la normatividad aplicable.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.8 Ley de Aguas Nacionales.

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales. Su observancia es 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.

De este modo, en su Artículo 2º indica que *“Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.”*

Es importante considerar el segundo párrafo del Artículo 16 de la Ley, que dice:

“Son aguas nacionales las que se enuncian en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”.

El Proyecto se vincula con esta ley en la competencia de que los ordenamientos y derechos de soberanía y jurisdicción que tiene la Nación sobre las aguas de la Zona Económica Exclusiva, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional en donde queda contemplado entre otros aspectos, la regulación sobre las descargas como se encuentra establecido en la fracción IV del Artículo 86 de la Ley que indica *Establece 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:*

- Bienes y zonas de jurisdicción federal;
- Aguas y bienes nacionales;
- Los demás casos previstos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en los reglamentos de la presente ley.

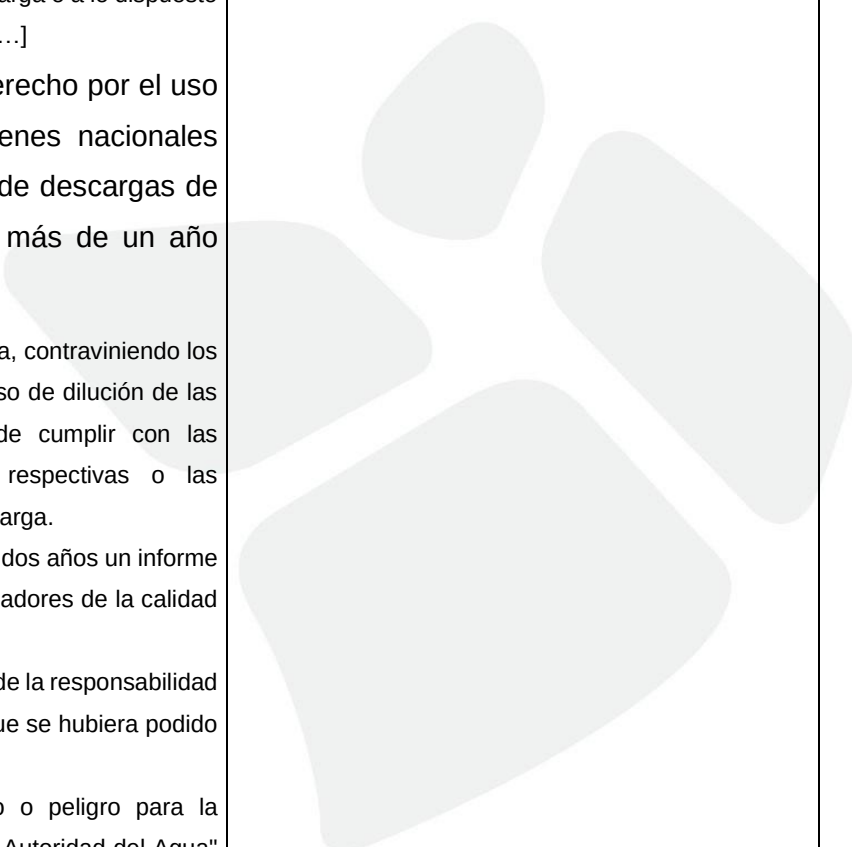
A continuación, se muestra la vinculación entre el Proyecto y la Ley de Aguas Nacionales en la Tabla 3-12

Tabla 3-12. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 2.- Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. [...]. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.	Dado que el Proyecto comprende actividades en aguas nacionales, PC Carigali cumplirá con las disposiciones aplicables establecidas en la presente Ley.
Artículo 29 BIS 4.- La concesión, asignación o permiso de descarga podrán revocarse en los siguientes casos: [...] III. Descargar en forma permanente o intermitente aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la presente Ley en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o el acuífero, sin perjuicio de las sanciones que fijen las disposiciones sanitarias y de equilibrio ecológico y protección al ambiente; IV. Utilizar la dilución para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas en materia ecológica o las condiciones particulares de descarga; IX. Dañar ecosistemas como consecuencia de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales; X. Realizar descargas de aguas residuales que contengan materiales o residuos peligrosos que ocasionen o puedan ocasionar daños a la salud, recursos naturales, fauna, flora o ecosistemas;	PC Carigali atenderá las disposiciones del presente artículo para mantener el permiso de descarga. Entre las medidas propuestas para este fin se encuentra dar tratamiento a todas las aguas residuales previo a su descarga, con el objeto de no contaminar el agua marina y evitar daños a la salud, recursos naturales, fauna, flora o ecosistemas. Adicionalmente, se contará con un sistema de separación agua/aceite para el agua de sentina previo a su descarga en apego a las normas MARPOL 73/78.
Artículo 85.- [...] 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	PC Carigali se hará responsable de ejecutar las medidas necesarias para prevenir la contaminación del agua marina a fin de mantener el equilibrio de los ecosistemas. Dentro de estas medidas se encuentra el tratamiento de agua residual previo a su descarga en apego a MARPOL 73/78 y de conformidad con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Artículo	Vinculación
permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.	
Artículo 86 BIS 2.- Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	PC Carigali se hará responsable de dar tratamiento al agua residual previo a su descarga en apego a MARPOL 73/78 y de conformidad con la NOM-001SEMARNAT-2021, con la finalidad de evitar contaminar las aguas marinas. Así mismo, comprende que será sancionado en caso de incumplir con esta disposición.
Artículo 88.- Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.	PC Carigali comprende que requiere un permiso de descarga y lo tramitará la CONAGUA, especificando las características de las descargas que se llevarán a cabo.
Artículo 88 BIS. - Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán: I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales mencionado en el Artículo anterior; II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas; III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes de propiedad nacional como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;	PC Carigali contará con permiso de descarga ante CONAGUA, y dará tratamiento al agua residual previo a su descarga en apego a MARPOL 73/78 y de conformidad con la NOM-001-SEMARNAT-2021. Así mismo, contratará a empresas especializadas para efectuar las mediciones conducentes y reportará a CONAGUA el volumen y las características de las descargas. Además, permitirá al personal de inspección de CONAGUA la ejecución de sus actividades.

Artículo	Vinculación
IV.-Instalar y mantener en buen estado, los aparatos medidores y los accesos para el muestreo necesario en la determinación de las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga; V.- Hacer del conocimiento de "la Autoridad del Agua" los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados en las condiciones particulares de descarga fijadas; VI. Informar a "la Autoridad del Agua" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales contenidas en el permiso de descarga correspondiente; VI Bis. Adoptar dentro de sus procesos, la utilización de materiales biodegradables, siempre y cuando técnicamente sean viables, atendiendo a las disposiciones reglamentarias en la materia; [...]	
Artículo 91 BIS 1.- Cuando se efectúen en forma fortuita, culposa o intencional una o varias descargas de aguas residuales sobre cuerpos receptores que sean bienes nacionales, en adición a lo dispuesto en el Artículo 86 de la presente Ley, los responsables deberán dar aviso dentro de las 24 horas siguientes a "la Procuraduría" y a "la Autoridad del Agua", especificando volumen y características de las descargas, para que se promuevan o adopten las medidas conducentes por parte de los responsables o las que, con cargo a éstos, realizará dicha Procuraduría y demás autoridades competentes. La falta de dicho aviso se sancionará conforme a la presente Ley, independientemente de que se apliquen otras sanciones, administrativas y penales que correspondan.	PC Carigali realizará descargas de aguas residuales únicamente cuando hayan recibido tratamiento previo y comprende que en caso de que se efectúen descargas en forma fortuita, culposa o intencional deberá dar aviso dentro de las 24 horas siguientes a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a la CONAGUA, especificando el volumen y las características de las descargas. PC Carigali contará con permiso de descarga ante la CONAGUA, y especificará el volumen y características de las descargas previstas, las cuales no excederán los límites máximos permisibles establecidos en la. NOM001-SEMARNAT-2021.
Artículo 92.- "La Autoridad del Agua" ordenará la suspensión de las actividades que den origen a las descargas de aguas residuales, cuando: I. No se cuente con el Permiso de Descarga de aguas residuales en los términos de esta Ley;	PC Carigali contará con permiso de descarga de CONAGUA, en los términos de la presente Ley, y sus descargas se encontrarán dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la. NOM-001SEMARNAT-2021.

Artículo	Vinculación
II. La calidad de las descargas no se sujete a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, a las condiciones particulares de descarga o a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos; [...] III. Se omita el pago del derecho por el uso o aprovechamiento de bienes nacionales como cuerpos receptores de descargas de aguas residuales durante más de un año fiscal; IV. El responsable de la descarga, contraviniendo los términos de Ley, utilice el proceso de dilución de las aguas residuales para tratar de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas respectivas o las condiciones particulares de descarga. V.- Cuando no se presente cada dos años un informe que contenga los análisis e indicadores de la calidad del agua que descarga. La suspensión será sin perjuicio de la responsabilidad civil, penal o administrativa en que se hubiera podido incurrir. Cuando exista riesgo de daño o peligro para la población o los ecosistemas, "la Autoridad del Agua" a solicitud de autoridad competente podrá realizar las acciones y obras necesarias para evitarlo, con cargo a quien resulte responsable	
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.	PC Carigali presentará un análisis físico, químico y orgánico de las aguas de las fuentes receptoras en donde se llevarán a cabo las descargas, posteriormente obtendrá el permiso de descarga de CONAGUA.

Artículo	Vinculación
Artículo 96 BIS 1.- Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar o compensar el daño ambiental causado en términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño.	Las descargas de agua durante la ejecución del Proyecto se apegarán a lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-2021 y al Convenio MARPOL 73/78, en el caso extraordinario de que se genere contaminación del agua marina, PC Carigali estará obligado a reparar o compensar el daño ambiental generado.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.9 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Este Reglamento tiene como objetivo reglamentar la Ley de Aguas Nacionales (Tabla 3-13).

Tabla 3-13. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	PC Carigali hará uso de agua de mar la cual será desalinizada para el posterior consumo de la tripulación, así como para los lodos de perforación base agua, por tal motivo será responsable de emplear las medidas necesarias para evitar la contaminación del medio marino derivado de las descargas de agua de rechazo, para lo anterior, se brindará el tratamiento de estas en apego a la NOM-001SEMARNAT-2021.
Artículo 135.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: [...] II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; (...) VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores; VIII. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento"; IX. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;	PC Carigali dará tratamiento a las aguas residuales previo a su vertido y darán cumplimiento a la NOM-001-SEMARNAT-2021. Además, se sujetará a la vigilancia que establezca la CONAGUA y llevará a cabo un monitoreo de la calidad del agua residual que se descargue, en los términos de la presente Ley y disposiciones reglamentarias.
Artículo 149.- Cuando se efectúen en forma fortuita una o varias descargas de aguas residuales sobre cuerpos receptores que sean bienes nacionales, los responsables deberán avisar de inmediato a "La Comisión", especificando volumen y características	PC Carigali realizará descargas de aguas residuales únicamente cuando hayan recibido tratamiento previo y comprende que en caso de que se efectúen descargas en forma fortuita, culposa o intencional deberá dar aviso a la PROFEPA y a la CONAGUA,

Artículo	Vinculación
de las descargas, para que se promuevan o adopten las medidas conducentes por parte de los responsables o las que, con cargo a éstos, realizará "La Comisión" y demás autoridades competentes. Los responsables de las descargas estarán obligados al llevar a cabo las labores de remoción y limpieza del contaminante de los cuerpos receptores afectados por la descarga. En caso de que el responsable no dé aviso, los daños que se ocasionen, serán determinados y cuantificados por "La Comisión" en el ámbito de su competencia, y se notificarán a las personas físicas o morales responsables, para su pago conforme a la ley.	especificando el volumen y las características de las descargas. PC Carigali contará con permiso de descarga ante la CONAGUA, y especificará el volumen y características de las descargas previstas, las cuales no excederán los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas	PC Carigali dará tratamiento a las aguas residuales previo a su vertido para asegurar el cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021. Durante la ejecución del Proyecto no se depositarán residuos que por sus características puedan contaminar las aguas del cuerpo receptor; los residuos serán almacenados temporalmente y dispuestos en tierra por un tercero autorizado.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.10 Ley de Puertos.

Dado que la Ley de Puertos tiene por objeto regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, protección y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios, establece competencias correspondientes a las autoridades, por lo que el Proyecto se vincula únicamente con el Reglamento.

3.5.2.11 Reglamento de la Ley de Puertos.

La Ley de Puertos tiene por objeto regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, protección y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios. Para las actividades del Proyecto, se eligieron posible base logística los puertos Dos bocas, Tabasco y Coatzacoalcos, Veracruz.

La Tabla 3-14 muestra la vinculación entre el Proyecto y la Ley de Puertos.

Tabla 3-14. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Puertos.

Artículo	Vinculación
Artículo 84.- Los movimientos de entrada y salida de los buques en los puertos, así como cualquier maniobra dentro de éstos, quedarán sujetos a las prioridades que correspondan, pero no habrá distinciones al respecto por el pabellón de los buques o por el monto de los cargos que deban pagarse por los servicios.	PC Carigali se apegará a las prioridades establecidas por las autoridades Portuarias con relación a los movimientos de entrada y salida del puerto, así como cualquier maniobra dentro del mismo.
Artículo 88.- Los barcos, al atracar, sólo deberán fondear las anclas que indique el piloto de puerto y en el lugar y dirección que el mismo señale, salvo que el capitán considere que existe peligro, en cuyo caso deberá manifestarlo así al piloto y asentarlo en el diario de navegación.	Los buques seguirán las indicaciones del piloto de puerto y fondearán las anclas que indique, en la dirección y lugar que él señale, salvo que el capitán considere que existe peligro, en cuyo caso lo manifestará al piloto y lo asentará en el diario de navegación.
Artículo 90.- Los buques mantendrán los cabos y los amarres que les haya señalado el piloto de puerto en los lugares que indique.	Los buques del Proyecto mantendrán los cabos y amarres como lo indique el piloto de puerto.
Artículo 91.- Ningún buque atracado, podrá abandonar un muelle o efectuar enmiendas sin autorización previa del administrador. De lo anterior se dará aviso a la capitanía.	PC Carigali solicitará autorización previa del administrador del puerto previo a abandonar un muelle o efectuar enmiendas.
Artículo 92.- En los buques atracados o fondeados deberá quedar a bordo personal suficiente para su cuidado y operación.	Durante la ejecución del Proyecto habrá personal suficiente para el cuidado y operación de los buques cuando estén atracados o fondeados de acuerdo con el certificado de dotación mínima de cada embarcación.
Artículo 96.- Las embarcaciones no podrán: I. Acoderarse a otra en movimiento; II. Cruzar el rumbo de cualquier embarcación en movimiento; III. Salir de las aguas del puerto sin permiso de la capitanía; IV. Trasladar personas a los buques surtos en el puerto que no estén declarados, y V. Abarloarse a otro buque, sin causa justificada.	PC Carigali adoptará las medidas previstas en el presente artículo con respecto a las embarcaciones, quedando así prohibido acoderarse a otra en movimiento, cruzar el rumbo de cualquier embarcación en movimiento, salir de las aguas del puerto sin permiso de la capitanía, trasladar a personas a los buques surtos en el puerto que no estén declarados, y abarloarse a otro buque sin causa justificada.

Fuente: TEMA (2022)

El Proyecto se apegará a lo dispuesto en las reglas de operación de los puertos de Dos Bocas y Coatzacoalcos.

3.5.2.12 Ley de Navegación y Comercio Marítimos.

La Ley de Navegación y Comercio Marítimos tiene por objeto regular las vías generales de comunicación por agua, la navegación, su protección y los servicios que en ellas se prestan, la marina mercante mexicana, así como los actos, hechos y bienes relacionados con el comercio marítimo (Tabla 3-15).

Tabla 3-15. Vinculación del Proyecto con la Ley de Navegación y Comercio Marítimos

Artículo	Vinculación
Artículo 36.- La navegación en zonas marinas mexicanas y el arribo a puertos mexicanos estarán abiertos, en tiempos de paz a las embarcaciones de todos los Estados, conforme al principio de reciprocidad internacional. Cuando existan razones de seguridad nacional o interés público, la Secretaría podrá negar la navegación en zonas marinas mexicanas y el arribo a puertos mexicanos. Asimismo, cualquier embarcación que navegue en zonas marinas mexicanas deberá observar la obligatoriedad de obedecer los señalamientos para detenerse o proporcionar la información que le sea solicitada por alguna unidad de la Armada de México. Lo anterior, con el fin de garantizar el cumplimiento de las normas aplicables, por sí misma o en colaboración con las autoridades competentes, en el combate al terrorismo, contrabando, piratería en el mar, tráfico ilegal de personas, armas, estupefacientes y psicotrópicos, entre otros, en los términos de la legislación de la materia. En caso de desobediencia, se impondrán las sanciones establecidas por esta Ley y por las demás disposiciones aplicables.	PC Carigali comprende que las embarcaciones del Proyecto obedecerán los señalamientos para detenerse o proporcionar información solicitada por alguna unidad de la Armada de México.
Artículo 76.- De conformidad con lo que establecen los tratados internacionales, se prohíbe derramar hidrocarburos persistentes que se transporten como carga, o que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones. Asimismo, se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud	Durante la ejecución del Proyecto no se derramarán intencionalmente hidrocarburos que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones; asimismo, las aguas residuales recibirán tratamiento previo a su descarga para asegurar cumplimiento con la NOM-001SEMARNAT-2021, mientras que los residuos orgánicos no contaminantes serán triturados y dispuestos de conformidad con las disposiciones del convenio MARPOL 73/78.

Artículo	Vinculación
humana o a la utilización legítima de las vías navegables y altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificada en la Ley Federal del Mar. La responsabilidad civil por daños derivados de la contaminación marina procedente de embarcaciones, artefactos navales e industrias costeras se regirá por los tratados internacionales, por el capítulo respectivo de esta Ley, así como por la legislación aplicable en cada especie de contaminación marina. A las sanciones administrativas derivadas de las infracciones a lo señalado en este capítulo, se sumará la obligación de reparación del daño, consistente en la limpieza y restauración efectiva de las áreas contaminadas. Esta disposición no prejuzga sobre la responsabilidad penal en que incurran los sujetos contaminantes, ni los servidores públicos que por cualquier modo autoricen o consientan el acto o la omisión resultante en la contaminación.	Adicionalmente, se contará con un plan de atención de emergencias ante posible contaminación por hidrocarburos (SOPEP), en donde se detallarán las medidas preventivas y correctivas a ejecutarse en caso de algún evento de derrame. En el caso extraordinario de que se presente algún evento de contaminación, se hará acreedor a las sanciones administrativas correspondientes, y que además deberá llevar a cabo la reparación del daño, o bien, la compensación ambiental que proceda de conformidad con lo dispuesto en la LFRA.
Artículo 77 BIS. Toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a los ecosistemas marinos o sus componentes estará obligada a la reparación de los daños, o bien, a la compensación ambiental que proceda de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	El Proyecto considera medidas de prevención y mitigación con la finalidad de reducir y controlar el daño a los ecosistemas marinos y sus componentes (Capítulo VI); sin embargo, en el caso extraordinario de que se presente algún evento que ocasione directa o indirectamente un daño a los ecosistemas marinos y sus componentes, se hará la reparación de los daños, o bien, a la compensación ambiental que proceda de conformidad con lo dispuesto en la LFRA.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.13 Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos.

El presente Reglamento tiene por objeto regular las funciones de la Autoridad Marítima Mercante y la actuación de las personas de derecho público o privado que intervengan en los asuntos marítimos y portuarios normados por la Ley.

A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con este ordenamiento (Tabla 3-16).

Tabla 3-16. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos

Artículo	Vinculación
Artículo 3.- A los actos, hechos, bienes y personas regulados por la Ley y este Reglamento, les será aplicables los convenios, protocolos, códigos y recomendaciones de carácter obligatorio emitidas por la OMI y adoptadas por México, y en su caso ratificadas por el Senado de la República.	PC Carigali comprende que le son aplicables los convenios, protocolos, códigos y recomendaciones de carácter obligatorio emitidas por la OMI y adoptadas por México; se presentan más detalles sobre este tema en la sección Tratados Internacionales.
Artículo 19.- Para efectos de lo previsto en el penúltimo párrafo del artículo 40 de la Ley, respecto de los permisos temporales de Navegación de cabotaje, la clasificación de Embarcaciones y Artefactos Navales extranjeros como de extraordinaria especialización por sus características técnicas, las cuales se señalan en el artículo 10, fracción I inciso e), de la propia Ley, se aplicarán únicamente para aquéllas de quinientas UAB o mayores, que se encuentren en cualquiera de los siguientes casos: I. Las que participen en la industria petrolera mexicana en las actividades tales como: a) Reconocimiento y exploración superficial, en términos del artículo 4, fracción XXXII de la Ley de Hidrocarburos; b) Exploración, en términos del artículo 4, fracción XIV de la Ley de Hidrocarburos; c) Extracción, en términos del artículo 4, fracción XV de la Ley de Hidrocarburos, y d) Construcción o mantenimiento de instalaciones marinas, que requieran de equipos, técnicas o procesos especializados en materia de exploración y extracción de Hidrocarburos, definidos en el artículo 4 de la Ley de Hidrocarburos;(…)	Todas las embarcaciones que se utilizarán en el Proyecto de quinientas Unidades de Arqueo Bruto (UAB) o mayores cumplirán con los permisos y requisitos que se indican en los artículos de la Ley que señala este artículo.
Artículo 668.- El incumplimiento de las normas de carácter ambiental previstas en la Ley y en este Reglamento, será sancionado conforme a lo establecido en los mismos, sin perjuicio de las sanciones señaladas en los demás ordenamientos en materia de responsabilidad civil y deterioro ambiental.	PC Carigali adoptará las medidas y acciones orientadas a la conservación del medio ambiente, durante el desarrollo del Proyecto y en caso de que se incumpla alguna de las normas ambientales aplicables, se hará responsable de las sanciones que resulten.
Artículo 669.- Las navieras y Propietarios de Embarcaciones o Artefactos Navales que ocasionen	Se adoptarán las medidas de prevención y mitigación pertinentes con la finalidad de evitar derrames u otro

Artículo	Vinculación
daños por Contaminación Marina, estarán obligados a la limpieza, restauración o reparación del daño de uno o más elementos afectados en el medio biótico y abiótico de ecosistemas marinos y áreas contaminadas. Lo anterior, no prejuzga sobre la responsabilidad civil establecida en los Tratados Internacionales y en la legislación aplicable.	tipo de eventos que originen contaminación marina (Capítulo VI), en caso de un evento no planificado que origine afectaciones, el PC Carigali realizará las labores de limpieza, restauración y reparación del daño según corresponda.
Artículo 670.- Los Desechos generados por los buques, las Embarcaciones y los Artefactos Navales, incluyendo las mezclas oleosas, Sustancias Nocivas Líquidas, aguas sucias, aguas residuales, aguas de lastre, basuras y elementos equivalentes, deberán ser descargadas en instalaciones autorizadas por la Dirección General y conservar a bordo los registros de dichas descargas.	Durante el Proyecto se realizará un manejo seguro y ambientalmente adecuado de la totalidad de residuos que sean generados. Por su parte, las descargas de aguas residuales se realizarán en el mar atendiendo los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 y lo previsto en el Convenio MARPOL 73/78.
Artículo 671.- En los casos en que se afecte al medio marino por la utilización de Embarcaciones o Artefactos Navales, el capitán, el naviero o el Propietario, deberán a su costo, efectuar a través de un especialista reconocido por la autoridad competente, un estudio de evaluación ambiental de las áreas afectadas, determinando con ello el grado de afectación con base en los límites máximos permisibles de acuerdo con la legislación y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. En dicho estudio que presentará a la Dirección General, deberá proporcionar las medidas que, en su caso, llevará a cabo para el saneamiento y la restauración correspondiente. Con el fin de normar su criterio ante la afectación ambiental, el Comité señalado en este Capítulo tomará en cuenta el estudio aquí referido, con los términos de referencia que en cada caso establezca.	Como se ha mencionado previamente, durante el Proyecto se implementarán las acciones y medidas pertinentes orientadas a la conservación del medio marino en el que se inserta el Proyecto, no obstante, en caso de que se genere algún tipo de afectación a este receptor derivada del Proyecto, PC Carigali realizará los estudios pertinentes y adoptará las medidas necesarias para el saneamiento y restauración que corresponda.
Artículo 680.- En el servicio de pilotaje, cuando los Pilotos de Puerto que tengan conocimiento de un hecho que cause afectación al medio ambiente marino, deberán comunicarlo de inmediato a la Capitanía de Puerto y, en coordinación con la misma, podrán tomar las acciones necesarias para mitigar el suceso, considerando también para ello, las	En caso de que se observe durante el Proyecto un evento que esté causando afectación al medio ambiente marino, se darán los avisos correspondientes con la finalidad de que las autoridades puedan realizar las acciones pertinentes para mitigar el efecto de tal afectación.

Artículo	Vinculación
indicaciones y procedimientos establecidos en los planes de atención a emergencias y contingencias de las Embarcaciones y Artefactos Navales, así como en los planes portuarios en la materia. Asimismo, deberán mantener informada a la Capitanía de Puerto respectiva de cualquier decisión relacionada con riesgos ambientales, así como a otras autoridades competentes en la materia.	

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.14 Ley Federal del Mar.

Esta 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.

Conforme al **Artículo 3** de la Ley Federal del Mar, 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.
- f) Cualquier otra permitida por el Derecho Internacional.

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

Conforme al **Artículo 6** se establece, la soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las respectivas zonas marinas, se ejercerán según lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho internacional y la legislación nacional aplicable, respecto a:

- I. Las obras, islas artificiales, instalaciones y estructuras marinas.
- II. El régimen aplicable a los recursos marinos vivos, inclusive su conservación y utilización.

- III. El régimen aplicable a los recursos marinos no vivos, inclusive su conservación y utilización.
- IV. El aprovechamiento económico del mar, incluyendo la utilización de minerales disueltos en sus aguas, la producción de energía eléctrica o térmica derivada de las mismas, de las corrientes y de los vientos, la captación de energía solar en el mar, el desarrollo de la zona costera, la maricultura, el establecimiento de parques marinos nacionales, la promoción de la recreación y el turismo y el establecimiento de comunidades pesqueras.
- V. La protección y preservación del medio marino incluyendo la prevención de su contaminación; y
- VI. La realización de actividades de investigación científica marina.

Por otra parte, la particular importancia que reviste el desarrollo del Proyecto en las zonas marinas mexicanas hace necesaria la vinculación de diversas regulaciones. Como antes se señaló, estas actividades se rigen tanto por la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo y sus respectivo Reglamento y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de conformidad con lo señalado en la Ley Federal del Mar (Diario Oficial de la Federación 8 de enero de 1986), con relación a su ubicación.

A continuación, se transcriben los artículos que aplican de esta Ley para el desarrollo de este Proyecto.

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

*“[...] **Artículo 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.”*

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

*“[...] **Artículo 21.-** En el ejercicio de los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias de la Nación dentro de las zonas marinas mexicanas, se aplicarán la Ley Federal de Protección al Ambiente, la Ley General de Salud, y sus respectivos Reglamentos, la Ley Federal de Aguas y demás leyes y reglamentos aplicables vigentes o que se adopten, incluidos la presente Ley, su reglamento y las normas pertinentes del derecho internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.”*

*“[...] **Artículo 49.-** El Poder Ejecutivo Federal vigilará que, al ejercitar los Estados extranjeros sus derechos y al cumplir sus deberes en la Zona Económica Exclusiva mexicana, tengan debidamente en cuenta los derechos, jurisdicciones y deberes de la Nación y cumplan esta Ley, su Reglamento y otros reglamentos nacionales adoptados de conformidad con la Constitución y normas aplicables de derecho internacional.*

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

Como ya se ha descrito, el Proyecto será ejecutado en la Zona Económica Exclusiva; por lo que es vinculante con lo señalado por la Ley antes citada, así como por remisión expresa de la misma: La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, la LGEEPA y su respectivo reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental y los convenios internacionales para ejercer los derechos de la Nación respecto del aprovechamiento y distribución de los hidrocarburos y con la medidas preventivas y de mitigación previstas en el capítulo VI del proyecto para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.

3.5.2.15 Ley General de Vida Silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del Artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucional. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y

aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

A continuación, se realiza la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General de Vida Silvestre en la Tabla 3-17.

Tabla 3-17. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. IV. Atendiendo a la corriente del residuo.	Durante la ejecución del Proyecto se velará por la conservación y protección de la vida silvestre que pudiera ser afectada.
Artículo 30.- El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionada en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de la fauna silvestre marina entre sus actividades; sin embargo, bajo la supervisión del responsable de seguridad, salud y medio ambiente aplicará las medidas de manejo ambiental pertinentes con la finalidad de minimizar el impacto del Proyecto sobre este componente biótico.
Artículo 60 Bis. - Ningún ejemplar de mamífero marino, cualquiera que sea la especie podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, con excepción de la captura que tenga por objeto la investigación científica y la educación superior de instituciones acreditadas. El Promovente de una autorización para la captura de mamíferos marinos a los que se refiere este artículo, deberá entregar a la autoridad correspondiente un protocolo completo que sustente su solicitud. El resto del trámite quedará sujeto a las disposiciones de la presente Ley y demás ordenamientos aplicables. Para el caso de varamientos de mamíferos marinos se procederá siempre a lo determinado en el "Protocolo de atención para varamiento de mamíferos marinos". Queda prohibida la utilización de ejemplares de mamíferos marinos en espectáculos itinerantes Ningún ejemplar de primate, cualquiera que sea la especie, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o	Durante el Proyecto no se realizará el aprovechamiento extractivo de mamíferos marinos. Se velará por la conservación de los mamíferos marinos que se distribuyan dentro del Área Contractual 4 y de los que sean avistados.

Artículo	Vinculación
comercial. Sólo se podrá autorizar la captura para actividades de restauración, repoblamiento y de reintroducción de dichas especies en su hábitat natural.	
Artículo 60 Bis 1.- Ningún ejemplar de tortuga marina, cualquiera que sea la especie, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, incluyendo sus partes y derivados. Queda prohibido, el aprovechamiento extractivo con fines de subsistencia o comercial, de las especies de tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>) tiburón ballena (<i>Rhincodon typus</i>), tiburón peregrino (<i>Cetorhinus maximus</i>), pez sierra peine (<i>Squalus pristis</i>) y pez sierra de estero (<i>Pristis pectinata</i>). Sólo se podrá autorizar su captura para actividades de restauración, repoblamiento o de reintroducción de dichas especies en su hábitat natural.	El Proyecto se realizará totalmente dentro de una zona marina a una distancia aproximada de 112 km de la línea de costa más cercana y no se realizarán actividades en sitios con presencia de manglar o en otras áreas sensibles.
Artículo 106.- Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	En el caso extraordinario de que se produzcan afectaciones a estos componentes, PC Carigali deberá reparar o compensar el daño ocasionado. Es importante destacar que se contará con un instrumento de garantía que se hará efectivo en caso de alguna alteración del ambiente ocasionada por el Proyecto.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.16 Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas.

Con el fin de regular toda evacuación, eliminación, introducción o liberación en las zonas marinas mexicanas, deliberada o accidental, de desechos u otras materias, incluyendo aguas de lastre alóctonas (que arrastran especies invasoras), provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, el Congreso de la Unión expidió el 17 de enero de 2014 la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.

Esta ley de jurisdicción federal, cuyas disposiciones son de orden público, tienen por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos. También norma,

la re-suspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que produzca su sedimentación.

Para el caso del presente proyecto se contemplan dos escenarios respecto a la disposición final de lodos de perforación:

1. Almacenamiento en el buque y envío de éstos a tierra para su disposición final.
2. Vertimiento de los lodos de perforación al mar.

En el caso del segundo escenario, se considera la vinculación con la presente Ley; por lo que a continuación, se describe la vinculación del Proyecto con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas en la Tabla 3-18.

Tabla 3-18. Vinculación del Proyecto con la Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Está prohibida la incineración de desechos u otras materias, en las zonas marinas mexicanas, asimismo, está prohibida la importación y exportación de desechos u otras materias para su vertimiento o incineración, por lo que toda contravención será sancionada en términos de la presente Ley.	El Proyecto no contempla dentro de su ejecución la incineración de desechos u otras materias, ni la importación y exportación de residuos para su vertimiento o incineración. Los vertimientos que se lleven a cabo durante la ejecución del Proyecto se harán de acuerdo a lo establecido en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.
Artículo 11.- El interesado, al presentar la solicitud para el vertimiento de desechos u otras materias, incluyendo los materiales de dragado, materiales orgánicos no contaminados de origen natural, desechos de pescado o materiales resultantes de las operaciones de elaboración del pescado, buques, plataformas, geológicos, hierro, acero, hormigón y fangos cloacales; deberá acreditar que agotó cualquiera de las opciones de manejo integral de desechos que comprenden enunciativa y no limitativamente las siguientes: I. Reutilización; II. Reciclaje fuera de las aguas marinas mexicanas; III. Destrucción de los componentes peligrosos; IV. Tratamiento para reducir o retirar los componentes peligrosos; V. Evacuación en tierra, en la atmósfera y en el mar.	El PC Carigali presentará la solicitud para el vertimiento acreditando lo solicitado por el presente artículo ante la Secretaría de Marina (SEMAR). De los materiales listados por este artículo se verterán materiales orgánicos no contaminados (residuos de alimentos), que serán triturados previo a su vertimiento, y éste se hará a una distancia mínima de 12 millas náuticas de la costa, de conformidad con las reglas MARPOL 73/78. En caso de que se sea aceptado el vertimiento de lodos de perforación, se hará un previo tratamiento de éste por un sistema de control de sólidos (mismo que se describe en el Capítulo II). para que posteriormente sea descargado.
Artículo 13.- La descripción y caracterización tóxica, física, química y biológica de los desechos, es un requisito	PC Carigali comprende que la descripción y caracterización de los desechos que será descargada

Artículo	Vinculación
para determinar la procedencia de verterlos, así como para considerar las alternativas. La Secretaría no autorizará el vertimiento cuando la caracterización de los desechos sea insuficiente y no pueda evaluarse adecuadamente su posible impacto en la salud y en el ambiente costero y marino. No se autorizarán vertimientos de desechos u otras materias en áreas naturales protegidas marinas y sus zonas de influencia, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en aquellas áreas que establezca la Ley General de Vida Silvestre.	es un requisito para determinar la procedencia de verterlos, por lo que se hará la caracterización tóxica, física, química y biológica de aquellos desechos que pretendan verterse.
Artículo 15.- [...] En el Acuerdo, se definirán los desechos, materiales o sustancias que no pueden ser objeto de vertimiento. Para esta definición se considerarán, de manera enunciativa y no limitativa: I. Las sustancias antropogénicas tóxicas, persistentes y bioacumulables, entre otras: plásticos persistentes y demás materiales sintéticos, cadmio, mercurio, órgano halógenos, organometálicos, hidrocarburos y sus derivados, cuando proceda, arsénico, plomo, cobre, zinc, berilio, cromo, níquel, vanadio, y sus compuestos de todos estos; compuestos orgánicos de silicio, cianuros, fluoruros, plaguicidas y pesticidas o sus subproductos distintos de los órganos halógenos, y II. Aquellos compuestos respecto de los cuales se disponga de información que demuestre que causan daños a la salud humana o al ambiente marino y costero.	Durante la ejecución del Proyecto se llevarán a cabo vertimientos de materia orgánica no contaminante (residuos de alimentos triturados). Además, se considera el vertimiento de los lodos de perforación al mar (mismo que se describe como escenario 2). En este último caso, la descarga pasará un tratamiento previo que consiste en un sistema de control de sólidos. Las especificaciones que deben contener los lodos de perforación para su descarga que demuestren no ser contaminantes ambientales o para la salud, se describen en el Capítulo II.
Artículo 18.- La Secretaría otorgará permiso para vertimiento a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjeras, previo el cumplimiento de los requisitos que se establecen en la presente Ley, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, o en su caso, en función de la evaluación de los resultados de los estudios técnicos e información científica aplicable en la materia, que deberá presentar el interesado.	PC Carigali dará cumplimiento a los requisitos establecidos en la presente Ley y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, con el objeto de obtener el permiso para vertimiento.
Artículo 27.- Adicionalmente a los requisitos que establece la presente ley, el interesado deberá cumplir con lo siguiente:	PC Carigali entregará los resultados originales del análisis del vertimiento, anexando lo requerido por la Fracción I del presente artículo; asimismo, entregará el muestreo y análisis expedido por el laboratorio

Artículo	Vinculación
I. Entregará los resultados originales de análisis que se hayan determinado conforme al tipo de material que se pretende verter, debiendo anexar cromatogramas, hojas de campo y cadena de custodia de la muestra y en cuatro puntos alrededor del mismo con un radio mínimo de una milla náutica de distancia, o la que determine la Secretaría en función del área en donde se vaya a efectuar el vertimiento [...], elaborados por un laboratorio acreditado, tres días hábiles después de finalizar el vertimiento; II. Entregar el muestreo y análisis expedidas por el laboratorio responsable, debiendo asentar en el reporte de laboratorio la fecha, hora y coordenadas geográficas del lugar de colecta, indicando si los resultados no excedieron los límites máximos permitidos por la normatividad ambiental vigente, conforme lo señalado en el Capítulo III de la presente Ley; (...) IV. Entregará, cuando el caso lo requiera, los estudios batimétricos e hidrodinámicos de la zona de tiro, realizados dentro de los tres días hábiles siguientes al término de las operaciones de vertimiento o dentro del tiempo que establezca la Secretaría; V. Entregará, según el caso y por el tiempo que señale la Secretaría, un informe relativo a monitoreos ambientales, con el fin de constatar que no exista un posible daño ambiental causado por las maniobras propias de las actividades a desarrollar, así como mantener la zona en las condiciones ambientales que hasta el momento se tienen establecidas, debiendo anexar cromatogramas, hojas de campo y cadena de custodia, y VI. Suspenderá las actividades de vertimiento ante la presencia de un fenómeno meteorológico que por su magnitud e intensidad pudiera causar daños a los ecosistemas, y procederá de la misma forma cuando el vertimiento por sí mismo provoque las mismas consecuencias.	responsable. Se entregarán también los estudios batimétricos e hidrodinámicos de la zona de tiro – cuando el caso lo requiera-. Finalmente, se entregará de acuerdo a lo solicitado por la Agencia, un informe relativo a monitoreos ambientales. Ante la presencia de un fenómeno meteorológico que por su magnitud e intensidad pudiera causar daños a los ecosistemas o cuando el vertimiento por sí mismo provoque estas consecuencias, se suspenderán las actividades de vertimiento.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.17 Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Esta Ley es de orden público e interés general y de aplicación en todo el territorio nacional y zonas en las que la Nación ejerce soberanía o jurisdicción y tiene como objeto crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión.

Respecto a las atribuciones menciona en el Artículo 5º Fracción XVIII que la Agencia podrá “Expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables.” Siendo los actos administrativos a que se refiere los siguientes:

- I. Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia”.*

El Proyecto se ajustará durante todas sus etapas a los preceptos aplicables de esta Ley, entre los que se encuentran los listados en la Tabla 3-19.

Tabla 3-19. Vinculación del Proyecto con la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente

Artículo	Vinculación
Artículo 12.- La Agencia establecerá las normas de carácter general para que los Regulados implementen Sistemas de Administración en las actividades que lleven a cabo. Los Sistemas de Administración a los que alude el párrafo anterior deberán prever los estándares, funciones, responsabilidades y encargados de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente.	PC Carigali implementará el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), una vez que sea aprobado por la Agencia.
Artículo 14.- Los Regulados deberán establecer en los contratos, o en cualquier otro acuerdo de voluntades que celebren, la obligación de sus	Tanto el PC Carigali como sus contratistas se apegarán a un Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y

Artículo	Vinculación
contratistas de apegarse a un Sistema de Administración que cumpla con los requisitos establecidos por la Agencia, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, cuando la ejecución de los mismos implique riesgos para la Población, medio ambiente o las instalaciones.	Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) aprobado por la Agencia.
Artículo 17.- El área responsable de la implementación, evaluación y mejora del Sistema de Administración será responsable de: III. Dar aviso a la Agencia de cualquier Riesgo o Riesgo Crítico que pueda comprometer la Seguridad Industrial, la Seguridad Operativa o el medio ambiente;	El área responsable de la implementación, evaluación y mejora del SASISOPA dará aviso a la Agencia de cualquier Riesgo o Riesgo Crítico que pueda comprometer la Seguridad Industrial, la Seguridad Operativa o el medio ambiente.
Artículo 23.- Los Regulados que sean declarados responsables de los accidentes, daños y perjuicios ocasionados con motivo o en ejercicio de las actividades y trabajos que ejecuten, deberán pagar la remediación, las sanciones e indemnizaciones correspondientes de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aún en el caso de que el operador contrate el trabajo por medio de un intermediario.	PC Carigali comprende que en caso de ser declarado responsable de algún accidente, daño o perjuicio con motivo de las actividades y trabajos que ejecute, deberá pagar la remediación, sanciones e indemnizaciones correspondientes de acuerdo con lo que las leyes determinen, aún en caso de que el operador contrate el trabajo por medio de un intermediario.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.18 Reglamento interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

El reglamento de la Agencia menciona en su Artículo 12. *“La Unidad de Gestión Industrial, será competente en las siguientes actividades del Sector: el reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos; el tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo; el procesamiento, transporte, almacenamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación de gas natural; el transporte y almacenamiento de gas licuado de petróleo; el transporte y almacenamiento de petrolíferos, y el transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo”.*

A efecto, implementará en las Direcciones Generales de su adscripción los lineamientos y criterios de actuación, organización y operación interna que determine el Director Ejecutivo, para:

- I. Expedir, modificar, suspender, revocar o anular, total o parcialmente, los permisos, licencias y autorizaciones en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección ambiental, en las siguientes materias:
 - a. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la ejecución de obras en las materias competencia de la Agencia, en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables.
 - b. Integración en el Registro Forestal Nacional que opera la Secretaría la información relativa a las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que otorgue para las obras e instalaciones que se ejecuten en las materias competencia de la Agencia.
 - c. Evaluación del impacto ambiental para las obras y actividades del Sector previstos en el artículo 7o., fracción I de la Ley, así como los estudios de riesgo que, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables, se integren a las mismas, incluyendo la evaluación y resultado de los procesos de consulta pública realizados por los Regulados.
 - d. Actividades del Sector que se identifiquen como altamente riesgosas en instalaciones que se encuentren en operación.

El presente decreto entro en vigor el día 2 de marzo de 2015, como se puede observar, en el reglamento se da a la Agencia las atribuciones de emitir las autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del sector hidrocarburos, razón por la cual se ingresa ante esta dependencia el presente Proyecto.

3.5.2.19 Ley de Hidrocarburos.

La Ley de Hidrocarburos tiene entre sus objetivos regular el reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos; el tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo; el procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de gas natural; el transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de petrolíferos, y el transporte por ducto y el almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de petroquímicos.

A continuación, se muestra la vinculación del Proyecto con la Ley de Hidrocarburos (Tabla 3-20).

Tabla 3-20. Vinculación del Proyecto con la Ley de Hidrocarburos.

Artículo	Vinculación
Artículo 119.- Previo al otorgamiento de una Asignación, o de la publicación de una convocatoria para la licitación de un Contrato para la Exploración y Extracción, la Secretaría de Energía, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y demás dependencias y entidades competentes, realizará un estudio de impacto social respecto del área objeto de la Asignación o el Contrato.	PC Carigali ya llevó a cabo el correspondiente estudio de evaluación de impacto social (EVIS) (Anexo 1 del Capítulo 3).
Artículo 118.- Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria de Hidrocarburos atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.	El Proyecto atenderá los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones que hayan sido determinadas por el estudio de impacto social (EVIS) como área de influencia.
Artículo 121.- Los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en materia de Hidrocarburos, así como los Asignatarios y Contratistas, deberán presentar a la Secretaría de Energía una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación y los planes de gestión social correspondientes, en los términos que señale el Reglamento de esta Ley. La Secretaría de Energía emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan, en el plazo y los términos que señale el Reglamento de esta Ley. La resolución señalada en el párrafo anterior deberá ser presentada por los Asignatarios, Contratistas, Permisionarios o Autorizados para efectos de la autorización de impacto ambiental.	PC Carigali ya llevó a cabo el correspondiente estudio de evaluación de impacto social (EVIS) que contiene todo lo requerido por el presente artículo, y fue ingresado a la SENER (Anexo 1 del Capítulo 3).
Artículo 130.- Los asignatarios, contratistas, autorizados y permisionarios ejecutarán las acciones de prevención y reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico, que ocasionen con sus actividades y estarán obligados a sufragar los costos inherentes a dicha reparación, cuando sean declarados responsables por resolución de la	El Proyecto considera medidas de prevención y mitigación con la finalidad de prevenir y reducir afectaciones al medio ambiente, sin embargo, en el caso extraordinario de que se presente algún evento que ocasione un daño al ambiente o al equilibrio ecológico, PC Carigali comprende que estará obligado a sufragar los costos inherentes a dicha reparación,

Artículo	Vinculación
autoridad competente, en términos de las disposiciones aplicables.	cuando sean declarados responsables por resolución de la autoridad competente, en términos de las disposiciones aplicables.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.20 Reglamento de la Ley de Hidrocarburos.

Este Reglamento es de observancia general y obligatoria y tiene por objeto reglamentar los Títulos Primero, Segundo y Cuarto de la Ley de Hidrocarburos. A continuación, se muestra la vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos (Tabla 3-21).

Tabla 3-21. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos

Artículo	Vinculación
Artículo 78.- La Secretaría realizará, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, el estudio de impacto social a que hace referencia el artículo 119 de la Ley. No podrá otorgarse una Asignación o publicarse una convocatoria para la licitación de un Contrato para la Exploración y Extracción sin que se cuente con el estudio referido. El estudio de impacto social contendrá, sobre las Áreas de Asignación o Áreas Contractuales, al menos lo siguiente: I. La caracterización sociodemográfica de las áreas y las regiones donde se ubican; II. La identificación de grupos en situación de vulnerabilidad; III. La descripción del estatus que guardan los terrenos donde se llevará a cabo el proyecto, y IV. La estimación preliminar de los impactos sociales.	PC Carigali llevó a cabo el correspondiente estudio de evaluación de impacto social (EVIS) –que contiene todo lo requerido por el presente artículo-, el cual fue ingresado a la SENER (Anexo 1 del Capítulo 3).

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.21 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional. A continuación, se realiza la vinculación del Proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (Tabla 3-22).

Tabla 3-22. Vinculación del Proyecto con la Ley de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Vinculación
Artículo 6.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.	PC Carigali comprende las situaciones en las que no se considera que existe daño al ambiente; por este motivo, en la presente MIA los impactos ambientales previstos serán explícitamente identificados, delimitados en su alcance y evaluados; asimismo se propondrán medidas de mitigación y se dará cumplimiento a las condicionantes impuestas por la Agencia. Adicionalmente, el Proyecto se mantendrá dentro de los límites previstos por la legislación y normatividad nacional aplicable.
Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	El Proyecto considera medidas de prevención y mitigación con la finalidad de reducir y controlar el daño al ambiente (Capítulo VI); sin embargo, en el caso extraordinario de que se presente algún evento que ocasione directa o indirectamente un daño a los ecosistemas marinos y sus componentes, se estará obligado a la reparación de los daños, o bien, a la compensación ambiental que proceda de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley.
Artículo 11.- La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título. En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica. Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a	Durante la ejecución del Proyecto, todas las actividades se llevarán a cabo en estricto apego a los tratados internacionales y la legislación y normatividad nacional aplicable; sin embargo, en caso de que se produzcan daños ambientales derivados del Proyecto, ocasionados por un acto u omisión ilícita dolosa –en los efectos de esta Ley–, se estará obligado a pagar una sanción económica.

Artículo	Vinculación
las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.	
Artículo 12.- Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de: I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos; II. El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral; III. La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y IV. Aquellos supuestos y conductas previstas por el artículo 19 del Código Civil Federal.	El manejo de materiales y residuos peligrosos se llevará a cabo en estricto apego a la legislación y normatividad nacional aplicable; sin embargo, en caso de que se genere un daño ambiental por cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos o realización de actividades Altamente Riesgosas, PC Carigali comprende que será objetiva la responsabilidad ambiental.
Artículo 13.- La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño. Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda. Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.	Durante la ejecución del Proyecto, todas las actividades se llevarán a cabo en estricto apego a los tratados internacionales y la legislación y normatividad nacional aplicable, adicionalmente, se tienen contempladas medidas de prevención y mitigación; sin embargo, en caso de que se origine un daño al ambiente a consecuencia del Proyecto, PC Carigali comprende que será responsable de la reparación del daño en los términos establecidos por la presente Ley.
Artículo 14.- La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos: I. Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o	Durante la ejecución del Proyecto, todas las actividades se llevarán a cabo en estricto apego a los tratados internacionales y la legislación y normatividad nacional aplicable, adicionalmente, se tienen contempladas medidas de prevención y mitigación; sin

Artículo	Vinculación
II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes: a) Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales; b) Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y c) Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental.	embargo, en caso de que se origine un daño al ambiente a consecuencia del Proyecto, PC Carigali comprende que será responsable de la compensación ambiental -cuando proceda por excepción- en los casos enlistados en el presente artículo, en los términos establecidos por la presente Ley.
Artículo 15.- La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.	En caso de que durante la ejecución del Proyecto se origine un daño al ambiente a consecuencia de este, PC Carigali será responsable de la compensación ambiental –cuando proceda por excepción- en los casos enlistados en el artículo anterior, en los términos establecidos por la presente Ley.
Artículo 16.- Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstos en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base.	En caso de que durante la ejecución del Proyecto se origine un daño al ambiente a consecuencia de este, PC Carigali comprende que será responsable de la compensación ambiental –cuando proceda por excepción- en los casos enlistados en el artículo 14 de la presente Ley, en los términos establecidos por misma y demás leyes ambientales.
Artículo 17.- La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño. Dicha inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño. De resultar esto materialmente imposible la inversión o las acciones	En caso de que durante la ejecución del Proyecto se origine un daño al ambiente a consecuencia de este, PC Carigali comprende que será responsable de la compensación ambiental –cuando proceda por excepción- en los casos enlistados en el artículo 14 de la presente Ley, en los términos establecidos por la misma, y demás leyes ambientales.

Artículo	Vinculación
se llevarán a cabo en un lugar alternativo, vinculado ecológica y geográficamente al sitio dañado y en beneficio de la comunidad afectada. En este último caso serán aplicables los criterios sobre sitios prioritarios de reparación de daños, que en su caso expida la Secretaría en términos de lo dispuesto por la Sección 5, Capítulo Tercero del presente Título. El responsable podrá cumplir con la obligación prevista en el presente artículo, mediante la contratación de terceros	
Artículo 19.- La sanción económica prevista en la presente Ley, será accesoria a la reparación o compensación del Daño ocasionado al ambiente y consistirá en el pago por un monto equivalente de: I. De trescientos a cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción, cuando el responsable sea una persona física, y II. De mil a seiscientos mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción, cuando la responsable sea una persona moral. Dicho monto se determinará en función de daño producido.	En caso de que durante la ejecución del Proyecto se origine un daño al ambiente a consecuencia de este, PC Carigali comprende que será responsable de la compensación ambiental –cuando proceda por excepción- en los casos enlistados en el artículo 14 de la presente Ley, en los términos establecidos por la misma y demás leyes ambientales. PC Carigali comprende que la sanción económica prevista en la presente ley será accesoria a la reparación o compensación del daño ocasionado al ambiente.
Artículo 24.- Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas. Las personas que se valgan de un tercero lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría.	PC Carigali comprende bajo que supuestos será responsable de daño al ambiente y bajo que supuestos no lo será, en los términos de la presente Ley.

Artículo	Vinculación
No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor	
Artículo 25.- Los daños ocasionados al ambiente serán atribuibles a la persona física o moral que omita impedirlos, si ésta tenía el deber jurídico de evitarlos. En estos casos se considerará que el daño es consecuencia de una conducta omisiva, cuando se determine que el que omite impedirlo tenía el deber de actuar para ello derivado de una Ley, de un contrato, de su calidad de garante o de su propio actuar precedente.	PC Carigali comprende que los daños ocasionados al ambiente le serán atribuibles en el caso que omita impedirlos, si tiene el deber jurídico de evitarlos.
Artículo 26.- Cuando se acredite que el daño o afectación, fue ocasionado dolosamente por dos o más personas, y no fuese posible la determinación precisa del daño aportado por cada responsable, todas serán responsables solidariamente de la reparación o compensación que resultare, sin perjuicio, en su caso, del derecho de repetición entre sí. No habrá responsabilidad solidaria en los términos previstos por el presente artículo, cuando se acredite que la persona responsable: I. Ha contado por lo menos con tres años de anterioridad a la conducta que ocasionó el daño, con un órgano de control interno dedicado de hecho a verificar permanentemente el cumplimiento de las obligaciones de la persona moral derivadas de las Leyes, licencias, autorizaciones, permisos o concesiones ambientales; así como con un sistema interno de gestión y capacitación ambiental en funcionamiento permanente; II. Cuenta con alguno de los certificados resultado de la auditoría ambiental a la que hace referencia el artículo 38 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y III. Cuenta con la garantía financiera prevista en el artículo 8o. de esta Ley. La sanción económica que corresponda será impuesta individualmente a cada una de las responsables.	PC Carigali comprende bajo que supuestos se considera que es responsable solidario y bajo qué supuestos no se considera así, de la reparación o compensación que resultare –en caso de generar un daño ambiental-.

Artículo	Vinculación
Artículo 39.- En la determinación de las medidas de reparación y compensación ambiental se considerará: I. El criterio de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio; II. Las acciones que proporcionen recursos naturales o Servicios Ambientales del mismo tipo, calidad y cantidad que los dañados; III. Las mejores tecnologías disponibles; IV. Su viabilidad y permanencia en el tiempo; V. El costo que implica aplicar la medida; VI. El efecto en la salud y la seguridad pública; VII. La probabilidad de éxito de cada medida; VIII. El grado en que cada medida servirá para prevenir daños futuros y evitar riesgos como consecuencia de su aplicación; IX. El grado en que cada medida beneficiará al ecosistema dañado; X. El grado en que cada medida tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales de la localidad; XI. El periodo de tiempo requerido para la recuperación de los ciclos biológicos que fueron afectados por el daño causado al ecosistema; XII. El grado en que cada una de las medidas logra reparar el lugar que ha sufrido el daño ambiental, y XIII. La vinculación geográfica con el lugar dañado	En caso de que sea necesario llevar a cabo medidas de reparación y compensación ambiental, PC Carigali considerará los puntos enlistados en el presente artículo con la finalidad de subsanar en su totalidad el daño ambiental producido –en caso de que suceda-.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.2.22 Disposiciones Administrativas de ASEA.

En esta sección se vincula al Proyecto con la Disposiciones establecidas por la ASEA que resultan aplicables al mismo (Tabla 3-23).

Tabla 3-23. Vinculación del Proyecto con las disposiciones administrativas de ASEA.

Artículo	Vinculación
DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la Prevención y el Control Integral de las Emisiones de Metano del Sector Hidrocarburos.	PC Carigali realizará la identificación, clasificación y cuantificación de las emisiones de metano que se generen durante el Proyecto, además de adoptar las acciones y mecanismos correspondientes para para la prevención y el control integral de las emisiones de metano durante su ejecución.
DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	PC Carigali atenderá lo establecido en las presentes disposiciones durante todas las etapas del Proyecto con la finalidad de realizar la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos que serán generados.
DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican. (SASISOPA).	PC Carigali se alineará a las presentes disposiciones con la finalidad de contar con los elementos requeridos para la conformación, operación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).
DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen las reglas para el requerimiento mínimo de seguros a los Regulados que lleven a cabo obras o actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, tratamiento y refinación de petróleo y procesamiento de gas natural (Seguros).	Durante el desarrollo del Proyecto, PC Carigali contará con los seguros correspondientes en materia de responsabilidad civil, responsabilidad por daño ambiental y, en su caso, control de pozos para hacer frente a daños o perjuicios que se pudieran generar durante el desarrollo del Proyecto.
DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para informar la ocurrencia de incidentes y accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos.	PC Carigali seguirá lo establecido en estas disposiciones con la finalidad de dar aviso e informar a la ASEA en caso de que se presenten incidentes o accidentes durante el desarrollo del Proyecto.
DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para que los Regulados lleven a cabo las Investigaciones Causa Raíz de Incidentes y Accidentes ocurridos en sus Instalaciones.	PC Carigali atenderá lo dispuesto en estas disposiciones en caso de presentarse un incidente o accidente, con objeto de efectuar las investigaciones Causa Raíz que en su caso los hayan originado.

Fuente: TEMA (2022)

PC Carigali dará cumplimiento durante el desarrollo del Proyecto a los requerimientos señalados en las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos, para la realización de las actividades de exploración del Sector Hidrocarburos que conforman al Proyecto.

A continuación se vinculan las nuevas actualizaciones de los artículos 151 y 154Bis con base al ACUERDO mediante el cual se modifican, adicionan y derogan diversos artículos de las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen /os Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos, en los cuales se considere las opciones de cierre temporal, así como el abandono permanente; mismo que fue publicado el día 07 de junio de 2019 en el Diario Oficial de la Federación (Tabla 3-24).

Tabla 3-24 Vinculación de los artículos 151 a 154 Bis del acuerdo con el proyecto

Artículo	Vinculación
Artículo 151. Los Regulados deberán contar con procedimientos y medidas de mitigación para minimizar los Impactos ambientales para el Taponamiento de Pozos.	Con la finalidad de dar cumplimiento a lo Indicado por la Agencia, PC Carigali presentará el informe final de taponamiento permanente, el cual seguirá las pautas internacionales comúnmente utilizadas por la industria del petróleo y el gas para realizar actividades de taponamiento y abandono de pozos. El desarrollo de este informe permitirá acreditar el cumplimiento de las actividades de abandono con la presentación de un Certificado de Abandono, el cual indica los procedimientos a desarrollar para evitar que cualquier fluido escape y contamine el ambiente marino, una vez que las actividades de perforación hayan terminado. Se contemplan dos posibles técnicas de abandono de pozos, que se elegirán de acuerdo con la disponibilidad de material y equipo al comenzar Una de las técnicas consideradas para el abandono está basada en los estándares aplicables de la Oficina de Seguridad y Control Ambiental (BSEE) para el Golfo de México. El Reglamento BSEE 81 FR 25888 (código de normas de los Estados Unidos), que establece las pautas para los sistemas de prevención de reventones, control de pozos y abandono. Esta regulación es una de las más

Artículo	Vinculación
	estrictas en la industria, ya que las pautas se reevaluaron después del incidente ambiental de 2010 en el Golfo de México. La segunda técnica de abandono podría basarse en los estándares noruegos para la industria del petróleo y el gas conocida como Norsok. D-010, que especifica las pautas para la integridad, perforación y operación del pozo, incluido el abandono. Estas normas proporcionan pautas para el abandono de pozos mediante un diseño, planificación y ejecución efectivos de operaciones seguras. PC Carigali cuenta con los procedimientos, mejores prácticas internacionales y la experiencia en proyectos de perforación de pozos alrededor del mundo.
Artículo 152. Para el Taponamiento de Pozos, los Regulados deberán cumplir, como mínimo, con lo siguiente: I. Aislar las formaciones productoras de Hidrocarburos; II. Evitar la migración de fluidos de formación dentro del Pozo; III. Verificar la profundidad del tapón de cemento, y IV. Verificar la hermeticidad del intervalo taponado mediante pruebas de presión.	El objetivo de las actividades de taponamiento es aislar permanentemente las zonas permeables del pozo y abandonar el pozo permanentemente en condiciones tales que elimine la posibilidad de tener a futuro alguna fuga que contamine el medio marino, siguiendo las Mejores prácticas internacionales, Internas de la compañía, así mismo lo establecido por la regulación nacional. Acorde a ello, PC Carigali presentará a la DGGEERNCM el Programa de taponamiento permanente.
Artículo 152 BIS. Los Regulados deberán monitorear y realizar pruebas al Pozo, posterior a realizar Taponamiento temporal, con base en lo establecido en su programa de Taponamiento. En el caso de Pozos con Taponamiento temporal en Aguas Profundas y Ultra profundas, los Regulados deberán realizar una verificación visual de acuerdo con lo establecido en su programa de Taponamiento, adicionalmente deberán establecer la frecuencia de verificación visual con base en las recomendaciones de su Análisis de Riesgo y no podrá ser mayor a un año.	La estrategia para el pozo exploratorio es una vez terminada la perforación del pozo se procederá al abandono permanente del mismo. No se considera ninguna prueba de producción. Para complementar estas actividades se realizará la inspección del lecho marino con ayuda de un Vehículo de Operación Remota (ROV), tanto en la etapa de exploración como en el abandono. Las imágenes tomadas por el equipo servirán como evidencia para el cumplimiento anual del seguimiento de esta MIA-R.

Artículo	Vinculación
Artículo 153. Los Regulados deberán realizar el Taponamiento definitivo de los Pozos que se encuentren en los siguientes supuestos: Pozos con Taponamiento temporal por un periodo igual a tres años y que no cuenten con un programa de monitoreo; Pozos que concluyeron su vida productiva y que no serán convertidos en Pozos de Disposición, y Pozos que ya no formarán parte de un plan de desarrollo.	
Artículo 154. Los Regulados deberán realizar el Taponamiento de Pozos atendiendo las medidas y condicionantes establecidas en la autorización en materia de Impacto ambiental.	El objetivo de las actividades de taponamiento es aislar permanentemente las zonas permeables del pozo y abandonarlo en condiciones tales que elimine la posibilidad de tener a futuro alguna fuga que contamine el medio marino, siguiendo las Mejores prácticas internacionales e internas de PC Carigali, así como lo establecido por la regulación nacional. Acorde a ello, PC Carigali presentará a la DGGEERNCM el Programa de taponamiento permanente.
Artículo 154 BIS. Los Regulados deberán elaborar un reporte detallado de la conclusión del Taponamiento por cada Pozo, el cual deberán tener disponible para cuando sea requerido por la Agencia. El reporte deberá de incluir, como mínimo, la siguiente información: Descripción detallada de las actividades realizadas; Estado mecánico final del Pozo, que incluya: Profundidad total del Pozo; Profundidades de Tuberías de Revestimiento; Columna geológica, y Cimas de las lechadas de la cementación de las Tuberías de Revestimiento. Registro de los parámetros operativos de las actividades de Taponamiento de Pozos; Tipo y número de tapones;	PC Carigali presentará al termino de los trabajos de Perforación y abandono Permanente del pozo el reporte conclusión “del Taponamiento por cada Pozo” de acuerdo con los lineamientos de “Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos.

Artículo	Vinculación
Resultados de la verificación de las cimas de los tapones; Pruebas de presión a los tapones y resultados de estas; Para el caso de Pozos con Taponamiento definitivo se deberá incluir la descripción de las actividades realizadas para el corte de la Tubería de Revestimiento, y Evidencia documental que demuestre lo declarado en los incisos anteriores.	

Fuente: PETRONAS, 2021

3.5.2.23 Lineamientos de Perforación de Pozos de CNH.

Los lineamientos de Perforación de Pozos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) tienen como objeto establecer los requisitos y procedimientos para el otorgamiento y supervisión de las Autorizaciones de Perforación y Terminación de Pozos. En el artículo 1 de estos Lineamientos, se establece lo siguiente:

- Las bases para conformar la Identificación y Clasificación de los Pozos, así como de los Yacimientos y Campos donde éstos se encuentren;
- Las obligaciones de los Operadores Petroleros en materia de Perforación de Pozos;
- Los requisitos y criterios para otorgar las Autorizaciones de Perforación de Pozos, así como el procedimiento, supuestos e información requerida para su modificación, y
- Los mecanismos para supervisar el cumplimiento de los Lineamientos y los términos y condiciones de las Autorizaciones para la perforación pozos exploratorios

Dado que durante el Proyecto se realizarán actividades de perforación con fines exploratorios, PC Carigali está obligado a cumplir con lo allí establecido, considerando para ello el uso de las mejores prácticas, la comunicación adecuada ante la autoridad competente, el cumplimiento de la normatividad aplicable, el respeto a los plazos y autorizaciones, entre otros.

3.5.3 Planes y programas.

3.5.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 – 2024 se publicó en la Gaceta Parlamentaria el 30 de abril del 2019.

El PND 2019-2024 presenta una propuesta para la transformación de la vida pública de México para el bienestar de todas y todos. Para lograr esta transformación, los objetivos y las estrategias que se plantean en este documento están encaminadas a atender las principales causas de fondo que han impedido el desarrollo nacional, descritas en el diagnóstico que antecede esta sección.

El PND estará regido por 12 principios:

1. Honradez y honestidad.
2. No al gobierno rico con pueblo pobre.
3. Nada al margen de la ley; por encima de la ley, nadie.
4. Economía para el bienestar.
5. El mercado no sustituye al Estado.
6. Por el bien de todos, primero los pobres.
7. No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera.
8. No hay paz sin justicia.
9. El respeto al derecho ajeno es la paz.
10. No más migración por hambre y violencia.
11. Democracia significa el poder del pueblo.
12. Ética, libertad y confianza.

Los tres ejes principales del PND son:

III.1 Eje transversal 1 “Igualdad de género, no discriminación e inclusión”.

III.2 Eje transversal 2 “Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública”.

III.3 Eje transversal 3 “Territorio y desarrollo sostenible”.

Para el desarrollo del presente Proyecto se vincula con el Objetivo 3.5 que señala en “*establecer una política energética soberana, sostenible, baja en emisiones y eficiente para garantizar la accesibilidad, calidad y seguridad energética*”.

El sector energético se plantea como una de las palancas estratégicas para impulsar el desarrollo económico de México.

Para satisfacer la demanda creciente de energía a precios accesibles y así garantizar la soberanía y seguridad energética nacional, será necesario potenciar la producción nacional de energía de manera sostenible, promoviendo su generación con fuentes renovables.

En los últimos años, el sector energético mexicano se ha contraído, lo que contribuyó a un bajo crecimiento económico, a una mayor dependencia de las importaciones energéticas y a un desarrollo relativamente moderado de la industria doméstica y de otros sectores económicos vinculados. Las principales causas de esta desaceleración son el bajo nivel de inversión pública en el sector, la declinación natural de las reservas petroleras, la caída en el precio de la mezcla mexicana de exportación, la corrupción y las restricciones financieras y operativas de las empresas productivas del Estado: PEMEX y CFE.

La producción nacional de hidrocarburos ha presentado una tendencia a la baja en los últimos 15 años. De acuerdo con la Comisión Nacional de Hidrocarburos, PEMEX, el principal productor, redujo su producción de petróleo de 3,383 miles de barriles diarios (mbd) en 2008 a 1,811 mbd en 2018. Asimismo, derivado de la falta de mantenimiento, el Sistema Nacional de Refinación operó en 2018, en promedio, a 41% de su capacidad. En particular, la producción nacional de combustibles está en mínimos históricos, provocando que, en 2018 el 78% de la demanda nacional de gasolinas se cubriera con importaciones según la Secretaría de Energía. De manera similar, la producción de petroquímicos se ha reducido de forma sostenida, en 2018 los niveles de producción estuvieron 56% por debajo de los registrados en 2010.

Se fortalecerán las empresas productivas del Estado, para consolidarlas como los pilares de la seguridad y soberanía energética. El fortalecimiento financiero y el incremento en la inversión productiva de PEMEX, CFE **y otros actores será crucial para incrementar la producción de hidrocarburos**, restituir las reservas de petróleo y gas natural e incrementar la infraestructura de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional.

Esto se logrará bajo los principios de máxima eficiencia y aprovechamiento responsable.

Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes **estrategias**:

- Garantizar un entorno de previsibilidad y certidumbre regulatoria con base en reglas y criterios consistentes, transparentes y de fácil acceso para los actores regulados de la industria energética y que propicie el desarrollo del sector.
- Incrementar la producción del sector energético nacional de manera sostenible, bajo principios de eficiencia, cuidando la seguridad industrial y promoviendo el contenido nacional y la inversión.

Con la puesta en marcha del presente Proyecto, primero se estará promoviendo la inversión en México y se estará dando certidumbre para el suministro de energéticos al País considerando las mejores prácticas de eficiencia con total responsabilidad en materia de seguridad y cuidado al medio ambiente.

3.5.3.2 Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas.

El Plan Nacional de Contingencia para Combatir y Controlar Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en el Mar (PNC), publicado el 8 de febrero de 1999 en el Diario Oficial de la Federación, establece responsabilidades e integra una organización de respuesta para contar con una reacción oportuna y adecuada ante casos de incidentes contaminantes provocados por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el mar, con el fin de reducir al máximo la extensión de daños al ecosistema marino.

De acuerdo con la versión abreviada del Plan, publicada el 4 de octubre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación, se presentan los siguientes objetivos específicos:

- Establecer las acciones para la contención y recuperación de los hidrocarburos (HC) derramado en el mar o cualquier otra Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas (SNPP) en las áreas aledañas al litoral costero, en el menor tiempo posible.
- Establecer los mecanismos de comunicación y coordinación, para la ejecución de los Planes de acción nacional o internacional, cuando se presente una contingencia de contaminación del mar.
- Definir las bases técnicas sobre las acciones a desarrollar para combatir y controlar derrames de HHCC y otras SNPP en el mar, a fin de que las Dependencias de la Administración Pública Federal (APF) correspondientes, puedan hacer propuestas a las reformas legislativas pertinentes dentro de sus ámbitos de competencia y se cuente con los recursos humanos, materiales y financieros especializados para la atención de las emergencias.

- Establecer el marco general para el desarrollo y actualización de los Planes de Contingencia Locales, Regionales de los establecimientos navales, de los Regulados con actividad en el sector hidrocarburos en las Zonas Marinas Mexicanas (ZMM).
- Establecer las acciones necesarias para el uso de los recursos materiales y humanos en la ejecución del PNC, Planes Regionales y Locales de Contingencia (PRC y PLC).
- Establecer los lineamientos para la ejecución de ejercicios de campo y gabinete a desarrollar por los Organismos de Coordinación Regional y Coordinación Local (OCR y OCL).

El PNC se activará cuando en las ZMM establecidas en la Ley Federal del Mar, ocurra un incidente contaminante debido a: derrame de la carga de un buque tanque o de su combustible; accidente de una embarcación o entre embarcaciones que produzcan un derrame de HHCC o SNPP; descontrol de plataformas de exploración o extracción petrolera o fallas de material en oleoductos submarinos.

El Plan, identifica y clasifica el tamaño del derrame a fin de establecer los niveles de respuesta que se requiere cuantificar para su atención, se clasifican con base en lo siguiente:

Nivel Uno: es un derrame accidental que ocurre en o cerca de una instalación como resultado de operaciones de rutina. Los impactos son bajos y la capacidad de respuesta local es adecuada.

Nivel Dos: son derrames medianos que ocurren en las cercanías de una instalación como resultado de un hecho no rutinario. Es posible que haya impactos significativos y que se requiera apoyo externo (regional) para dar respuesta adecuada al derrame. La capacidad de respuesta se obtiene con recursos locales o de la región. Si esto no fuere suficiente, se debe pasar al nivel siguiente.

Nivel Tres: son grandes derrames que ocurren cerca o lejos de una instalación como resultado

La aplicación del PNC en las ZMM se llevará a cabo mediante los Planes Regionales y Locales de Contingencia, cuya jurisdicción marítima y terrestre compete a las Regiones Navales y Zonas o Sectores Navales, respectivamente.

El Plan se aplicaría de presentarse una contingencia de contaminación en el mar, durante la exploración del Pozo.

3.5.3.3 Plan Estratégico Institucional de la Comisión Nacional de Hidrocarburos 2020.

La Comisión Nacional de Hidrocarburos es un órgano regulador el cual tienen como objetivo fundamental regular y supervisar la exploración y extracción de carburos. Con base a ello, en el presente año se publicó en el Plan Estratégico Institucional, el cual tiene como objetivo el análisis exhaustivo de los elementos estratégicos vigentes, como son la misión, visión y objetivos con las directrices del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

Las 24 estrategias logradas se concentran en 6 objetivos:

Objetivo 1. Capital humano

Objetivo 2. Transparencia, control interno, procesos

Objetivo 3. Regulación

Objetivo 4. Aprobación Supervisión

Objetivo 5. Promoción del conocimiento

Objetivo 6. Asistencia técnica

De los objetivos presentados, el objetivo referente a la regulación se vincula con el presente proyecto al ser la directriz con la que las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos serán guiadas a través de las siguientes estrategias:

- Estrategia 1. Establecer un sistema de retroalimentación interno y externo de las regulaciones vigentes.
- Estrategia 2. Seleccionar las mejores prácticas para su aplicación en México.
- Estrategia 3. Complementar el marco normativo de la exploración y extracción de hidrocarburos.

3.5.3.4 Plan Estatal de Desarrollo.

El Proyecto se ubica en zona marina; sin embargo, al realizar el suministro de insumos y mano de obra desde los puertos de Coatzacoalcos y de Dos Bocas se vinculará con los Planes del estado de Veracruz y Tabasco, respectivamente.

3.5.3.4.1 Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024.

El Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2019 – 2024 contiene la dirección política, cuyo criterio esencial da sustento a los objetivos y guías básicas de los programas de las dependencias, así como de los organismos descentralizados.

En cuanto a su proyección y para garantizar su congruencia, el PVD 2019-2024 vincula dos niveles: el ejecutivo y el sectorial. En el primero se formularon **16 objetivos y estrategias, 91 líneas de acción y 78 indicadores** integrados inéditamente dentro de este instrumento rector.

Los ejes transversales del PVA son:

1. Cultura de Paz y Derechos Humanos.
2. Honestidad y Austeridad.

Tres son los Ejes Generales definidos para el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024: **Derechos Humanos (Eje A), Desarrollo Económico (Eje B) y Bienestar Social (Eje C)**. Su articulación permitirá organizar e implementar las intervenciones públicas al interior de su estructura administrativa, con el objetivo de ordenar y armonizar el nivel de planeación institucional correspondiente a los 16 Programas Sectoriales.

El desarrollo de las capacidades productivas de Veracruz, así como de la Región Sursureste, supone el impulso y el desarrollo de sus potencialidades económicas a través de intervenciones públicas en lo referente a la infraestructura portuaria, vial y de telecomunicaciones. Lo anterior, con el objeto de fortalecer los sectores productivos asociados de manera directa e indirecta al crecimiento económico del Estado, sus municipios y sus habitantes.

Veracruz cuenta con tres puertos de altura: Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos, que en conjunto desarrollan actividades vinculadas a diversos sectores industriales y comerciales asentados en la entidad y el país. El Puerto de Veracruz es el más importante a nivel nacional en el rubro de movimiento de vehículos (un millón 016 mil) y de productos agrícolas; y el tercero en operación de contenedores (un millón 176 mil). Su manejo de carga en 2018 fue de 28 millones 974 mil toneladas (+4.2%) de acuerdo a la Administración Portuaria Integral, siendo el único que a nivel estatal puede desarrollar una vocación turística en el mediano plazo.

Por su parte Coatzacoalcos y Tuxpan, centrados en el manejo de carga comercial e industrial, en 2018 movilizaron 16 millones 550 mil 259 y 8 millones 556 mil 076 toneladas, respectivamente. En suma, el total de inversión privada en los puertos del Golfo fue de 853.2 millones de pesos.

La importancia estratégica de Veracruz en el escenario económico nacional es innegable y resulta fundamental para el desarrollo de nuestro país. En 2017, la entidad aporta 4.6% al Producto Interno Bruto (PIB) y se posiciona como la quinta economía a nivel nacional, con un PIB per cápita de 115 mil 167 pesos, cifras alentadoras, en algunos casos por encima de los promedios nacionales.

De acuerdo con cifras de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2018), Veracruz se posiciona en el cuarto lugar nacional con mayor población en pobreza laboral y es la quinta entidad donde los ingresos de sus habitantes resultan insuficientes para acceder a la canasta alimentaria. La más reciente Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) arroja que la informalidad laboral alcanza las primeras posiciones de los estados en el país (67.8%), explicando la precariedad de los salarios en la Entidad. Así, más de dos millones de trabajadores, una tercera parte de la Población Económicamente Activa (PEA), admite no recibir ingresos o hasta dos salarios mínimos por su trabajo.

Por su parte Coatzacoalcos y Tuxpan, centrados en el manejo de carga comercial e industrial, en 2018 movilizaron 16 millones 550 mil 259 y 8 millones 556 mil 076 toneladas, respectivamente. En suma, el total de inversión privada en los puertos del Golfo fue de 853.2 millones de pesos.

La Inversión Extranjera Directa (IED) supone la potencialidad de aportación de recursos económicos realizada en un estado o país, a través de la constitución de empresas, la realización de contratos de colaboración, concesión o servicios o la generación de inversiones directamente en divisas que posteriormente son convertidas en moneda local o en especie, a través de la aportación de recursos económicos, transferencia de tecnología y conocimientos.

El resultado del conjunto de acciones es el incremento de la competitividad de dicha entidad nacional o subnacional, lo que, en un círculo virtuoso, atrae potenciales nuevas inversiones y oportunidades de crecimiento económico, social y cultural.

EL PVD plantea en su Objetivo 1. Definir los Programas y Políticas Públicas Estatales dirigidos a la mejora del crecimiento económico sostenible e inclusivo a través de la innovación, el emprendimiento, la participación de la sociedad en su conjunto y de las administraciones estatal y municipal, garantizando la transparencia de las Finanzas Públicas.

Estrategia

Promover las inversiones en la entidad a nivel nacional e internacional, propiciando su desarrollo sostenible, la generación de empleos formales, así como el apoyo al sector microempresario y emprendedor mediante la gestión de recursos públicos y privados, con Perspectiva de Género que reduzca las brechas de desigualdad.

Líneas de acción

- Promover la competitividad estatal a partir de una política de desarrollo regional y sostenible, con la participación de los diferentes actores económicos y sociales.

- Impulsar proyectos gubernamentales en conjunto con la iniciativa privada.
- Promover el desarrollo industrial y tecnológico del Estado, a partir de la infraestructura portuaria y los servicios asociados de competencia estatal.

Con base en los párrafos anteriores, el Proyecto es compatible con el Plan Veracruzano de Desarrollo, ya que con la puesta en marcha del presente Proyecto estratégico impulsará la economía estatal y la inversión al estado lo que mejorará la calidad de vida de los veracruzanos; aunado al aprovechamiento del Puerto de Coatzacoalcos como punto para el envío de insumos y personal al área del Proyecto.

3.5.3.4.2 Plan Estatal de Desarrollo Tabasco 2019-2024.

El Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, incorpora objetivos y estrategias orientadas a modernizar la estructura productiva, en el sentido de diversificar las actividades generadoras de ingreso, impulsando aquéllas que tienen mayor valor agregado. Esta nueva situación requiere crear condiciones que permitan hacer competitiva la producción de bienes y servicios de la entidad en los mercados nacional e internacional, pero alternos a la producción petrolera local.

Los proyectos estratégicos de infraestructura son fundamentales para la modernización de la estructura productiva de la entidad. El rezago de Tabasco es significativo con relación a otras regiones del país con mayor desarrollo económico. Es necesario acelerar la competitividad de la economía tabasqueña, por lo que la implementación integral de estos proyectos, representan una oportunidad histórica y coyuntural para que el estado sea más atractivo a las inversiones, mediante la creación de ventajas competitivas, que impacten en bajos costos de producción y permitan un traslado comercial eficiente y eficaz. Entre las actividades a desarrollar, destacan: maquiladora de exportación, logística de distribución, comercio, exportación y turismo.

La realización de los proyectos estratégicos presenta entre otras, las siguientes ventajas:

- Disponer de insumos y productos competitivos para las maquiladoras de exportación.
- La vinculación entre el Pacífico y el Atlántico atraerá a inversionistas de los países de Oriente, Europa Occidental, así como de Estados Unidos y Canadá.
- Los productores rurales e industriales de Tabasco y del Sureste encontrarían mejores oportunidades de exportación.
- Con la consolidación comercial del Puerto de Dos Bocas, se tendría una vía alterna de transportación marítima, a la de los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, lo cual, hace más atractivo a Tabasco, para la inversión productiva, nacional y extranjera.

Desarrollo económico y competitividad

Visión

Tabasco tendrá una cultura de negocios competitiva, a través de procesos y políticas vanguardistas de gobernanza regulatoria, **será líder en atracción de inversiones nacionales y extranjeras**, fortalecerá la creación, integración y consolidación de las micro, pequeñas y medianas empresas, a través de la vinculación que realizará con el sector educativo y de investigación, con los que desarrollará procesos innovadores y tecnologías propias en los productos endémicos que generarán mayor valor e impulsarán la creación de empleos, el consumo local de sus productos y aumentarán la oferta exportable.

El Producto Interno Bruto (PIB) de Tabasco en 2017 representó el 2.9% y ocupó el décimo tercer lugar, con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo una variación en valores constantes de 2013 de -4.96%,

La caída en el PIB se debió en mayor medida a la disminución de la producción de petróleo crudo, que pasó de 431 mil 20 barriles diarios en enero de 2013 a 191 mil 301 en febrero de 2019, lo cual representa una disminución de 55.6%.

En este sentido, el Plan Estatal de Desarrollo busca impulsar la infraestructura portuaria en sus dos puertos: Dos Bocas y Frontera.

Objetivos estrategias y líneas de acción.

- Incrementar la atracción de inversión local, nacional e internacional en la entidad.
- Desarrollar y ejecutar un Programa de Promoción y Atracción de Inversiones
- Disponer de herramientas para la promoción del estado, a través de misiones de atracción de inversiones y participación en exposiciones y foros de carácter nacional e internacional.

Con base en los párrafos anteriores el Proyecto es compatible con el Plan Estatal de Desarrollo ya que con la puesta en marcha del presente Proyecto impulsará la economía estatal para atraer la inversión al estado lo que mejorará la calidad de vida de los Tabasqueños; aunado al aprovechamiento del Puerto de Dos Bocas como punto para el envío de insumos y personal al área del Proyecto.

3.5.3.5 Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2014-2028.

Derivado de la Reforma Constitucional en Materia Energética se actualizó la Estrategia Nacional de Energía. El documento actualizado expone los retos, requerimientos, líneas de acción y metas que deben de alcanzarse, para la mejora en la educación, salud, igualdad de género y sostenibilidad del medio ambiente.

Las áreas de transformación que brinda la Reforma para la modernización del sector energético son:

Exploración y Producción de hidrocarburos

Procesamiento

Aguas abajo

Generación eléctrica

Cobertura eléctrica

Desarrollo regional

De las modificaciones constitucionales en materia de hidrocarburos que señala el documento destaca la administración del sector de exploración y producción de hidrocarburos, la cual será administrada por el Ejecutivo Federal.

Los siguientes párrafos señalan algunos de los cambios estructurales referentes al sector de exploración y producción de hidrocarburos:

El Estado podrá celebrar contratos tanto con PEMEX como con empresas privadas para las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos. El tipo de contrato dependerá de las características y requerimientos de cada área: de servicios, de utilidad o producción compartida, o de licencia.

Los contratos promoverán la producción en yacimientos de hidrocarburos que en la actualidad se encuentran desaprovechados por insuficiencia en la inversión, capacidad de ejecución y tecnología, aumentando la producción de petróleo y gas natural.

La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) será quien regule y asegure la correcta administración de los contratos. Asimismo, la CNH será el órgano regulador coordinador, con personalidad jurídica propia, autonomía técnica y de gestión, así como autosuficiencia presupuestaria.

En conclusión, se establece que el presente Proyecto se ajusta a lo establecido en la Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 en su medida de Exploración y Producción de hidrocarburos.

3.5.3.6 Programa Sectorial de Energía 2020-2024.

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 (PND) se destaca el rescate del sector energético, de manera tal que estimulen la competitividad, el fomento del crecimiento económico y del empleo. Conforme a este fundamento, el Programa Sectorial de Energía 2020 - 2024, es el instrumento rector de planeación que integra los objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER), así como las labores de coordinación interinstitucional para la instrumentación u operación de dichas acciones y el seguimiento y reporte de estas.

El documento comprende seis objetivos prioritarios; de los cuales, el presente Proyecto es vinculante con los objetivos 1 y 6.

1. Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.
2. Fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética, y palanca del desarrollo nacional para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.
3. Organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI.
4. Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional
5. Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.
6. Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas.

El primer objetivo indica como estrategia prioritaria, incrementar la inversión en actividades de exploración y extracción, así como valorar las posibilidades de diversificación de la cartera de proyectos con enfoque principal en campos en aguas someras y terrestres, difiriendo inversiones en campos más complejos; además de tomar las medidas emergentes que permitan alcanzar las metas de producción para garantizar el suministro de hidrocarburos en territorio nacional.

La acción puntual que considera esta estrategia es la señalada en el siguiente punto:

1.2.5 Incentivar la inversión en actividades de exploración y extracción para obtener crudo ligero y gas húmedo.

Otro de los puntos estratégicos que se considera para este objetivo es acelerar la incorporación de reservas e incrementar la producción de hidrocarburos. En este último caso, se consideran dos acciones puntuales, con las que el Proyecto se vincula:

1.7.2 Fomentar el aumento de la actividad y eficiencia de la fase exploratoria e incentivar la identificación del potencial de recursos prospectivos cercanos a campos e instalaciones existentes.

1.7.3 Promover la planeación eficiente para el desarrollo de campos y nuevos descubrimientos de hidrocarburos.

El presente Proyecto es congruente con esta estrategia pues estará promoviendo la inversión en México y se estará dando certidumbre para el suministro de energéticos al País considerando las mejores prácticas de eficiencia con total responsabilidad en materia de seguridad y cuidado al medio ambiente.

Por otro lado, el objetivo 6, considera el soporte del rescate integral del sector energético. Para ello, establece como estrategia: Evaluar integralmente el cumplimiento de Asignaciones y Contratos de Exploración y Extracción de Hidrocarburos para la detección de áreas de oportunidad. Por lo que el Proyecto seguirá con las recomendaciones respecto al cumplimiento de las obligaciones de actividades derivadas de Asignaciones y Contratos de Exploración y Extracción de Hidrocarburos; tal como se estipula en la acción 6.1.2 de esta estrategia.

3.5.3.7 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.

Con base a la actualización del Plan Nacional de Desarrollo, realizado en este año 2020 se publicaron nuevas actualizaciones a los programas sectoriales, como es el Plan Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Al margen de ello, el presente programa tiene como objetivo fundamental lograr el cumplimiento del Eje General II. Política Social del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 establece que el gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible.

El programa cuenta con 5 objetivos prioritarios, los cuales se citan a continuación con base a su relevancia:

- Relevancia del Objetivo prioritario 1: Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
- Relevancia del Objetivo prioritario 2: Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
- Relevancia del Objetivo prioritario 3: Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
- Relevancia del Objetivo prioritario 4: Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
- Relevancia del Objetivo prioritario 5: Fortalecer la gobernanza ambiental, a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

De acuerdo con los objetivos definidos en el Programa, el presente Proyecto es vinculante con cada uno, al ser un proyecto que reconoce la presencia de especies y áreas prioritarias que pudieran ser afectadas, con su desarrollo y promover las medidas de mitigación necesarias para salvaguardarlas. La descripción de lo antes descrito se presenta en los subsecuentes Capítulos.

3.5.4 Tratados y Convenios internacionales.

La vinculación del proyecto relacionada con la normatividad internacional se efectúa con apego a los Convenios y Acuerdos que posteriormente se detallarán, ello en virtud que el Manifiesto de Impacto Ambiental, Modalidad Regional con base al Artículo 49 y 50 de la Ley Federal del Mar, se desarrollará en la Zona Económica Exclusiva, que se extiende a 200 millas marinas (370,400 metros) contadas desde las líneas de base.

3.5.4.1 Organización Marítima Internacional (OMI)

La OMI (Organización Marítima Internacional) es el organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la seguridad y protección de la navegación y de prevenir la contaminación del mar por los buques. Como organismo especializado de las Naciones Unidas, la OMI es la autoridad mundial encargada de establecer normas para la seguridad, la protección y el comportamiento ambiental que ha de observarse en el transporte marítimo internacional. Su función principal es establecer un marco normativo para el sector del transporte marítimo que sea justo y eficaz, y que se adopte y aplique en el plano internacional.

Actualmente la OMI cuenta con 174 Estados Miembros y tres Miembros Asociados, de los cuales México está incluido.

Las disposiciones que se adoptan en el seno de la OMI comprenden todos los ámbitos del transporte marítimo internacional (incluidos el proyecto, la construcción, el equipamiento, la dotación, el funcionamiento y el desguace de los buques) con el fin de garantizar que este importante sector continúe siendo seguro, ecológico, eficiente en términos energéticos y protegido.

Administra una serie de tratados enfocados al desarrollo del derecho marítimo y el derecho del mar entre los que destacan los siguientes:

- Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BMW): a fin de evitar la propagación de organismos acuáticos perjudiciales de una región a otra.
- MARPOL: a efecto de prevenir la contaminación ambiental en el mar.
- SOLAS: a efecto de garantizar la seguridad de la vida humana en el mar.

3.5.4.2 Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BWM)

El Convenio se adoptó el 13 de febrero de 2004, y entró en vigor el 8 de septiembre de 2017. Tiene por objeto evitar la propagación de organismos acuáticos perjudiciales de una región a otra, estableciendo normas y procedimientos para la gestión y el control del agua de lastre y los sedimentos de los buques.

En el marco del Convenio, todos los buques dedicados al transporte marítimo internacional deben llevar a cabo una gestión de su agua de lastre y sedimentos que se ajuste a una norma determinada, de conformidad con un plan de gestión del agua de lastre elaborado para cada buque.

Tras la nueva actualización en las enmiendas del Convenio BMW que entraron en vigor el 13 de octubre de 2019, se presenta la vinculación del Anexo, Sección B (Prescripciones de gestión y control aplicables a los buques), de dicho documento (Tabla 3-25).

Tabla 3-25. Vinculación del Proyecto el Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BMW).

Anexo	Vinculación con el Proyecto
Anexo – Sección B – Prescripciones de gestión y control aplicables a los buques. Regla B1. Plan de gestión del agua de lastre. Cada buque llevará a bordo y aplicará un plan de gestión del agua de lastre. Dicho plan estará aprobado por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización. El plan de gestión del agua de lastre será específico de cada buque y, como mínimo: - Indicará de forma detallada los procedimientos de seguridad para el buque y la tripulación relativos a la gestión del agua de lastre prescrita por el presente Convenio; - Ofrecerá una descripción detallada de las medidas que han de adoptarse para implantar las prescripciones sobre gestión del agua de lastre y las respectivas prácticas complementarias indicadas en el presente Convenio; - Indicará de forma detallada los procedimientos para la evacuación de los sedimentos:	El Proyecto establecerá y aplicará un plan de gestión del agua de lastre, el cual se encuentra dentro del Plan de Manejo de Aguas Residuales; que incluirá una descripción detallada de las medidas que se adoptarán para implantar las prescripciones sobre gestión del agua de lastre y las respectivas prácticas complementarias. En caso de ser necesario, el agua de lastre será descargada de acuerdo con las zonas de tránsito, y con base al plan de gestión de aguas residuales.

Anexo	Vinculación con el Proyecto
1) en el mar; y 2) en tierra; 4. Incluirá los procedimientos para coordinar la gestión del agua de lastre a bordo que incluya la descarga en el mar con las autoridades del Estado en cuyas aguas tengan lugar las descargas; 5. Contendrá el nombre del oficial de a bordo encargado de velar por la aplicación correcta del plan; 6. Incluirá las prescripciones de notificación previstas para los buques en el presente Convenio; y 7. Estará redactado en el idioma de trabajo del buque. Si el idioma utilizado no es el español, el francés ni el inglés, se incluirá una traducción a uno de esos idiomas.	
Regla B2. Libro registro del agua de lastre 1. Cada buque llevará a bordo un Libro registro del agua de lastre, que podrá ser un sistema electrónico de registro, o que podrá estar integrado en otro libro o sistema de registro, y que contendrá como mínimo la información especificada en el apéndice II. 2. Los asientos del Libro registro del agua de lastre se mantendrán a bordo del buque durante dos años, como mínimo, después de efectuado el último asiento, y posteriormente permanecerán en poder de la compañía por un plazo mínimo de tres años. 3. En caso de efectuarse una descarga del agua de lastre de conformidad con las reglas A-3, A-4 o B-3.6, o de producirse una descarga accidental o excepcional cuya exención no esté contemplada en el presente Convenio, se hará una anotación en el Libro registro del agua de lastre que indicará las circunstancias de tal descarga y las razones que llevaron a la misma. 4. El Libro registro del agua de lastre se guardará de forma que sea posible su inspección en	El Proyecto contempla llevar a bordo del buque perforador y de embarcaciones de apoyo empleadas un Libro registro del agua del lastre, con el objeto de registrar todos los puntos establecidos por esta regla.

Anexo	Vinculación con el Proyecto
cualquier momento razonable y, en el caso de un buque sin dotación que esté siendo remolcado, podrá conservarse a bordo del remolcador. 5. Cada una de las operaciones relacionadas con la gestión del agua de lastre se anotará inmediatamente con todos sus pormenores en el Libro registro del agua de lastre. Cada asiento será firmado por el oficial o los oficiales a cargo de la operación de que se trate, y cada página debidamente cumplimentada será refrendada por el capitán. Los asientos del Libro registro del agua de lastre se harán en uno de los idiomas de trabajo del buque. Si el idioma utilizado no es el español, el francés ni el inglés, el texto irá acompañado de una traducción a uno de esos idiomas. Cuando se utilicen también asientos redactados en un idioma nacional oficial del Estado cuyo pabellón tenga derecho a enarbolar el buque, dichos asientos darán fe en caso de controversia o discrepancia. 6. Los oficiales debidamente autorizados por una Parte estarán facultados para inspeccionar el Libro registro del agua de lastre a bordo de cualquier buque al que se aplique la presente regla mientras dicho buque esté en uno de sus puertos o terminales mar adentro, y podrán sacar copia de cualquier asiento y solicitar al capitán que certifique que es una copia auténtica. Toda copia certificada será admitida en cualquier procedimiento judicial como prueba de los hechos declarados en el asiento. La inspección del Libro registro del agua de lastre y la extracción de copias certificadas se harán con toda la diligencia posible y sin causar demoras innecesarias al buque.	
Regla B3. Gestión de agua de lastre de los buques 1. Los buques construidos antes de 2009: 1) con una capacidad de agua de lastre comprendida entre 1500 y 5000 metros cúbicos, inclusive, habrán de llevar a cabo una gestión del	En cumplimiento con esta regla, cada embarcación, llevará a cabo una gestión del agua de lastre, de acuerdo con el supuesto en el que se encuentre, dependiendo de su año de construcción y capacidad de agua de lastre. El buque perforador llevará a cabo una gestión de agua de

Anexo	Vinculación con el Proyecto
agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-1 o bien en la regla D-2 hasta 2014, fecha después de la cual habrá de cumplir como mínimo la norma descrita en la regla D-2; 2) con una capacidad de agua de lastre inferior a 1500 metros cúbicos o superior a 5 000 habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-1 o bien en la regla D-2 hasta 2016, fecha después de la cual habrá de cumplir como mínimo la norma descrita en la regla D-2. 2. Los buques a los que se aplique el párrafo 1 cumplirán lo dispuesto en el mismo a más tardar en el primer reconocimiento intermedio, o de renovación, si éste es anterior, tras la fecha de aniversario de la entrega del buque en el año de cumplimiento de la norma aplicable a dicho buque. 3. Los buques construidos en 2009 o posteriormente que tengan una capacidad de agua de lastre inferior a 5 000 metros cúbicos habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-2. 4. Los buques construidos en 2009 o posteriormente, pero antes de 2012, que tengan una capacidad de agua de lastre igual o superior a 5 000 metros cúbicos habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1.2. 5. Los buques construidos en 2012 o posteriormente que tengan una capacidad de agua de lastre igual o superior a 5 000 metros cúbicos habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-2. 6. Las prescripciones de la presente regla no son aplicables a los buques que descarguen el agua de lastre en instalaciones de recepción	lastre que cumpla como mínimo la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre.

Anexo	Vinculación con el Proyecto
proyectadas teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización para tales instalaciones. 7. Podrán aceptarse también otros métodos de gestión del agua de lastre diferentes a los prescritos en los párrafos 1 a 5, siempre que dichos métodos garanticen como mínimo el mismo grado de protección del medio ambiente, la salud de los seres humanos, los bienes o los recursos, y cuenten en principio con la aprobación del Comité.	
Regla B-4. Cambio del agua de lastre 1. Los buques que lleven a cabo la gestión del agua de lastre para cumplir la norma de la regla D-1, habrán de atenerse a lo siguiente: 1) siempre que sea posible, efectuarán el cambio del agua de lastre a por lo menos 200 millas marinas de la tierra más próxima y en aguas de 200 metros de profundidad como mínimo, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización; 2) en los casos en que el buque no pueda efectuar el cambio del agua de lastre de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1.1, tal cambio del agua de lastre se llevará a cabo teniendo en cuenta las directrices descritas en el párrafo 1.1 y tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, y en todos los casos por lo menos a 50 millas marinas de la tierra más próxima y en aguas de 200 metros de profundidad como mínimo; 2. En las zonas marítimas donde la distancia a la tierra más próxima o la profundidad no cumpla los parámetros descritos en los párrafos 1.1 ó 1.2, el Estado rector del puerto, en consulta con los Estados adyacentes o con otros Estados, según proceda, podrá designar zonas en las que se permita al buque efectuar el cambio del agua de lastre teniendo en cuenta las directrices descritas en el párrafo 1.1.	En caso de ser necesario, todos los buques efectuarán el cambio de agua de lastre teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización (200 millas marinas de la tierra más próxima y en aguas de 200 m de profundidad como mínimo). En los casos en que los buques no puedan efectuar el cambio del agua de lastre de conformidad con lo dispuesto, el cambio se realizará tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, y a 200 m de profundidad como mínimo, de acuerdo a lo establecido en esta regla.

Anexo	Vinculación con el Proyecto
3. No se exigirá a un buque que se desvíe de su viaje previsto, o lo retrase, con el fin de cumplir una determinada prescripción del párrafo 1. 4. Un buque que efectúe el cambio del agua de lastre no tendrá que cumplir lo dispuesto en los párrafos 1 ó 2, según proceda, si el capitán decide razonablemente que tal cambio podría poner en peligro la seguridad o estabilidad del buque, a la tripulación o a los pasajeros por las malas condiciones meteorológicas, el proyecto o esfuerzos del buque, un fallo del equipo, o cualquier otra circunstancia extraordinaria. 5. Cuando un buque tenga que efectuar la gestión del agua de lastre y no lo haga de conformidad con la presente regla, las razones se anotarán en el Libro registro del agua de lastre	

Fuente: TEMA (2022)

3.5.4.3 Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, Enmendado (Convenio MARPOL 73/78).

El Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973 (Convenio MARPOL, 1973) y su Protocolo modificadorio de 1978, entraron en vigor para México el 23 de julio de 1992.

El Convenio Internacional MARPOL 73/78, tiene por objeto prevenir la contaminación del mar producto de las operaciones normales de los buques durante su navegación y estancia en los puertos, a fin de minimizar el impacto ambiental que dichas acciones producen.

Para la operación del presente Proyecto, el buque de perforación y las embarcaciones encargadas de entregar materiales e insumos para la perforación del pozo, aplicarán las medidas necesarias para prevenir que se presente contaminación producto de sus operaciones normales y, en caso de que se presente un evento no deseado, se aplicarán las acciones necesarias para su atención. Estas se mencionan en la Tabla 3-26.

Tabla 3-26. Vinculación del Proyecto con el convenio MARPOL

Anexo	Vinculación con el Proyecto
Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.	El buque de perforación y las embarcaciones del Proyecto no transportarán sustancias nocivas líquidas a granel; sin embargo, se ejecutarán medidas para prevenir la contaminación por cualquier tipo de sustancia empleada por el Proyecto.
Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos	El Proyecto no transportará sustancias perjudiciales en bultos; sin embargo, sí transportará sustancias químicas potencialmente contaminantes del medio marino, por lo que se tomarán en cuenta algunas de las normas descritas en el Anexo de este convenio para manejar de forma adecuada los insumos necesarios para la ejecución del Proyecto.
IV. Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.	El manejo de aguas residuales durante el Proyecto se hará en estricto apego a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas, NOM-001-SEMARNAT-2021 y demás disposiciones aplicables. Las aguas residuales serán tratadas por medio de un sistema de tratamiento. Adicionalmente, se contará con un separador agua/aceite previo a la descarga de agua de sentina, en cumplimiento con MARPOL.
V. Reglas para prevenir la contaminación por la basura de los buques	Los residuos sólidos generados por el buque de perforación y las embarcaciones del Proyecto se manejarán en apego al Anexo del Convenio, la LGPGIR y su reglamento y demás normatividad aplicable. Adicionalmente, se formulará y ejecutará un Plan de Manejo de Residuos Sólidos, con objeto de maximizar la valorización de los residuos generados. La tripulación y el personal a bordo recibirán capacitación para la correcta ejecución del Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
VI. Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.	Tanto el buque de perforación como las demás embarcaciones del Proyecto contemplan medidas para el control de emisiones a la atmósfera, entre las que se encuentra la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, así como inspecciones periódicas para verificar el óptimo funcionamiento de la maquinaria y embarcaciones.

Anexo	Vinculación con el Proyecto
	Asimismo, de acuerdo con la última actualización publicada por la OMI (Organización Marítima Internacional), a partir del 1º de enero de 2020 se actualiza el Anexo VI del Convenio MARPOL, el cual indica que a partir de esta fecha el contenido de azufre del fueloil utilizado a bordo de los buques no podrá exceder de 0,5 % m/m; siendo entendido como campo de aplicación a esta nueva actualización a todos los buques. A estos efectos, el Convenio MARPOL ofrece las siguientes definiciones: por <i>buque</i> 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 (art. 2.4 MARPOL). La expresión <i>a bordo</i> comprende tanto a los motores principales como a los auxiliares, así como a elementos tales como calderas y generadores de gas inerte. Acorde a lo estipulado, PC Carigali cumplirá con lo indicado, al no exceder el límite indicado. Asimismo, las embarcaciones involucradas en el Proyecto utilizarán combustible que cumpla con las especificaciones de la NOM-016-CRE-2016.

Fuente: TEMA (2022)

3.5.4.4 Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (SOLAS/74) y su Protocolo de 1988, relativo al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974.

El Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), actualmente vigente, fue adoptado el 1 de noviembre de 1974 por la Conferencia internacional sobre seguridad de la vida humana en el mar, convocada por la Organización Marítima Internacional (OMI), y entró en vigor el 25 de mayo de 1980.

Este Convenio determina las condiciones que debe cumplir un buque respecto a todos los aspectos concernientes a preservar la seguridad de la vida humana en el mar, como son: subdivisión y estabilidad, maquinaria e instalaciones eléctricas, detección y extinción de incendios, dispositivos de salvamento, radiotelegrafía, radiotelefonía, transporte de grano, de mercancías peligrosas, reglas para buques nucleares, gestión de la seguridad operacional de los

buques, medidas de seguridad aplicables a las naves de gran velocidad, medidas especiales para incrementar la seguridad marítima y de la seguridad en los graneleros.

Actualmente, el Convenio SOLAS ha agregado enmiendas y varios códigos que entraron en vigor 1 enero de 2020. Dentro de las enmiendas más destacadas de la nueva actualización del convenio SOLAS y que se encuentran relacionadas al objetivo final de este proyecto, se encuentran las siguientes:

1. **Mantenimiento de los botes salvavidas** (Enmiendas a las reglas III/3 and III/20). Estas enmiendas tienen como propósito evitar accidentes cuando se requiera la utilización de las embarcaciones de supervivencia y garantizar el bienestar de las personas a bordo, en caso de presentarse una emergencia.
2. **Compartimentado y estabilidad con avería.** El capítulo II-1 del convenio que determina el compartimentado o la subdivisión del buque para que sea seguro desde el punto de vista de una posible inundación y establece también las condiciones de seguridad y estabilidad en caso de una avería.
3. **Plan de evacuación para buques de pasaje.** Se considera que se realice un análisis de evacuación en las etapas iniciales del proyecto de todos los buques nuevos de pasaje que transporten más de 36 pasajeros; tema que no había sido tratado en la versión anterior del convenio y que es indispensable para eliminar la congestión que se puede presentar durante el abandono del buque, según lo determinado por la OMI.
4. **Expansión de los proveedores de equipos de comunicaciones por satélite.** Las enmiendas al capítulo IV del Convenio SOLAS y algunos códigos según la OMI, determinan la instalación de un servicio móvil por satélite reconocido para las comunicaciones marítimas de socorro y seguridad, por lo que esta actualización considera como pilar la actualización de los equipos de comunicación para la seguridad marítima.
5. **Estabilidad – computadora.** La nueva actualización de SOLAS determina el uso de computadoras para calcular la estabilidad que permita confirmar la operación segura del buque sin que ocurran incidentes y mantener la mejora del bienestar a bordo. Esta nueva enmienda requiere la provisión en los buques existentes de una computadora capaz de realizar cálculos de estabilidad e incluye un requisito para que los buques de pasajeros existentes tengan a bordo o en tierra la capacidad de evaluar la estabilidad después del daño.

Para la propuesta del Proyecto, las embarcaciones participantes aplicarán las medidas necesarias de seguridad para salvaguardar la vida humana en la mar conforme a las nuevas actualizaciones antes descritas. Asimismo, se presenta en la Tabla 3-27, la vinculación de las disposiciones generales del convenio.

Tabla 3-27. Vinculación del Proyecto con el Convenio SOLAS

Capítulo	Vinculación con el Proyecto
I. Disposiciones generales Diversos tipos de buques. Documentos que acrediten que el buque prescripciones del Convenio. Disposiciones para la cumple la supervisión de los buques en puertos de otros Gobiernos Contratantes.	Las embarcaciones involucradas en el Proyecto cumplirán con las prescripciones de seguridad que en opinión de la administración sean adecuadas para el viaje que haya de emprender; específicamente el viaje internacional del buque perforador al país, ya que estas Reglas son aplicables solamente a buques dedicado a viajes internacionales. Con respecto a los buques de apoyo de bandera mexicana, todos contarán con el certificado de gestión de la seguridad basado en las disposiciones SOLAS.
II-1. Construcción – Compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas.	Las embarcaciones involucradas en el Proyecto se mantendrán en cumplimiento de las prescripciones del presente capítulo, incluyendo compartimentado y estabilidad e instalaciones de máquinas, instalaciones eléctricas. Poseerán la resistencia y estabilidad adecuadas para minimizar el riesgo de perdido de buque y de contaminación a medio marino derivado de un fallo estructural. Estas características estarán certificadas- en los buques de bandera mexicana-por el certificado nacional de arqueo, certificado nacional de francobordo, certificado de seguridad de construcción para buques de carga, y demás certificaciones que resulten aplicables.
II- 2. Prevención, detección y extinción de incendios.	El Proyecto implementará los principios establecidos para la prevención detección y extinción de incendios, entre los que se encuentran la división del buque en zonas principales y verticales; separación entre los espacios de alojamiento y el resto del buque, uso restringido de materiales combustibles, detección de cualquier incendio en la zona donde se origine, protección de los medios de evacuación y de acceso a posiciones para combatir los incendios, pronta disponibilidad de los dispositivos extintores de incendios y reducción al mínimo del riesgo inflamación de los

Capítulo	Vinculación con el Proyecto
	gases de carga. Estas características estarán certificadas por un plano de seguridad y contraincendios aprobado por la marina mercante.
III. Dispositivos y medios de salvamento	Se cumplirá lo dispuesto en el Código Internacional de Dispositivos de Salvamento (Código IDS). Los botes de rescate, los botes salvavidas y chalecos salvavidas cumplirán con las prescripciones técnicas establecidas en el Código IDS en función del tipo de buque. Las embarcaciones de bandera mexicana contarán con un certificado de seguridad del equipo para buque de carga, así como un certificado de la gestión de la seguridad basado en SOLAS.
IV. Radiocomunicaciones	Se incorporará el Sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (SMSSM). Los buques de bandera mexicana involucrados en el Proyecto contarán con el certificado de seguridad radioeléctrica para buques de carga.
V. Seguridad en la navegación	PC Carigali está consciente de la existencia del transporte de registradores de datos de la travesía (RDT) y de los sistemas de identificación automática (SIA) a bordo de buques y se ajustará a las disposiciones establecidas.
VI. Transporte de cargas	PC Carigali cumplirá con lo relativo al transporte de carga establecido en el presente capítulo, dependiendo del tipo de carga que transporten.
VII. Transporte de mercancías peligrosas	Las embarcaciones involucradas en el Proyecto cumplirán con lo dispuesto para el transporte de sustancias peligrosas en bultos, líquidos, sólidos o combustibles, también acatará lo dispuesto en el Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (Código IMDG)., dado a conocer en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo del 2016 y entrando en vigor en México el 21 de mayo del mismo año.
VIII. Buques nucleares.	No resulta aplicable al Proyecto, dado que no se emplearán buques nucleares
IX. Gestión de la seguridad operacional-buques.	PC Carigali implementará el Código internacional de gestión de la seguridad (Código IGS). Las embarcaciones de bandera mexicana involucradas en el Proyecto contarán con el documento de cumplimiento expedido por la Secretaría de Comunicaciones y

Capítulo	Vinculación con el Proyecto
	Transportes que certifica que cuentan con un sistema de gestión de la seguridad que se alinea a los objetivos del Código IGS.
X. Medidas de seguridad aplicadas a las naves de gran velocidad	En caso de ser aplicable, PC Carigali implementará el Código internacional de seguridad para naves de gran velocidad (Código NGV)
XI. Medidas especiales para incrementar la seguridad marítima.	PC Carigali conoce e implementará el Código internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias (Código PBIP). Las embarcaciones con bandera mexicana involucradas en el Proyecto contarán con el certificado internacional de protección del buque, expedido en virtud de las disposiciones del PBIP.
XII. Medidas de seguridad aplicables a los graneleros.	El Proyecto no empleará buques graneleros, de modo que no es aplicable

Fuente: TEMA (2022)

3.5.4.5 Tratados internacionales administrados por la OMI diferentes a MARPOL y SOLAS.

La OMI también administra otros tratados, códigos y regulaciones diferentes al MARPOL y SOLAS. La Tabla 3-28 muestra estos convenios y su vinculación con el Proyecto.

Tabla 3-28. Vinculación del Proyecto con los diversos tratados internacionales administrados por la OMI diferentes a MARPOL y SOLAS.

Convenio	Vinculación con el Proyecto
Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar (Convenio de formación), en su forma enmendada, incluidas las enmiendas de 1995 y las enmiendas de Manila de 2010	Este Convenio, previsto como obligatorio con base en el artículo 26 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos, será acreditado por PC Carigali a través de las certificaciones procedentes para los miembros de la tripulación y personal técnico/científico.
Convenio sobre el Reglamento internacional para prevenir los abordajes, 1972 (Reglamento de abordajes 1972)	El abordaje, entendido como la colisión de embarcaciones y artefactos navales, será prevenido de conformidad con este instrumento; tal como prevé el artículo 153 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Con este fin, las embarcaciones del Proyecto contarán con radares y personal capacitado para llevar a cabo las actividades de navegación.

Convenio	Vinculación con el Proyecto
Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos, 1969	PC Carigali contará con medidas para evitar la posibilidad de derrames, entre las que se encuentra un SOPEP (Plan de Emergencia de Contaminación por Hidrocarburos a Bordo) y un Certificado Nacional de la Prevención de la Contaminación por Hidrocarburos por Embarcaciones; adicionalmente, se encuentra al tanto de los procedimientos de consulta previstos en este Convenio conforme al artículo 76 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos.

Fuente: TEMA, 2022

3.5.4.6 Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias y su Protocolo (1996).

El Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, fue firmado por México el 29 de diciembre de 1972. Su aprobación fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de mayo de 1974, entrando en vigor el 30 de agosto de 1975. En el año 1996 es adoptado en Londres su Protocolo modificadorio, el cual es ratificado por el Gobierno Mexicano en noviembre del 2006, entrando en vigor para nuestro país el 24 de marzo del 2006.

Dicho Convenio tiene por objetivo que las partes contratantes, individual y colectivamente, protegerán y preservarán el medio marino contra todas las fuentes de contaminación y adoptarán medidas eficaces, según su capacidad científica, técnica y económica, para prevenir, reducir y, cuando sea factible, eliminar la contaminación causada por el vertimiento o la incineración en el mar de desechos u otras materias. Cuando proceda, las Partes Contratantes armonizarán sus políticas a este respecto.

Por “vertimiento” se entiende:

- *Toda evacuación deliberada en el mar de desechos y otras materias desde buques, aeronaves, plataformas y otras construcciones en el mar.*
- *Todo hundimiento deliberado en el mar de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar.*
- *Todo almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho del mar o en el subsuelo de éste desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar.*

- *Todo abandono o derribo in situ de plataformas y otras construcciones en el mar, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas.*

Por otra parte, el Artículo 1.4.2, señala que el "vertimiento" no incluye:

- *La evacuación en el mar de desechos u otras materias resultante, directa o indirectamente, de las operaciones normales de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar y de su equipo, salvo los desechos u otras materias que se transporten en buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar destinados a la evacuación de tales materias, o se transborden a ellos, o que resulten del tratamiento de tales desechos u otras materias en esos buques, aeronaves, plataformas o construcciones;*
- *La colocación de materias para un fin distinto del de su mera evacuación, siempre que dicha colocación no sea contraria a los objetivos del presente Convenio.*
- *No obstante, lo dispuesto en el apartado 4.1.4, el abandono en el mar, de materias (por ejemplo, cables, tuberías y dispositivos de investigación marina) colocadas para un fin distinto del de su mera evacuación.*

En el Anexo 1 del Convenio, se establece que los desechos u otras materias cuyo vertimiento podrá considerarse serán: materiales de dragado, fangos cloacales, desechos de pescado o materiales resultantes de las operaciones de elaboración del pescado, buques y plataformas u otras construcciones en el mar, materiales geológicos inorgánicos inertes, materiales orgánicos de origen natural y objetos voluminosos constituidos principalmente por hierro, acero, hormigón y materiales igualmente no perjudiciales.

La descarga al mar proveniente del buque de perforación cumplirá con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Adicionalmente se realizarán los trámites conducentes y se obtendrán los permisos aplicables para tal fin ante las autoridades competentes.

3.5.4.7 Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe y el Protocolo de Cooperación para combatir los derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe.

El Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe y el Protocolo de Cooperación para Combatir los Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe, en México fue promulgado como decreto el día 8 de mayo de 1985.

Los Estados participantes en este Convenio se comprometen a adoptar, individual o conjuntamente, todas las medidas adecuadas para prevenir, reducir y controlar la contaminación (causada por buques, vertimientos, fuentes terrestres y/o actividades relativas a los fondos marinos). Asimismo, cooperarán para adoptar todas las medidas necesarias con el objeto de hacer frente a las emergencias en materia de contaminación que se produzcan en la zona de aplicación del Convenio.

Para el presente Proyecto se realizarán las acciones correspondientes para prevenir, reducir y controlar la contaminación en el mar.

3.5.4.8 Código de Protección de Buques e Instalaciones Portuarias (Código PBIP).

El Código PBIP nace como respuesta a los ataques terroristas del 11 de septiembre del 2001. En él se establecen las medidas y procedimientos para prevenir actos de terrorismo que puedan poner en peligro la integridad de los pasajeros y la tripulación, así como atentar contra la seguridad de los buques y de las instalaciones portuarias. México adoptó este Código el 12 de diciembre del 2012.

El Proyecto dará cumplimiento con lo estipulado en las disposiciones del Código, contando con un plan de protección del buque –llevándolo a bordo- y garantizando la ejecución de las acciones relacionadas con la protección de este. Adicionalmente se identificarán las medidas, procedimientos y actividades relacionadas con la protección, identificación y evaluación de las actividades esenciales del buque que es importante proteger, se identificarán las posibles amenazas para las actividades esenciales del buque y se identificarán los puntos débiles –incluyendo factor humano, infraestructuras políticas y procedimientos-. Los registros de las actividades que abarca el plan de protección del buque serán mantenidos a bordo.

Se elegirá a un oficial de la compañía (naviera) para la protección marítima, así como un oficial de protección del buque –responsable ante el capitán-, quien desempeñará las actividades establecidas en el Código; estos oficiales, así como el personal en tierra contarán con los conocimientos necesarios para desempeñar sus funciones.

Con respecto a la instalación portuaria en la que atracará el buque de perforación, ésta se apegará a los lineamientos establecidos por las autoridades portuarias y PC Carigali permitirá que se lleven a cabo las acciones de evaluación con el fin de garantizar su protección. Finalmente, el buque de perforación contará con todas las certificaciones necesarias para su operación de acuerdo con el Código.

En particular, este Código es aplicable al Proyecto por lo estipulado en el punto 3.3 “Unidades móviles de perforación mar adentro”.

3.5.4.9 Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990.

El día 30 de noviembre de 1990, se adoptó en la ciudad de Londres, Gran Bretaña, el Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990, entrando en vigor para México el día 13 de mayo de 1995.

Las partes participantes se comprometen, conjunta o individualmente, a tomar todas las medidas adecuadas, de conformidad con las disposiciones del Convenio y de su Anexo, para prepararse y luchar contra sucesos de contaminación por hidrocarburos. Asimismo, todos los buques con bandera de las partes participantes, unidades mar adentro e instalaciones de manipulación de hidrocarburos, deben contar con un plan de emergencia en caso de contaminación por hidrocarburos conforme a las disposiciones aprobadas por la Organización a tal efecto.

Para el presente Proyecto, se contarán con las medidas necesarias para que, en caso de presentarse un evento no deseado que involucre contaminación por hidrocarburos, se apliquen los planes de respuesta a emergencias con los que cuenta PC Carigali.

3.5.4.10 Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

Con base a los términos de la Declaración Universal de Derechos Humanos, del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, del Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos y de los numerosos instrumentos internacionales sobre la prevención de la discriminación hacia las poblaciones indígenas y tribales, se adopta el 27 de junio de 1989 el Convenio (No. 169) sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Mismo al que México aprobó en el Senado el 11 de julio de 1990, entrando en vigor el 5 de septiembre de 1991.

Al respecto, se presentan la vinculación del proyecto con base a los siguientes artículos:

Artículo 1.- El presente convenio se aplica:

A los pueblos tribales en países independientes, cuyas condiciones sociales, culturales y económicas les distingan de otros sectores de la colectividad nacional, y que estén regidos total o parcialmente por sus propias costumbres o tradiciones o por una legislación especial.

Artículo 7.- Los pueblos interesados deberán tener derecho de decidir sus propias prioridades en la que atañe el proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias,

instrucciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural.

Para el presente Proyecto PC Carigali presentó ante la Secretaría de Energía a través de la Dirección General Adjunta de Evaluación de Impacto Social y Consulta Previa, la Evaluación de Impacto Social (EVIS). En el **Anexo 1 del Capítulo 3** se adjunta el acuse de entrega que presentó PC Carigali y el resolutivo emitido por la Secretaría de Energía.

3.5.5 CONABIO.

3.5.5.1 Regiones Prioritarias.

Las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México es el resultado de diversas iniciativas auspiciadas por instituciones, gubernamentales y no gubernamentales, nacionales e internacionales, como la CONABIO, la CONAMP, el FMCN, Pronatura, CIPAMEX, la CCA, la Fundación David y Lucile Packard, el WWF, la USAID, TNC y BirdLife International.

En este caso, se presentan sobre todo las regionalizaciones coordinadas o promovidas por las instituciones nacionales, como es CONABIO; la cual tiene como función primordial el coordinar, apoyar y promover acciones en torno al conocimiento, uso sostenible y difusión de la biodiversidad.

3.5.5.2 Regiones Terrestres Prioritarias.

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) comprenden la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

En este caso las RTP más cercanas al SAR son los Humedales de Papaloapan, la Sierra de los Tuxtlas-Laguna del Ostión y Pantanos de Centla. Dichos sitios se encuentran lejos del Área Contractual 4; por lo que no serán afectadas con las actividades de desarrollo.

3.5.5.3 Regiones Marinas Prioritarias.

Se identificaron las Regiones Marinas Prioritarias (RMP), las cuales siguen los criterios ambientales de la regionalización terrestre incluyendo, zonas de migración, crecimiento, reproducción o refugio, y procesos oceánicos relevantes nuestras costas y mares. La Región

Marina Prioritaria que se encuentra dentro del SAR es la de Pantanos de Centla – Laguna de Términos.

Cabe mencionar que, aunque esta región se presenta dentro del SAR no será afectada con las actividades que se desarrollarán (Figura 3-3).

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 3-3. Regiones Marinas Prioritarias

Fuente: TEMA (2022)

A continuación, se hace una breve descripción de las RMP:

La RMP **Pantanos de Centla-Laguna de Términos** se extiende en la porción sureste del SAR.

Esta región se caracteriza por la presencia de lagunas, playas, dunas, pastos marinos, esteros, islas. Además, representa el aporte hídrico más importante en México y del continente de la costa.

Algunas de las problemáticas que se presentan en esta zona son:

- Modificación del entorno: modificación de la vegetación (tala de manglar), relleno de áreas inundables, dragados, canales, efectos de la industria petrolera (exploración y producción), desecación, desforestación por ganadería, construcción de carreteras e

hidroeléctrica sobre el Usumacinta. Quemadas periódicas de la vegetación en temporadas de sequía. Modificación de la hidrodinámica local, alteración hidrológica por cambios en los volúmenes anuales y estaciones del agua y pérdida de la línea de playa producida por las inundaciones a los asentamientos humanos irregulares existentes en la región, así como a las áreas de agricultura de tierras bajas y actividades pecuarias.

- Contaminación: por influencia de Villahermosa y por actividades de la industria petrolera, aguas residuales, desechos orgánicos y sólidos, agroquímicos y metales. Arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes de campos arroceros.
- Uso de recursos: especies introducidas. Actividad ganadera extensiva en zonas inundables de Tabasco. Colecta de especies en peligro. Tráfico y cacería ilegal de especies. Zona de gran importancia para las pesquerías de la Sonda de Campeche. Explotación incontrolada de madera para la construcción de asentamientos irregulares y producción y venta de carbón a Cd. Del Carmen. Colecta de plantas para alimento, construcción, como combustible, ornamental y medicinal.

3.5.5.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) corresponden a zonas de gran valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, y de valor económico; cuyos grupos biológicos se presentan en ambientes limnológicos, así como en los ecosistemas dentro de la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta las zonas costeras.

Dentro del SAR no se identificaron RHP, las más cercanas son la de Los Tuxtlas y la de la Laguna de Términos – Pantanos de Centla.

3.5.5.5 Humedales de Ramsar.

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte.

En el SAR no se identificaron sitios RAMSAR, el más cercano es el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Figura 3-4).

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 3-4. Sitios Ramsar cercanos al SAR

Fuente: TEMA (2022)

3.5.5.6 AICAS.

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) corresponden a sitios donde se presentan cantidades significativas de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente; lugares que mantienen poblaciones locales con rangos de distribución restringido; áreas que mantienen conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; zonas que se caracterizan porque presentan congregaciones grandes de individuos, y sitios importantes para la investigación ornitológica.

Para el SAR no se identificaron AICAS (Figura 3-5). El más cercano es el de los Tuxtlas y el de Pantanos de Centla.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 3-5. AICAS cercanas al SAR

Fuente: TEMA (2022)

3.5.5.7 Presencia de manglar.

Debido a que el Proyecto se ubica en zona marina este tipo de ecosistema no será afectado por las actividades de este.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL - 1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”

CAPÍTULO 4

Ref.: 2903/M40230
Mayo 2022
Rev. 0

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

4	Introducción	3
4.1	Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto	3
4.2	Caracterización y análisis del SAR.....	10
4.2.1	Medio abiótico.....	10
4.2.1.1	Clima y fenómenos meteorológicos	10
4.2.1.2	Fenómenos Climatológicos	13
4.2.1.3	Cambio Climático.....	18
4.2.1.4	Fisiografía	18
4.2.1.5	Edafología.....	19
4.2.1.6	Geología	21
4.2.1.7	Geología Marina	32
4.2.1.8	Susceptibilidad de la zona	45
4.2.1.9	Hidrología superficial	48
4.2.1.10	Sedimento marino.....	83
4.2.1.11	Hidrología subterránea	111
4.2.1.12	Aire.....	112
4.2.2	Medio biótico.....	124
4.2.2.1	Vegetación.....	125
4.2.2.2	Vegetación Marina.....	126
4.2.3	Socioeconómico	134
4.2.3.1	Descripción general municipal.....	135
4.2.4	Paisaje	155
4.3	Diagnóstico ambiental	156

4 INTRODUCCIÓN

Establecer la distancia a la cual la construcción del proyecto ocasionará afectaciones resulta siempre ser una cuestión compleja y multifactorial, ya que los distintos componentes ambientales (fauna, vegetación, suelos, hidrología y actividades humanas) tienen diferentes escalas de desarrollo; por lo tanto, de estudio.

En este sentido, la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) es vital para el desarrollo del proyecto, pues representa el marco de referencia en el cual se analizará y evaluará el desempeño ambiental del proyecto a través de las distintas etapas que lo conforman.

Particularmente, y como se describirá en este capítulo, el SAR representa la superficie límite en el que los distintos factores ambientales (bióticos y abióticos) y sociales, que lo componen son integrados a efecto de representar un sistema homogéneo y continuo; que refleje la influencia que pueda o no tener el proyecto (impactos asociados o indirectos) sobre los distintos factores que lo componen.

4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

Para realizar la delimitación del SAR, se establece una definición de lo que se entiende por este concepto, con el fin de que sea la base a partir de la cual se establezcan los criterios que permitan definir dicho sistema. En este sentido, se define como sistema ambiental regional, el ámbito espacial que presenta condiciones bióticas y abióticas homogéneas, conformado por una unidad o unidades ambientales interconectadas dentro del cual se encuentra el Proyecto y en donde serán provocados impactos ambientales debido a las obras y/o actividades del Proyecto; se puede entender también como el ámbito espacial que constituye el entorno del Proyecto.

Debido a la complejidad de las interacciones dentro del ecosistema, se requieren establecer criterios objetivos de tipos ambientales; físicos, biológicos y geográficos, así como criterios con base en instrumentos de planeación, tales como ordenamientos, programas de desarrollo urbano, delimitación de áreas naturales protegidas y áreas prioritarias. Todos ellos con relación a la ubicación y al tipo de proyecto que se trate.

Se tomó de referencia para la delimitación del SAR los Criterios para delimitar un sistema ambiental de los Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental; por lo que considera adecuada una delimitación del Sistema Ambiental

Regional, que haya utilizado alguno o algunos de los siguientes criterios:

- Unidades de Gestión Ambiental (UGA) para aquellos proyectos que se ubiquen en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico Territorial.
- Factores sociales, como poblaciones, municipios, etc.
- Usos de suelo y tipos de vegetación.
- Rasgos geomorfológicos.
- Cuencas y microcuencas.
- Usos de suelo permitidos por algún tipo de plan de desarrollo urbano.
- Áreas prioritarias definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades ambientales propuestas.

De este modo, la definición de los límites del sistema ambiental está en función del alcance de afectación sobre los factores del medio ambiente, ordenamientos ecológicos y escalas de análisis, de tal manera que reflejen el espacio físico sobre el cual se esperan los impactos ambientales y la influencia del Proyecto.

Para el presente Proyecto se consideró la ubicación del Área Contractual 4 y su interacción con el Puerto de Tampico. Considerando que este puerto será la base portuaria para las actividades; por lo que representan los sitios más probables donde se realicen la mayor parte de las actividades logísticas para el apoyo de la perforación exploratoria.

Para definir la delimitación del SAR, se procedió a sobreponer la cartografía digital mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), con el fin de identificar coincidencias y continuidades, que reflejen condiciones ambientales homogéneas que conformen unidades ambientales hasta un nivel que refleje el ámbito espacial dentro del cual se ubica el Proyecto (Figura 4-1).

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-1 Delimitación del Sistema Ambiental regional (SAR) del Área Contractual 4

Fuente: TEMA (2022)

De acuerdo con lo anterior, se determinó que el mejor criterio para delimitar el SAR para este Proyecto es el Programa Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), las Regiones Marinas Prioritarias (CONABIO, 1990), de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (PEMEX, 2019) y la delimitación de puertos mediante el uso de imágenes satelitales (Google Earth); por lo que el Sistema Ambiental Regional (SAR) se delimitó de acuerdo con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 185 y 187 (Figura 4-2).

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-2 POEMyRGMyMC

Fuente: TEMA (2022)

El área total del SAR contemplado para el Área Contractual 4 es de 6, 573, 989.48ha.

Con la finalidad detallar el SAR, en caso de existir un derrame de petróleo, se desarrolló una modelación utilizando un software de Contingencia y Respuesta Ante Derrames de Petróleo (OSCAR), el cual es un sistema de modelo tridimensional que calcula y registra la distribución (como masa y concentraciones) de contaminantes en la superficie del agua, en tierra, en la columna de agua y en sedimentos.

El modelo permite múltiples sitios de lanzamiento, cada uno con un determinado principio y fin del lanzamiento. Además, calcula la dispersión de la superficie, el transporte, el arrastre hacia la columna de agua, la evaporación, emulsificación e interacciones en tierra para determinar la deriva del petróleo y el destino en la superficie. Mientras que en la columna de agua se simula el transporte horizontal y vertical por corrientes, disolución, adsorción, sedimentación y degradación.

Para el presente Proyecto, se simularon un número específico de escenarios de derrames estocásticos con diferentes tiempos. La Tabla 4-1 muestra la información de los parámetros

considerados para la simulación del Área Contractual 4.

Tabla 4-1 Parámetros de simulación de derrame del Área Contractual 4

Sitio de lanzamiento: Bloque 4
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Fuente: SINTEF (2022)

4.1.1 Resultados de la Simulación

Se identificaron dos principales escenarios dentro de la simulación de derrame del petróleo. Los casos fueron:

- 1) tiempo más corto de llegada a la costa
- 2) mayor cantidad de masa en la costa

En el **Anexo 4. Capítulo 2**, se agrega el reporte completo en formato pdf, así como en el **Anexo**

1 Capítulo 1 se incluyen los planos de la concentración y espesor en ambos escenarios. Para cada uno, se presenta la concentración (mg/kg²) y espesor (mm) de cada simulación.

Escenario 1

(Figura 4-3).

Tabla 4-2 tiempo de llegada más corto a la orilla respecto a la masa total de crudo.

Número de simulación	Tiempo de llegada	Masa total a la costa
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		

Fuente: SINTEF (2022)

Figura 4-3 Tiempo de llegada del derrame a la costa desde el tiempo más corto al más largo.

Fuente: SINTEF (2022)

Escenario 2

Tabla 4-3 masa total de crudo correspondiente al tiempo de llegada a la costa.

Número de simulación	Tiempo de llegada	Masa total a la costa
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		

Fuente: SINTEF (2022)

Figura 4-4 Masa de crudo acumulado en el litoral en función del tiempo después de haber comenzado la fuga.

Fuente: SINTEF (2022)

En la Figura 4-5, se representa la probabilidad de acumulación de crudo con base al tiempo más corto de llegada a la costa.

Cabe mencionar que el escenario 1 corresponde el más cercano que podría presentarse en el Proyecto; ello considerando que una vez que se detecte y se de alerta de dicho derrame, los tiempos de respuesta de emergencias serán inmediatos (mismos que se presentan en el estudio ARSH, en el Capítulo IX), por lo que es poco probable que el derrame llegue a la costa.

Figura 4-5 tiempo más corto de llegada del derrame a la costa.

Fuente: SINTEF (2022)

Considerando lo anterior señalado, se determinó que el área más afectada concierne a la superficie que conforma el Área Contractual; por lo que, para efecto del presente Proyecto, se entenderá al Área de Influencia como el Área Contractual 4.

Asimismo, el Área de Proyecto, hace referencia a la zona de impacto directo que, en este caso, se refiere a un área de 1 m², alrededor del pozo, el cual representa el espacio físico circundante o contiguo al Pozo Naajal-1EXP.

La Figura 4-6, muestra la delimitación del Área de Influencia y Área del Proyecto.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-6 Delimitación del SAR, Área de Influencia y Área de Proyecto.

Fuente: SINTEF (2022)

4.2 Caracterización y análisis del SAR

4.2.1 Medio abiótico

4.2.1.1 *Clima y fenómenos meteorológicos*

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004) el tipo de clima dominante en el municipio de Tampico es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temporada más calurosa durante el semestre de mayo a octubre superando los 30°C; las mínimas son de noviembre a abril, siendo enero el mes más frío con temperaturas de 15.2°C. La temperatura media anual dentro de la zona de la Laguna del Carpintero es de 25.1°C.

Además de la clasificación de Köppen modificada por García (2004) se tomaron datos de las Estaciones Meteorológicas (EMA) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). A continuación, se muestra en la Tabla 4-4 la clave, nombre y ubicación de la única EMA del municipio de Tampico. Mientras que la Figura IV 8, muestra su ubicación.

Tabla 4-4 EMA de CONAGUA en el municipio de Tampico, Tamaulipas

Clave	Nombre	X	Y	Estado	Municipio
28111	Tampico			Tamaulipas	Tampico

Coordenadas de ubicación de la instalación del proyecto. (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

4.2.1.1.1 Temperatura media

Del registro de datos obtenido de EMA (Tabla 4-5), se realizó una gráfica de la temperatura media anual es de 29.34 °C en promedio para Tampico, Tamaulipas.

Tabla 4-5 Datos de temperatura media en Tampico, Tamaulipas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tampico	18.80	20.10	22.80	25.50	27.70	28.60	28.50	28.70	27.90	26.00	23.00	19.90	28.64

4.2.1.1.2 Temperatura mínima

Los datos obtenidos de temperatura mínima Tabla 4-6, la cual en promedio es de 20°C, siendo la mínima de las mínimas de 14.7°C en el mes de enero y la máxima de las mínimas es de 25.0°C en agosto.

Tabla 4-6 Datos de temperatura mínima en Tampico, Tamaulipas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tampico	14.70	15.90	18.80	21.70	24.20	25.10	24.90	25.00	24.20	22.00	18.80	15.80	20.90

4.2.1.1.3 Temperatura máxima

Los datos obtenidos de temperatura máxima Tabla 4-7Tabla 4-6, la cual en promedio es de 28.6°C, siendo la mínima de las máximas de 22.9°C en el mes de enero y la máxima de las máximas es de 32.5°C en agosto.

Tabla 4-7 Datos de temperatura máxima en Tampico, Tamaulipas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tampico	22.90	24.30	26.80	29.30	31.20	32.00	32.00	32.50	31.60	29.90	27.10	24.10	28.60

4.2.1.1.4 Precipitación

La Tabla 4-8 representa a la precipitación, y de acuerdo con el tipo de clima (cálido subhúmedo con lluvias en verano) se tiene una suma anual de 1, 136 mm de agua, siendo marzo el mes con menos probabilidad de lluvias y septiembre el mes de mayor probabilidad de lluvia.

Tabla 4-8 Datos de precipitación en Tampico, Tamaulipas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tampico	26.30	21.40	17.20	22.50	53.50	177.60	146.80	157.70	279.60	144.70	44.50	44.30	1136.10

4.2.1.1.5 Evaporación

La Tabla 4-9 representa la evaporación mensual y anual (1, 526.10). Este factor se relaciona directamente con la radiación solar y el clima caluroso. En este caso el mes de menor evaporación es diciembre y el mes de mayor evaporación es mayo.

Tabla 4-9 Datos de evaporación en Tampico, Tamaulipas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tampico	76.30	91.10	127.50	149.90	175.90	170.40	160.40	157.50	132.20	120.70	89.60	74.60	1526.10

4.2.1.2 Niebla

El fenómeno de la niebla se debe a la suspensión de gotas muy pequeñas de agua en el aire y esto reduce la visibilidad a menos de un kilómetro. En Tampico, Tamaulipas se cuenta aproximadamente de 20 días al año de neblina, esto indica que es raro que se presente este fenómeno.

Tabla 4-10 Datos de niebla en Tampico, Tamaulipas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tampico	2.00	1.60	1.80	1.90	2.00	1.30	1.40	1.20	1.50	1.30	1.80	2.40	20.20

4.2.1.3 Fenómenos Climatológicos

4.2.1.3.1 Temperaturas extremas

Debido a la ubicación geográfica de Tampico, la zona es propensa a tener temperaturas extremas, en sí de ondas de calor, lo cual provoca fenómenos climatológicos que afectan las actividades cotidianas; tal es el caso de la canícula, el cual es un evento climático que sucede durante la estación de verano y se caracteriza por ser una sequía, es decir una disminución o ausencia de lluvia. Se presenta en los meses de julio y agosto debido a que las lluvias disminuyen, al mismo tiempo que se dan altas temperaturas (IMTA, 2019).

Las lluvias disminuyen porque los vientos alisios, al soplar con fuerza desde el Este, impiden la formación de nubes sobre el océano, con lo cual se reducen las lluvias en el parte del territorio continental.

La canícula se caracteriza por: temperaturas superiores a 37 °C, disminución de lluvias, calentamiento del aire y cielos despejados. La duración de la canícula es de aproximadamente 40 días. Inicia a mediados del mes de julio y termina a finales de agosto.

4.2.1.3.2 Tormentas

Las tormentas son tempestades de corta duración, pero con una intensidad elevada; es decir, son violentas. Es un fenómeno meteorológico producido por vientos fuertes que generan alteraciones, para este caso, agitan violentamente el agua del mar.

Este tipo de fenómenos se desarrolla en el periodo de 15 de mayo al 30 de noviembre para el Pacífico Nororiental, y del 1 de junio al 30 de noviembre para el Océano Atlántico; siendo los meses de agosto y septiembre, los de mayor recurrencia. Mientras que junio, julio y octubre se comportan de una manera homogénea (CENAPRED-IMTA, 2014).

Un ciclón tropical es una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o igual a 26° C. Cuando éstos se ubican en el hemisferio norte, giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj (Rosengaus et al. 2002).

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos en la escala de Saffir-Simpson:

- Depresión tropical: cuando la presión es de 1008 a 1005 mb o velocidad de los vientos

menor que 63 km/h.

- Tormenta tropical: cuando la presión va de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h.
- Huracán: sucede cuando la presión es menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h.

Los huracanes y tormentas tropicales se presentan en los meses de junio a octubre y de acuerdo con sus trayectorias, se ha observado que estos fenómenos afectan principalmente las costas de Veracruz y Tamaulipas. Estos fenómenos se forman en la región oriental del océano Atlántico, en donde se generan con mayor potencia y generalmente se dirigen hacia el oeste, penetrando e incidiendo directamente en el Mar Caribe y las costas de Veracruz. El número promedio anual de ciclones tropicales es de 13 (periodo de 1970 a 2017) y la variación estacional en la que se presentan estos fenómenos climáticos, es extensa, iniciándose en junio y terminando en noviembre, siendo septiembre el mes más activo; en promedio, cada año se tiene un registro de 3.8 ciclones tropicales que impactan el territorio mexicano, de los cuales 1.4 llegan a las costas del Golfo de México y el Caribe. Los huracanes de mayor potencia y recorrido son los que generalmente se dirigen al oeste, penetrando en el Mar Caribe y afectando a Yucatán, Tamaulipas y Veracruz, pero también tienden a recurvar hacia el norte afectando las costas de Estados Unidos, como los huracanes que se han presentado en los últimos años.

La Figura 4-7 muestra la trayectoria de los ciclones que se hicieron presentes durante las últimas décadas para el área en la que se ubica el SAR, teniendo tormentas tropicales, depresión tropical y también algunos huracanes tipo 1 y 2.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-7 recorridos de ciclones en el golfo de México

La Tabla 4-11 cuenta con una recopilación de datos de ciclones que han impactado el Océano Atlántico. Desde el 2005 se presentaron al menos 4 Huracanes de baja intensidad y uno de grado 3, los cuales son altamente catastróficos. En su mayoría se han presentado Tormentas Tropicales con velocidad del viento de por lo menos 65 km/h.

Tabla 4-11 Ciclones que han impactado al Océano Atlántico (2005-2017)

Año	Nombre	Categoría	Lugar de Entrada a Tierra	Estados Afectados	Periodo	Vientos Máximos Sostenidos km/h
2005	Bret	TT	15 km al sur de Tuxpan, Ver.	Ver., Tamps., SLP. y Hgo.	28-29 junio	65
	Stan	TT	Felipe C. Oto. Qroo.	Qroo., Yuc., Ver., Oax., Camp., y Chis.	1-5 octubre	75
	José	TT	10km al sureste de Vega de Alatorre, Ver.	Ver., Pue., Tlax., y Mex. DF.	22-23 agosto	85
	Gert	TT	10 km al sureste de Pánuco, Ver.	Ver., SLP., Tamps. y NL.	23-25 julio	75
2007	Lorenzo	H1	Barra de Tecolutla, Ver.	Ver., Pue., Hgo., Tamps., SLP. y Oax.	25-28 septiembre	155

Año	Nombre	Categoría	Lugar de Entrada a Tierra	Estados Afectados	Periodo	Vientos Máximos Sostenidos km/h
2008	Marco	TT	Misantla, Ver.	Ver. y SLP	6-7 octubre	65
2010	Karl	H3	sur-suroeste de Puerto Bravo, Qroo; Playa Chachalacas, Ver.	Qroo., Camp., Ver. y Pueb.	14-18 septiembre	195
2011	Arlene	TT	Cabo Rojo, Ver.	Ver., Hgo., Pueb., Tab., Chiap., Oax., Tamps., Gro., Mor., Méx. D.F., Tlax., Qro. y Gto.	28-30 junio	100
	Harvey	TT	Sureste estado de Tabasco y a 15 km al oeste-noroeste de Alvarado, Ver.	Tab., Chiap., Ver. y Oax.	18-22 agosto	95
	Nate	TT	25 km al nor-noreste del Puerto de Veracruz.	Ver. e Hgo.	7-11 septiembre	110
2012	Ernesto	H1	Majahual, Quintana Roo	Qroo., Yuc., Camp., Tab., Chiap., Ver., SLP, Hgo., Qro., Gto., Pueb., Tlax., Méx. D.F., Mor., Mich., Gro., y Oax.	1-10 agosto	140
	Helene	TT	Horconcos, Costa norte de Veracruz.	Tab., Ver., SLP, Hgo., Pueb., y Oax.	9-11 y 17-18 agosto	75
2014	Dolly	TT	Al norte de la Laguna Tamiahua, Veracruz	N.L., Tamp., SLP, Gto., Qro., Hgo., Méx., D.F., Mor., Tlax., Pue., Ver., Oax., Tab y Chiap.	1-3 septiembre	105
	Hanna	TT	Sabancuy, Campeche	Pue., Ver., Oax., Chiap., Camp., Yuc. y Qroo.	21-27 octubre	75
2015	Bill	TT	Rio Bravo, Tamp	Tamp.	15-17 junio	85
2016	Colin	TT	Río Lagartos, Yuc.	Qroo., Yuc., Camp., Tab.	5-7 junio	85
	Danielle	TT	Puerto de Veracruz, Ver.	N.L., Tamp., SLPO., Guanajuato., Querétaro, Hidalgo, Edomex., CDMX., Pue., Ver., Guerrero, Oax., Chiapas, Tab., Camp., Yuc., Qroo.	19-21 junio	75
	Earl	H1	Punta Allen, Qroo.	Camp., Tab., Oax, Qroo., Yuc., Chiapas, Pue., Tlax., Hgo., Querétaro, SLP., Edomex., Mor., Tamps., CDMX., Ver.	2-6 agosto	130
2017	Franklin	TT	Punta Herrero, Qroo.	Yuc., Qroo., Ver., Tamps., Hgo., Edomex.	6-10 agosto	95
	Katia		Rancho Nuevo, Ver.	Ver., Pue.	5-9 septiembre	165

FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional.

DT: Depresión Tropical.

TT: Tormenta Tropical.

H1-5: Huracán y Categoría Alcanzada en la Escala de Intensidad Saffir-Simpson.

Fuente: TEMA (2022)

4.2.1.3.3 Sequía

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas (García et al., 2014).

El gobierno de Tamaulipas desarrolló el Programa Especial de Protección Civil Temporada de Sequía, Estiaje e Incendios Forestales 2021, dentro del cual se basa el Monitor de la Sequía en México desarrollado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), donde se analizan indicadores de sequía tales como el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) que cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación, Anomalía de Lluvia en Porcentaje de lo Normal, Índice Satelital de Salud de la Vegetación, el Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket CPC-NOAA que estima la humedad del suelo mediante un modelo hidrológico de una capa, el Índice Normalizado de Diferencia de la Vegetación (NDVI), la Anomalía de la Temperatura Media, el Porcentaje de Disponibilidad de Agua en las presas del país y la aportación de expertos locales. El resultado se clasifica en 4 clases:

- D0: Anormalmente Seco
- D1: Sequía Moderada
- D2: Sequía Severa
- D3: Sequía extrema
- D4: Sequía Excepcional

Clases	Condición	Descripción
Anormalmente Seco	D0	Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un periodo de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del periodo de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
Sequía Moderada	D1	Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
Sequía Severa	D2	Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
Sequía Extrema	D3	Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
Sequía Excepcional	D4	Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Figura 4-8 Clasificación de sequía de acuerdo con CONAGUA

Tampico cae en la clasificación D0 y D1, es decir que se encuentra en sequía moderada y anormalmente seco de acuerdo con la categorización realizada por CONAGUA.

4.2.1.4 Cambio Climático

El Programa Estatal de Cambio Climático 2015-2030 (PECC) es un instrumento de planeación de mediano y largo plazo que busca mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuir la vulnerabilidad de la población, ecosistemas e infraestructura productiva y lograr una adaptación adecuada a los efectos del cambio climático.

En materia de Mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), el PECC plantea los siguientes 6 Ejes Estratégicos:

1. Impulso al uso de energías renovables.
2. Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en el sector público y privado.
3. Promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas.
4. Impulso al manejo sustentable del sector ganadero y forestal.
5. Manejo integral de Residuos Sólidos Urbanos y ampliación del tratamiento de aguas residuales
6. Mejoramiento de la base de datos sobre GEI en el estado.

Con respecto a la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático se analizan dichos elementos desde dos perspectivas, una sectorial y una regional, y se plantean 4 Ejes estratégicos. Los Ejes Estratégicos son los siguientes:

- A.1. Fortalecimiento de la resiliencia ambiental.
- A.2. Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad.
- A.3. Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos y la infraestructura.
- A.4. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales de adaptación.

El PECC menciona que, para la Zona Metropolitana, localizada en la Región Sur del Estado, los fenómenos extremos con mayor probabilidad de ocurrencia son las sequías meteorológicas, olas de calor y temperaturas máximas extremas, además de un incremento del nivel medio del mar.

4.2.1.5 Fisiografía

El estado de Tamaulipas cuenta con una ubicación geográfica privilegiada, es el punto de encuentro de tres provincias fisiográficas de gran importancia biológica: la Sierra Madre Oriental, la llanura costera del Golfo Norte, donde también se ubican la Sierra de Tamaulipas, y la Sierra de

San Carlos, y las grandes planicies de Norteamérica (Jáuregui y Soto, 1975).

Los ríos que descienden de la Sierra Madre provocan la formación de profundas barrancas y aluviones. Mientras que la llanura costera del Golfo de México, la cual se extiende desde el margen derecho del Río Bravo hasta la península de Yucatán. El estado de Tamaulipas se divide en cuatro zonas, las cuales son la zona central y la subprovincia de Tampico, para la primera zona el terreno se presenta ondulado debido a la presencia de colinas amplias y bajas con lutitas interrumpidas por mesetas de grava caliche. Dentro de esta subprovincia se localizan al norte las sierras estructurales de San Carlos, y al sur la de Tamaulipas, estas sierras están formadas por calizas del cretácico inferior. En cuanto a la segunda subprovincia, que es la de Tampico, comprende la llanura costera de Cáncer, donde se localiza la región de las Huastecas (Íbid, 1975).

Llanura Costera del Golfo Norte: esta provincia está entre el territorio mexicano y parte estadounidense, se extiende desde las costas de Texas hasta Lousiana, mientras que en México abarca a los estados de Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz. Esta provincia se subdivide en 4, siendo Llanuras y Lomeríos, Llanura Costera Tamaulipeca, Sierra de Tamaulipas y Sierra de San Carlos. Se caracteriza por la presencia de relieves contrastantes, amplias llanuras interrumpidas por lomeríos, sedimentos antiguos (arcillosos y/o arenosos). Dentro de este complejo se encuentran la Sierra de Tamaulipas, la Sierra de San Carlos, representada por un conjunto de cuerpos ígneos asociados a calizas. Dentro de la Llanura se pueden encontrar sedimentos marinos no consolidados en zonas inundables, asociados a lomeríos y mesetas aisladas (SGM,2017).

4.2.1.6 Edafología

El municipio de Tampico se ubica en una extensión terreno donde la variedad de vegetación natural y la geomorfología (incluso actividades antropogénicas), han dado pie a que se presenten varios tipos de suelo. De acuerdo con la Ficha de caracterización en Tampico se cuenta con los siguientes tipos de suelo:

- **Regosol:** Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmblico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Connotación: Suelos débilmente desarrollados en

material no consolidado; del griego rhegos, manta. El material parental es material no consolidado de grano fino, y se ubican en todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. El desarrollo del perfil se presenta sin horizontes de diagnóstico, es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez

- **Solonchak:** Son suelos salinos; por lo que se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país.

La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos bajos.

En este caso, se observan en las zonas cercanas a costa, abarcando el 5% de la superficie del SAR. Su condición gleyca se puede presentar entre los 25 y 100 cm de profundidad. Debido a que tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo, no son aptos para todos los tipos de cultivo

- **Cambisol:** Son suelos jóvenes, poco desarrollados, que se encuentran en cualquier tipo de vegetación y clímax, excepto en zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. El horizonte calcáreo indica la presencia de calcio entre los 20 y 50 cm desde la superficie.

Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases; por lo que son considerados de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

4.2.1.7 Geología

La zona de estudio cuenta con la Subprovincia de la Llanura Costera Inundable Tamaulipeca, la cual abarca un 21.5% del total de la superficie del municipio de Tampico.

Esta Subprovincia está cubierta por sedimentos marinos no consolidados, con altitud muy próxima al nivel del mar. La región cuenta con una superficie donde predominan las llanuras, que son inundables hacia la costa y están interrumpidas al oeste por lomeríos muy tendidos.

Además, cuenta con la Región Hidrográfica Pánuco, que tiene un área equivalente a los 16,024.47 km² y corresponde a una de las regiones hidrológicas más importantes del país, tanto por su volumen de escurrimiento como por la superficie que ocupa. Se destacan los ríos Pánuco y Tamesí, que confluyen al suroeste del municipio; el primero de ellos forma una cuenca de 96,958 km² y arroja un caudal de 16,500 millones m³ anuales. La unión de estos ríos forma una de las corrientes más caudalosas de la República Mexicana que desemboca en el Golfo de México, otros cuerpos de agua lo constituyen la Laguna del Chairel, Carpintero y numerosas vegas y esteros de México, ya que recibe agua de numerosos afluentes, entre ellos el Río Tamesí; tiene una longitud aproximada de 120 km; abarcando, para el Estado de Tamaulipas, en los municipios de Tampico y Madero sólo 16 km, hasta desembocar en el Golfo de México, este río actúa como línea divisoria física entre los estados de Tamaulipas y Veracruz. En conjunto a este se encuentra la Laguna del Carpintero, con un aproximado de 70 ha de área y una profundidad máxima de seis metros, la cual se encuentra rodeada por la zona urbana de Tampico; su conexión con el Río Pánuco es mediante el Canal de la Cortadura.

4.2.1.7.1 Provincias geológicas

Una provincia geológica es toda parte cartografía de la superficie sólida del planeta, de centenares a millones de kilómetros cuadrados de extensión, caracterizada por sus rocas, por su estructura y por una secuencia de eventos tal que integre una historia evolutiva singular diferente a la de las áreas adyacentes, de las cuales está separada por límites estratigráficos, tectónicos o por ambos.

De acuerdo con la base logística en el puerto de Tampico, Tamaulipas; este sitio contempla la provincia de:

Tampico – Misantla: esta provincia geológica cuenta con un área de 57, 170 km² y se localiza en el extremo sur del estado de Tamaulipas y parte norte del estado de Veracruz, así como una porción de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, mientras que en el Golfo de México llega hasta la isobata de 200 m. Esta provincia se encuentra localizada en la zona gruesa de una

corteza transicional, a su vez esta cuenca se conforma principalmente por calizas oolíticas del Jurásico Superior de la Formación San Andrés. Calizas fracturadas del Cretácico Medio en la Formación Tamán, y rocas carbonatadas de la Faja de Oro y la Formación El abra.

En cuanto al área del SAR contempla sólo territorio marítimo se muestra en la Figura 4-9 presenta las provincias geológicas

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-9 Provincias geológicas

Cinturón Extensional Quetzalcóatl: Ubicada frente a los estados de Veracruz y Tamaulipas, entre la plataforma y talud continental del Golfo de México. Esta provincia se caracteriza por sistemas extensionales de fallas lístricas que afectan las rocas sedimentarias del Terciario.

Cinturón Plegado Catemaco: Esta provincia se localiza al norte del Complejo Volcánico de los Tuxtlas, en la porción marina profunda. Es un cinturón deformado con pliegues asimétricos con orientación noreste-suroeste y vergencia al noroeste, afectados por fallas inversas y cabalgaduras que despegan de superficies ubicadas en la base del Paleoceno y el Eoceno. De acuerdo con las secuencias de acumulados en una zona de extensión asociada a la deformación del Cenozoico, este sistema plegado se formó durante el Mioceno Medio-Tardío, contemporáneo a la deformación

Chiapaneca y por la orientación de sus ejes parece estar influenciado por el colapso gravitacional del Neógeno. Estos eventos tectónicos estructuraron la columna sedimentaria cenozoica que contiene areniscas de canales y abanicos submarinos en la sección del Oligoceno al Mioceno Superior, formando trampas estructurales y combinadas. Los recientes descubrimientos en el área han corroborado la presencia de gas en trampas neógenas y se postula que en trampas más antiguas pueda existir la presencia de aceite ligero (Ortiz, 2016).

Cordilleras Mexicanas: Se localiza al oriente de la plataforma continental del Golfo de México, frente a la costa de los estados de Veracruz y Tamaulipas. En esta zona, se formó un amplio cinturón plegado, desde la parte Sur de la Provincia Salina del Bravo hasta el Sur del Golfo de México. Se extiende a lo largo de 500 km y cubre cerca de 70,000 km² con tirantes de agua de entre 1,000 y 3,000 m, generado como respuesta a la extensión gravitacional desarrollada desde el Sur de la Cuenca de Burgos y la Cuenca Tampico - Misantla. Se compone de anticlinales simétricos, con leve vergencia hacia el oriente, alargados y angostos. El sistema combinado extensión-compresión de la Provincia Geológica de Cordilleras Mexicanas se transmite a través de más de una superficie de despegue principal dentro del Paleógeno, así como también superficies de despegue secundarias dentro de la secuencia Terciaria. Las estructuras están presentes principalmente en la serie sedimentaria Terciaria, en particular del Mioceno al Reciente. Los pliegues más jóvenes y de mayor amplitud se localizan hacia la parte central de las Cordilleras Mexicanas.

Escarpe de Campeche: Esta unidad se orienta aproximadamente de norte a sur, abarca una superficie de poco más de 3 000 km², está formada por rocas carbonatadas químicas, biogénicas y anhidritas del Grupo Yucatán. La sección litológica del escarpe contiene rocas que subyacen a sedimentos recientes constituidos por lodos carbonatados (limos y arcillas) de la unidad sedimentaria propuesta por Logan et al. (1969) como Manto Sigsbee.

Este escarpe tiene una amplitud o diferencia máxima de alturas de 2 600 m, ya que inicia a la profundidad de 200 mbnm, y presenta su posición más distal a la profundidad de 2 800 mbnm con una pendiente que oscila de 2° hasta ser superior a los 45°. En el talud sobresalen rasgos particulares de relieve como los cañones-corredores submarinos.

La configuración actual del escarpe es el resultado de un complejo origen tectónico distensivo de falla de transformación, como ha sido propuesto por Ross y Scotese (1988). En el borde de la plataforma, un subsecuente crecimiento arrecifal se presenta debido a la acumulación de sedimentos carbonatados (Bryant et al., 1991) y fallas lítricas que se presentan paralelas al

margen de este, como resultado de la fuerte pendiente y la fuerza de gravedad actuante sobre los materiales que la conforman.

Pilar Reforma Akal: cuenta con hidrocarburos almacenados principalmente en el play brechas del Cretácico Superior y en el play calizas oolíticas del Jurásico Superior. Está limitado al oeste por el sistema de fallas que constituyen el borde la Cuenca de Comalcalco y al este por el sistema de fallas del borde de la Cuenca de Macuspana. Limita al norte y al este con la Plataforma de Yucatán, al sur con la línea de costa y al oeste con la Cuenca de Comalcalco. En esta zona se distinguen tres eventos tectónicos que han conformado el marco estructural regional. Inicialmente un evento extensional asociado a la apertura del Golfo de México en el Jurásico Medio, representado por una serie de fallas normales como resultado de esfuerzos distensivos con la consecuente formación de fosas y pilares en el basamento, seguido de un evento compresivo caracterizado por una serie de estructuras de alto a regular relieve, orientadas de manera general NO-SE. Están afectadas en sus flancos por una serie de fallas inversas con diferentes inclinaciones, así como cabalgaduras. Finalmente, un evento extensional final durante el Neógeno grandes fallas de crecimiento que, en algunos casos, están asociadas con intrusiones de arcilla y/o sal.

Plataforma de Yucatán: La unidad del escarpe de Yucatán se alinea de suroeste a noreste, abarca cerca de 1 250 km² del área y sólo comprende la porción occidental del mismo. Al igual que el de la unidad anterior, se desarrolla sobre rocas carbonatadas químicas, biogénicas y anhidritas del grupo Yucatán, y los sedimentos recientes que lo cubren están constituidos por lodos carbonatados de la unidad sedimentaria denominada como Manto Sigsbee por Logan et al. (1969).

Su amplitud es de 2 800 m e inicia a los 200 mbnm para finalizar a los 3 000 m de profundidad. La distribución de los valores de mayor pendiente se encuentra en estrechos bordes formados entre los contactos de las subunidades geomorfológicas y en los flancos de los cañones submarinos, por arriba de los 20° y hasta más de 30°; los valores comprendidos entre 2° y 10° se reparten de manera irregular en el resto del talud.

Este talud también tiene un origen tectónico distensivo, sin embargo, es de rift, es decir, de apertura del fondo oceánico, por lo que su configuración difiere con respecto al escarpe de la unidad antes mencionada. También incluye en su desarrollo el crecimiento de colonias arrecifales, precipitación de carbonatos y fallas lístricas, debidas a la fuerza de gravedad que actúa sobre la fuerte pendiente original, por lo que puede dividirse en dos secciones: a) talud superior, en esta parte se presentan pendientes menores que oscilan entre 1° y 10°, ya que se encuentra constituido por una serie de escalonadas (terrazas) que asemejan el modelo de margen de rift con fallas en escalón, desniveles

que pueden corresponder a movimientos gravitacionales de tipo rotacional, derivados de la fuerte inclinación y falta de soporte lateral. El talud limita por arriba de los 200 mbnm y finaliza a los 1 000 m de profundidad, y ocupa una superficie de casi 9 000 km². b) Talud inferior, la distribución de las pendientes representativas es compleja, pues no existe un patrón definido en esta porción del talud, ellas oscilan entre 5° y más de 45°, con una amplitud de 2 000 m; la profundidad máxima se encuentra a los 3 000 mbnm, con una superficie de 3 520 km².

La base del talud limita con la llanura abisal y no se desarrolla al pie del continente como en la mayor parte de las márgenes tipo Atlántico, lo que representa una anomalía en la sucesión de las formas de relieve, que puede ser relacionada con la asociación de fallas.

La Cuenca Salina del Istmo: Se presentan areniscas deltaicas, barras costeras y turbidíticas del Mioceno y Plioceno que conforman trampas estructurales, estratigráficas y combinadas asociadas a estructuras extensionales y deformación salina. Los hidrocarburos se encuentran principalmente en areniscas del Mioceno y del Plioceno. Comprende desde el frente de la Sierra de Chiapas en el sur hasta la isóbata de 500 m al norte, limitando al oeste con la Cuenca de Veracruz y al este con el Pilar Reforma-Akal. Esta provincia incluye a la Cuenca de Comalcalco, asociada en su origen con una fuerte carga de sedimentos y evacuación de sal.

Las rocas mesozoicas y paleógenas están afectadas ya sea por plegamiento y fallamiento o por rotación de capas en los pedestales de los diapiros salinos; en el Terciario se presentan estructuras de tipo domo asociadas a masas salinas, fallas lítricas con inclinación al noroeste que afectan incluso hasta el Mesozoico y fallas lítricas contra-regionales.

4.2.1.7.2 Provincias petroleras

Una provincia petrolera es un área donde ocurren cantidades comerciales de petróleo o en la que se ha identificado condiciones favorables para la acumulación de hidrocarburos, por lo general en una cuenca sedimentaria (PEMEX, 2013).

La Figura 4-10 muestra las provincias petroleras que se encuentran dentro del SAR, siendo estas

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-10 Provincias petroleras del SAR B4

Golfo de México Profundo:

Corresponde a la porción central del Golfo, limitada por la isobata de 500 m y el límite de la Zona Económica Exclusiva de México en el Golfo de México. En los últimos años se han realizados trabajos exploratorios para evaluar el potencial petrolero del área, desde estudios regionales hasta la perforación de pozos exploratorios en áreas estratégicas. Con base en estos estudios se han identificado en la región seis provincias con características geológicas distintivas.

De acuerdo con la síntesis geológico-petrolera, la provincia Cuencas del Sureste de la Comisión Nacional de Hidrocarburos del 2004, tiene el mayor porcentaje de producción acumulada del país, alrededor del 80%, y se estima que los recursos prospectivos ascienden a 10,702 MMbpce.

Sureste:

La provincia petrolera Cuencas del Sureste está localizada en la Planicie Costera del Golfo de México y la Plataforma Continental del sureste de México, incluye una porción terrestre y una marina de aguas someras limitada al norte por la isóbata de 500 m de profundidad; al sur con la

línea de costa, al occidente con la Cuenca de Veracruz y al este con la Plataforma de Yucatán.

Las Cuencas del Sureste es el área más prolífica como productora de aceite a nivel nacional. Las actividades exploratorias iniciaron en el año 1979. En los últimos 30 años se han perforado más de 300 pozos exploratorios que han hecho posible el descubrimiento, evaluación y la producción de yacimientos de hidrocarburos en el Cretácico carbonatado y en el Terciario clástico de la columna sedimentaria.

La Figura IV 27 representa el marco estratigráfico general de aguas someras. La columna estratigráfica de la zona comprende un espesor de sedimentos de 4,000 a más de 10,000 m que van en edad desde el Jurásico Medio hasta el Reciente.

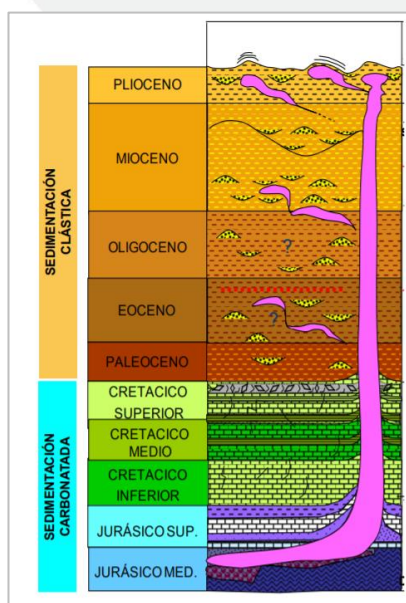


Figura 4-11 Marco estratigráfico general

Fuente: CNH

Paleozoico Pre-Sal

Esta secuencia representa el basamento económico. Está constituido de sedimentos continentales rojos del Paleozoico Medio muy pocos conocidos y de un basamento más antiguo cristalino y metamórfico similar al reportado en Chiapas y en el subsuelo del Yucatán, en cuya composición predominan los granitos y granodioritas y en menor proporción los gneises y esquistos.

Jurásico Medio

Está caracterizado por el depósito de sal asociado a la apertura del Golfo de México. Durante el Calloviano y al inicio del Oxfordiano, las condiciones marinas se extendieron paulatinamente a través de la cuenca. Los sedimentos del Oxfordiano consisten en clásticos marinos someros, evaporitas y carbonatos ricos en materia orgánica.

Oxfordiano

El subsistema generador del Oxfordiano es considerado como secundario en las cuencas mesozoicas del sureste, ya que refleja valores de carga potenciales de moderados a pobres, presentes en forma discontinua.

Características de la Roca Generadora del Oxfordiano

- Litología: Lutitas y lutitas calcáreas
- Edad: Jurásico Superior Oxfordiano
- Espesor neto: < 100 m
- Riqueza Orgánica inicial: 2 - 6 % TOC
- Materia Orgánica: Kerógeno Tipo I y II
- HI: 700 mg HC/g TOC
- SPI: 2.5 T/m²

Se considera que el sistema petrolero del Oxfordiano es un sistema cerrado ya que las acumulaciones dentro de los intervalos arenosos de la base del Oxfordiano Inferior provienen únicamente de la expulsión de hidrocarburos de la roca generadora Oxfordiana y no migran hacia los niveles del Kimeridgiano o Cretácico.

Kimeridgiano

Estos sedimentos están representados por importantes espesores de terrígenos que, en algunos lugares de la cuenca se gradúan a carbonatos de bancos oolíticos parcialmente dolomitizados hacia la cima de la formación.

Titoniano

En el Titoniano ocurrió la máxima transgresión marina relacionada con los eventos anóxicos del

Jurásico Superior registrados a nivel mundial. Se depositó una mezcla de terrígenos finos y carbonatos laminados, ricos en materia orgánica.

Las rocas del Titoniano constituyen el principal elemento generador de hidrocarburos de las Cuencas Mesozoicas del Sureste. Se distribuyen ampliamente en el área con espesores variables entre los 100 y 400 metros. Las litofacies se asocian con ambientes carbonatados profundos que van de plataforma externa a cuenca. En algunas partes de la zona se pueden diferenciar dos horizontes en el Titoniano: un horizonte principal delgado, de alta calidad de roca generadora, y un horizonte secundario de mayor espesor baja calidad.

Características de la Roca Generadora del Titoniano:

- Litología: Lutitas y calizas dolomitizadas con abundante materia orgánica
- Edad: Jurásico Superior Titoniano
- Espesor: 100 - 400 metros
- Espesor Neto Generador: 80 %
- Riqueza Orgánica inicial: 4 - 7 % COT
- Materia Orgánica: Kerógeno Tipo II
- S2: 50 mg HC/g roca
- HI: 712 mg HC/g TOC
- SPI: 4 T/m²

Cretácico

Es una secuencia sedimentaria de plataforma, con litofacies de carbonatos y carbonatos arcillosos dolomitizados, con pedernal e intercalaciones de horizontes bentoníticos. Para finales del Cretácico se registra un crecimiento de la plataforma carbonatada y el depósito de brechas y flujos turbidíticos en el talud continental de la Sonda de Campeche, cuyas litofacies predominantes son dolomías, calizas arcillosas y brechas dolomitizadas.

La roca generadora del Cretácico, con valores de TOC de 1-2%, HI=600 mg/g TOC, menores que el Titoniano, se estima que juega un papel menor en la recarga del Cretácico y otros horizontes más jóvenes. Aunado a lo anterior, el grado de madurez también menor que el Titoniano, limita su capacidad generadora en el área. Por esta razón, y también porque existe correlación establecida

del aceite descubierto y las rocas generadoras del Titoniano, las rocas del Cretácico han sido menos estudiadas y documentadas. La roca generadora del Mioceno Inferior con valores de 1-3 % de TOC, HI menor de 400 mg/g T.

Cenozoico

El cambio de régimen tectónico de la cuenca, de margen pasiva a cuenca “foreland” origina un cambio notable en la sedimentación representado por el contraste litológico entre los carbonatos del Cretácico y la potente columna de terrígenos del Terciario, que alcanza más de 7,000 m de espesor en la Cuenca de Macuspana. Durante todo el Cenozoico estos terrígenos colmataron las cuencas, principalmente lutitas con algunas intercalaciones de arenas, lóbulos deltaicos o turbidíticos.

Otras rocas generadoras potenciales

La roca generadora del Jurásico Superior, de origen marino (kerógeno Tipo II), está considerada y comprobada, mediante análisis químicos, como responsable de las acumulaciones regionales de aceite ligero y mediano.

Rocas sello

En cuanto a rocas sello, de manera general se asume que la roca almacén del Kimeridgiano está sellada por los niveles generadores calcáreo-arcillosos basales del Titoniano. El Paleógeno por ser de carácter arcilloso funciona como un gran sello regional para los yacimientos del Cretácico, creando barreras de presiones que condicionan la eficiencia de migración hacia el Terciario. Dentro del Paleógeno y Neógeno, existen sellos regionales de menor espesor debido a la alternancia de arenas/arcillas del sistema turbidítico siliciclástico que condicionan la eficiencia de migración dentro de los niveles del Terciario. Estos sellos pueden ser interrumpidos por fallas de amplitud variable (de decenas a varias centenas de metros de desplazamiento vertical). En la parte superior de la serie (Plioceno Superior y Pleistoceno), la calidad de los sellos es más dudosa, esto es sugerido por la presencia de emanaciones de hidrocarburos del fondo de mar.

Tampico – Misantla:

Es productora principalmente de aceite. Las rocas generadoras son lutitas carbonosas del Jurásico Inferior- Medio; mudstone calcáreo arcilloso y lutitas del Jurásico Superior Oxfordiano, Kimmeridgiano y Tithoniano, siendo el último el más importante. Los hidrocarburos se encuentran almacenados en calizas y areniscas. del Jurásico Medio, calizas oolíticas del Jurásico Superior Kimmeridgiano, calizas arrecifales y de talud arrecifal del Cretácico.

Medio, calizas fracturadas del Cretácico Superior y las areniscas del Paleoceno-Eoceno y Neógeno. Las trampas son de tipo estructural, estratigráficas y combinadas asociadas a altos de basamento

En los Plays Pimienta y Agua Nueva ya se ha establecido producción de aceite y gas húmedo en pozos verticales, por ejemplo:

- En la porción norte, el pozo Limonaria-1 resultó productor de aceite (420b/d) y gas asociado en el Play Pimienta.
- En el Sur, ocho pozos han sido productores de aceite y gas en la Formación Pimienta: Palma Sola-103, Vegas-1, Presidente Miguel Alemán-69, 1658, 1674, 1676, 1696; Furbero-1865 y Remolino-4155.
- En el Play Agua Nueva en el Campo Santiago resultaron productores de aceite seis pozos, mientras que, en la margen occidental, el pozo Maguey-2A fue productor de gas húmedo.

El aceite descubierto en ambas formaciones es ligero (40 API) y de bajo contenido de azufre.

Veracruz:

Es productora principalmente de gas y aceites en secuencias del Terciario y Mesozoico. Las rocas generadoras son principalmente calizas arcillosas y lutitas del Jurásico Superior Tithoniano, calizas arcillosas del Cretácico Medio y lutitas del Mioceno Superior. Las rocas almacenadoras son principalmente siliciclastos del Eoceno y Mioceno así como calizas del Cretácico Medio-Superior. Los yacimientos se encuentran en trampas estructurales neógenas y laramídicas.

El bloque propuesto por la Comisión, tiene una superficie aproximada de 824.5 km² y se encuentra ubicado en la región de aguas someras de la Cuenca de Veracruz, entre la propuesta de bloques de las provincias de las Cuencas del Sureste y Tampico Misantla.

El área propuesta se ajusta a la necesidad estratégica de prospectiva de gas húmedo, en un área donde el desarrollo próximo de los descubrimientos aledaños en aguas profundas de gas húmedo como Lakach, Piklis, Noxal, etc., contribuye con la atractividad del área. Adicionalmente, el área propuesta coincide con el área de Ronda 2 del Plan Quinquenal para esta Provincia, existe información geofísica y geológica disponible y cuenta con volumen de recursos prospectivos documentados.

4.2.1.8 Geología Marina

El Golfo de México es una región marítima del Océano Atlántico formado por un sistema semicerrado con una entrada de agua oceánica por el Mar Caribe a través del Canal de Yucatán y con una profundidad de 1, 900 m aproximadamente; mientras que la salida al Océano Atlántico se encuentra ubicado en el Estrecho de la Florida, entre la Península de Florida y la Isla de Cuba, en donde la profundidad es de 1, 000 m menor; aunque la parte más profunda puede llegar a los 3, 700 m, y los 200 m en la plataforma continental. Las plataformas más extensas son las que se encuentran al norte de la Península de Yucatán, al oeste de la Península de Florida y al sur de los Estados de Texas y Luisiana. Tectónicamente, se ubica en la placa de Norteamérica.

Los vientos tienen gran importancia en la mezcla vertical del Golfo de México. En el invierno los nortes y en el verano las tormentas tropicales y los huracanes, hacen más profunda la capa mezclada, incorporando nutrientes a la zona fótica.

El SAR comprende las plataformas de Tampico – Misantla, el Golfo y Yucatán, estas a su vez tienen intercambio con la plataforma de Texas y está fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa. La influencia de los remolinos es mayor en la zona de Tamaulipas.

La Geomorfología Marina, descrita en la Carta Batimétrica Internacional del Mar Caribe y Golfo de México (Figura 4-12), muestra que el SAR presenta condiciones batimétricas que varían entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,500 m de profundidad en la zona marina. Asimismo, se observa que el Área Contractual 4 se encuentra a una profundidad entre 500 m y 2000 m.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-12 Batimetría dentro del SAR

La mayor parte del contraste que se presentan en la geomorfología marina se debe a que esta zona se encuentra en su mayoría en el talud continental que cubre en su totalidad el Área Contractual 4. En este espacio existen algunos cañones submarinos cercanos al área de estudio. La segunda porción dentro del área del SAR es la plataforma continental (Figura 4-13).

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-13 Geología Marina

4.2.1.9 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación (CONABIO, 2017).

Se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad.

La clasificación de las áreas prioritarias, la descripción de sus características físicas, biológicas y sociales, así como las problemáticas y sugerencias identificadas, no pretenden ser una revisión

exhaustiva y terminante.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-14 Regiones Marinas Prioritarias dentro del SAR

El SAR cuenta con las siguientes RMP (esta descripción fue tomada de las fichas descriptivas de la CONABIO de acuerdo la lista de áreas prioritarias marinas de México, cuya Última actualización fue el lunes 26 junio, 2017):

Cayos Campeche: Cayo Arcas se encuentra en la Región denominada como “Sonda de Campeche”, este es un conjunto de tres pequeños cayos arenosos, denominados Cayo Centro, Cayo Este y Cayo Oeste, se encuentra en una zona arrecifal en el Golfo de México, a aproximadamente 140 kilómetros al oeste de la costa del Estado de Campeche. Cayo Arcas se ubica en la zona de actividades petroleras y de rebombeo de hidrocarburos de la Sonda de Campeche, al oeste de Cayo Centro a aproximadamente 0.6 millas se encuentra un área de fondeo para remolcadores y al suroeste a aproximadamente 1.5 millas se localiza la Terminal Marítima denominada “Cayo Arcas” donde existe una zona de fondeo para buques y tanques.

En este sitio se realizan actividades de abastecimiento y transporte de hidrocarburos, en esta área la Paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX) mantiene un buque-tanque anclado en las inmediaciones del arrecife. Cayo Arcas se considera la terminal portuaria más importante de

exportación de crudo del país (SEMAR, 2017). La isla principal es Cayo Centro, con una superficie de 13.7 ha, está escasamente cubierto de hierba con presencia de arbustos y algunas palmas de coco. El Cayo Este tiene una superficie aproximada de 5.2 ha y 3 m de altura, se encuentra en un arrecife distante a 0.5 km al sureste del Cayo Centro. Cayo Oeste es el más pequeño con 3.9 ha de superficie en promedio y 2 m de altura, se encuentra a aproximadamente 1.3 km al oeste del extremo sur de Cayo Centro.

Los Tuxtlas: Cuenta con recursos hídricos principales:

Lénticos: lagos de Catemaco, La Escondida, El Zacatal, La Encantada, lagunas de Sontecomapa y del Ostión, lago cráter de San Martín.

Lóticos: ríos Grande de San Andrés, de La Palma, Salto de Eyipantla, arroyos Agrio y Coyame y manantiales de aguas carbonatadas.

Limnología básica: El lago de Catemaco forma parte de la cuenca del río Papaloapan a una altitud de 333.5 msnm; los sedimentos predominantes son las arcillas en la parte central del lago y los limos arcillosos y las arenas gravosas en la ribera; presenta circulación constante, con oxígeno disuelto en toda la columna de agua y concentraciones bajas o moderadas de bióxido de carbono en el fondo. Presenta una isla Agaltepec.

Geología/Edafología: Volcán de San Martín Tuxtla, Sierra de los Tuxtlas y Sierra de Santa Marta; en las estribaciones de la Sierra de los Tuxtlas predominan los suelos lateríticos, ricos en arcilla Luvisol y Acrisol y en la llanura costera predominan suelos profundos en materia orgánica y muy fértiles Vertisol, Feozem y Litosol.

Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 18-26 °C. Precipitación total anual 2 000 - 4 500 mm; de noviembre a enero vientos del norte y el resto del año los del noreste.

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta y baja perennifolia, selva mediana (manchones), bosque mesófilo de montaña y de pino, pequeñas zonas inundables de sabana, pastizal inducido y cultivado, selva baja inundable, manglar, popal, tular, vegetación acuática y subacuática.

Problemática:

- *Modificación del entorno:* deforestación, fragmentación del hábitat, erosión de los suelos, presión demográfica y marginación, azolvamiento y eutroficación de cuerpos de agua.

Construcción de caminos y carreteras.

- *Contaminación:* el lago de Catemaco contaminado por bacterias coliformes, fósforo, materia orgánica, sulfuro de hidrógeno, agroquímicos y aguas residuales. La laguna del Ostión contaminada por metales pesados (Zn, Cd, Pb), hidrocarburos y coliformes. Proliferación del lirio acuático en las zonas de los arrollos Agrio y Coyame.
- *Uso de recursos:* peces, reptiles, moluscos, crustáceos y algas en riesgo, especies introducidas de tilapia azul *Oreochromis aureus*. No hay vedas ni tallas mínimas establecidas; se utilizan artes de pesca no permitidas. Extracción ilegal de madera, flora y fauna. Cacería furtiva. Uso de suelo agrícola y ganadero. Los monos introducidos a la isla de Catemaco, el macaco *Macaca arctoides*, pertenecen a una especie originaria del sureste de Asia.

Conservación: se requiere un control de la tala de vegetación natural de la cuenca, del uso de herbicidas y fertilizantes, del proceso de azolvamiento y eutroficación de las lagunas; conservar y restaurar el corredor que va del cráter del volcán San Martín Pajapan hasta la laguna del Ostión. Hay muchos lagos pequeños y arroyos, de los que se desconocen características hidrológicas y biodiversidad. Se recomienda establecer procesos de tratamiento y depuración de las aguas. Es preciso instrumentar programas de investigación multidisciplinaria, tendientes a obtener un conocimiento adecuado de los mecanismos que regulan la estructura y el funcionamiento del ecosistema, así como una evaluación del estado de conservación de los recursos naturales y su seguimiento. Desconocimiento de la diversidad acuática y endemismos. Comprende la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas recientemente decretada.

Pantanos de Centla – Laguna de Términos: Cuenta con recursos hídricos lénticos como el sistema lagunar estuarino de Términos, Pom, Atasta, Panlao, del Corte y San Carlos; lagunas El Viento, San Pedrito, Pajalal Primero, Pajalal Segundo, Sargazal, Tronconada, Cometa, Encantadita, San Isidro, Larga, El Quemado, Los Ídolos, Tacual, Guana, Paquial, Corcovado, La Puerta, Clara, Pastal y Puerto Escondido, humedales, pantanos permanentes y temporales, cuerpos acuáticos someros, y estuarios lóticos: Cuenca baja de los ríos Grijalva y Usumacinta, ríos San Pedro, San Pablo, Palizada, Candelaria, Chumpán, Las Cruces, Las Piñas, Mamantel y tributarios.

Limnología básica: representa uno de los humedales más extensos de Mesoamérica. El delta del Usumacinta-Grijalva es una gran llanura de origen aluvial, sustentada en una cuenca estructural de roca sedimentaria. Los Pantanos de Centla contienen algunos sistemas morfogénicos

representativos de las tierras bajas de Tabasco: llanura fluvial, llanura palustre y lagunar de agua dulce, llanura de cordón litoral clasificada en alto inundable y bajo inundable y llanura lagunar costera. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente hacia la costa y finalmente a la Sonda de Campeche. Comprende alrededor de 110 cuerpos de agua dulce epicontinentales permanentes y temporales.

Geología/Edafología: planicie con lomeríos y pequeñas depresiones formadas por depósitos de aluvión. Suelos inundables tipo Gleysol y Solonchak además de Vertisoles y Fluvisoles.

Cuenta con un clima cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 26-28°C. Precipitación total anual 1200-2000 mm.

Principales poblados: Cd. del Carmen, Puerto Real, La Aguada, Atasta, Frontera, Palizada, Sabancuy.

Actividades económicas principales: pesquera, petrolera, ganadera, agrícola y acuícola.

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, popal, tular, carrizal, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, palmar inundable, pastizal natural y cultivado, sabana, palmar inundable, vegetación acuática y subacuática. Tipos de hábitats: dunas, pantanos, esteros, manglares, marismas, espejos de agua dulce y salobre, islas fluviales. Alta riqueza específica de insectos, moluscos, algas, reptiles, fanerógamas, aves y mamíferos. Flora característica: manglares negro (*Avicennia germinans*), blanco (*Laguncularia racemosa*), rojo (*Rhizophora mangle*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*); palmas altas, helechos, la lechuga de pantano, el zarzal Mimosa pigra, Najas marina, flor de ninfa, entre otras.

En cuanto a la fauna, se presenta gran variedad de peces como *Cichlasoma socolofi*, *Priapella compressa*, *Xiphophorus alvarezi*; de anfibios y reptiles *Anolis barkeri*, *A. cozumelae*, *A. quercorum*; de mamíferos *Heteromys gaumeri*, *Microtus quasiater*, *Peromyscus yucatanicus*, *Sciurus aureogaster*; de reptiles *Agkistrodon bilineatus*, la boa *Boa constrictor*, el cocodrilo *Crocodylus moreleti*, *Ctenosaura similis*, la tortuga blanca *Dermatemys mawii*, la iguana verde *Micruroides euryxanthus*; de aves: el loro yucateco *Amazona xantholara*, *Anas acuta*, *A. discors*, *Anhinga anhinga*, , halcón esmerejón *Falco columbarius*, halcón fajado *F. femoralis*, halcón peregrino *F. peregrinus*, *F. ruficularis*, *Glaucidium brasilianum*, pelícano pardo *Pelecanus occidentalis*, *Penelope purpurascens*, *Pionus senilis*, milano caracolero *Rostrhamus sociabilis*; de mamíferos: el tepescuintle *Agouti paca*, el mono aullador *Alouatta palliata*, el mono araña *Ateles geoffroyi vellerosus*, *A. geoffroyi yucatanensis*, *Caluromys derbianus*, el puercoespín *Coendou*

mexicanus, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el jaguar *Panthera onca*.

Problemática:

- *Modificación del entorno:* modificación de la vegetación (tala de manglar), relleno de áreas inundables, dragados, canales, efectos de la industria petrolera (exploración y producción), desecación, desforestación por ganadería, construcción de carreteras e hidroeléctrica sobre el Usumacinta. Quemas periódicas de la vegetación en temporadas de sequía. Modificación de la hidrodinámica local, alteración hidrológica por cambios en los volúmenes anuales y estaciones del agua y pérdida de la línea de playa producida por las inundaciones a los asentamientos humanos irregulares existentes en la región, así como a las áreas de agricultura de tierras bajas y actividades pecuarias.
- *Contaminación:* por influencia de Villahermosa y por actividades de la industria petrolera, aguas residuales, desechos orgánicos y sólidos, agroquímicos y metales. Arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes de campos arroceros.
- *Uso de recursos:* especies introducidas de carpas, mojaras, tilapias *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*, *Tilapia rendalli* y el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Violación a las tallas mínimas de pejelagarto y otros. Actividad ganadera extensiva en zonas inundables de Tabasco. Colecta de especies en peligro: la orquídea *Habenaria* sp.; el merostomado *Limulus polyphemus*, el pez pejelagarto *Lepisosteus tropicus*, las aves *Charadrius palmarum*, *Falco peregrinus*, *Jabiru mycteria* y cocodrilos y felinos. Tráfico y cacería ilegal de especies. Zona de gran importancia para las pesquerías de la Sonda de Campeche. Explotación incontrolada de madera para la construcción de asentamientos irregulares y producción y venta de carbón a Cd. Del Carmen. Colecta de plantas para alimento, construcción, como combustible, ornamental y medicinal.
- *Conservación:* preocupa la desforestación, fragmentación del hábitat, la contaminación, el impacto por la industria petrolera, el desarrollo de infraestructura, el impacto ganadero y las modificaciones en la cabecera del Usumacinta. Faltan monitoreos a la calidad del agua, inventarios biológicos y conocimientos sobre la biología de los organismos; mayor cuidado de las zonas que alimentan la Laguna de Términos. Formulación de un programa de Manejo Integrado de la Zona Costera (manejo de recursos, monitoreo y conservación de las zonas de crianza de fauna y flora marina, etc.). Falta vinculación entre la política sectorial de la Subsecretaría de Pesca y la política estatal de desarrollo. La zona tiene todas las características de un Centro de Actividad Biológica; se propone su inclusión como

tal para la zona tropical. Comprende a la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Los Pantanos de Centla están considerados como humedales prioritarios por el North American Wetlands Conservation Council y por la Convención de Ramsar.

Sistema Lagunar Alvarado:

La siguiente información fue tomada textualmente de la Ficha de caracterización de CONABIO, Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica el Sistema lagunar Alvarado cuenta con el identificador No. GM53 (CONABIO, 2009).

Cuenta con un clima tipo Aw2 de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, siendo este un Clima cálido subhúmedo con temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.

En cuanto a aspectos fisiográficos y tipos de suelo la provincia y subprovincia son llanura costera veracruzana con tipo de suelos:

- Gleysol (81.60 %)
- Regosol (7.51 %)
- Feozem (4.15 %)
- Castañozem (3.72 %)

- Vertisol (3.02 %)

De descripción geológica:

- Palustre (49.69 %)
- Aluvial (31.29 %)
- Eólico (16.46 %)
- Lacustre (2.18 %)

Los aspectos hidrográficos de la Cuenca y subcuenca es el Río Papaloapan; los principales cuerpos lagunares:

1. Laguna Alvarado (7,161.96 ha)
2. Laguna Pajarillos (2,351.11ha)
3. Laguna Camaronera (2,198.19 ha)
4. Laguna Popuyeca (1,058.27 ha)

5. Laguna El embarcadero (638.05 ha)
6. Laguna Mata mangle (424.38 ha)
7. Lago Los coyoles (372.03 ha)
8. Laguna Las siluetas (248.16 ha)
9. Laguna Pinolapa (196.79 ha)
10. Sin descripción (121.10 ha)

Principales aportes de agua al sistema son: Río Limón, Río Papaloapan, Río Acula y marea del Golfo de México, cuya marea es de tipo diurna.

El tipo de humedal existente, de ámbito marino - costero de sistema estuarino con subsistema intermareal de clase humedal arbóreo.

Descripción biológica del sitio

Vegetación y especies características:

- Bosque de encino
- Manglar
- Pastizal cultivado
- Sabanoide
- Vegetación de dunas costeras
- Vegetación acuática de hidrófitas
- Vegetación de selvas bajas inundables

Fauna y especies características

- Cocodrilo
- Nutria
- Manatí

En específico se explica a continuación los usos de las especies de manglar que se le dan dentro de la región:

- *Rhizophora mangle*: Construcción de casas, muros y vigas; fabricación de cabos de herramientas como hachas y martillos; combustible (leña para autoconsumo y carbón para

comercio); taninos como colorantes de redes y camarón; medicinal en el tratamiento de diabetes, colesterol y problemas estomacales; forraje para alimentos.

- *Avicennia germinans*: Construcción de casas, muebles, muros, vigas, cercas, muelles, postes y tapos; fabricación de herramientas como guía y soporte principal de lanchas; combustible (leña para autoconsumo y carbón para comercio) y forraje para animales.
- *Laguncularia racemosa*: Construcción de cercas, muelles, postes, andamios o banquetas, tapos y encierros para organismos domésticos; fabricación de herramientas como varas de anclamiento en botes, utensilios para el hogar como escobas, tendederos y lavaderos; combustible (leña para autoconsumo y carbón para comercio); medicinal para el dolor de garganta y forraje para animales.
- *Conocarpus erectus*: Construcción de casas; combustibles (carbón).

Características socioeconómicas:

Población total:	Número total de localidades:	Actividades socioeconómicas:
Población en el área de manglar: 96	Localidades en el área de manglar: 8	Pesca comercial, artesanal y de consumo doméstico
Población en la zona de influencia: 42,232	Localidades en la zona de influencia: 224	Acuicultura rural
		Agricultura
		Ganadería
		Aprovechamiento forestal
		Recolección
		Cacería de subsistencia
		Apicultura

Tenencia de la tierra: El tipo de tenencia de la tierra es mixta, ya que es desde ejidal, comunal, propiedad privada y federal.

Importancia biológica del sitio:

Servicios ambientales:

- Protección contra mareas
- Control de inundaciones
- Retención de sedimentos y formación de suelos
- Control de contaminación
- Depósito, procesamiento, reciclaje y exportación de materia orgánica y nutrientes
- Producción de oxígeno
- Captura de dióxido de carbono
- Mejoramiento de la calidad del agua
- Soporte biofísico de otros ecosistemas costeros (humedales de *Tipha dominguensis*, selvas bajas inundables y praderas de pastos y algas marinas)
- Zona de crianza, refugio y alimentación para diferentes organismos
- Hábitat para poblaciones humanas
- Producción de alimentos
- Obtención de materiales sin refinar

Función como corredor biológico:

- No parece jugar un papel específico de zona de conexión, aunque en sí misma integra y conecta varios ecosistemas y es importante como sitio de aves acuáticas

Presencia de especies endémicas o bajo alguna categoría de protección:

- Las cuatro especies de manglar (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*) se encuentran bajo la categoría de amenazadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Impactos y amenazas:

Impactos directos:

- Cambio directo de la cobertura de manglar por otras coberturas, principalmente pastizales cultivados.
- Corte de árboles en pequeña escala
- Pastoreo
- Introducción de especies exóticas
- Contaminación del agua por desechos industriales, agrícolas y domésticos
- Incremento de las tasas de sedimentación (Laguna Camaronera)
- Quema del mangle y establecimiento de pastos adaptados a la inundación y salinidad.

Impactos indirectos:

- Construcción de terracerías
- Contaminación por residuos sólidos
- Desarrollo de infraestructura para la explotación y transporte de petróleo
- Desarrollo de infraestructura urbana
- Sobreexplotación pesquera
- Incremento de actividades agropecuarias
- Contaminación por descargas de aguas residuales
- urbanas e industriales

Fenómenos naturales: Suradas y Nortes.

Amenazas:

La principal amenaza en esta área es el cambio de la cobertura de manglar a zonas de pastizal por la implementación de ganadería. También a largo plazo el no brindar alternativas económicas a los habitantes que radican en las áreas de manglar, pudiera traer el incremento de la extracción de recursos maderables.

También el ramoneo o pastoreo por debajo del dosel probablemente tendrá un impacto negativo en el crecimiento y desarrollo de plántulas y organismos juveniles.

La expansión de la caña de azúcar provocara que los humedales estén siendo eliminados para

incorporar estas tierras al cultivo.

4.2.1.10 Susceptibilidad de la zona

La susceptibilidad hace referencia a la propiedad del terreno que indica si las condiciones de una ladera son favorables o desfavorables para la estabilidad, haciendo referencia únicamente a los factores intrínsecos de los suelos y/o las rocas.

Bajo este criterio, se analizó la información proporcionada por el Sistema de Información sobre riesgos del CENAPRED (2019), del cual se describen los principales fenómenos a los que está expuesto el SAR, entre los que se incluye: susceptibilidad a deslizamientos, inundaciones, así como la actividad volcánica. Mientras que el: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE,2019), provee la regionalización sísmica a la cual se distribuye la república mexicana.

4.2.1.10.1 Sismicidad

La Figura 4-15 muestra la regionalización sísmica de la República Mexicana. En ella se incluyen cuatro zonas (A, B, C y D) que indican, las regiones de menor a mayor peligro, así como la frecuencia a la que están expuestas.



Figura 4-15 Regionalización sísmica de la República Mexicana

Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) CFE (2027)

De acuerdo con lo anterior mencionado, el estado de Tamaulipas se ubican en la región A de muy

baja sismicidad. En esta última zona no se tienen registros históricos de sismos, tampoco 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.

Geológicamente la zona del puerto de Tampico se encuentra en una región sísmica de menor frecuencia con aceleración de terreno menor al 70% de gravedad, la cual presenta una gran estabilidad por lo que la recurrencia de sismos con magnitud de entre 3 y 6 grados en la escala de Richter es de uno cada 3 a 4 años, siendo muy espaciados en el tiempo y de mínimas consecuencias para la población e infraestructura de la localidad.

En la Tabla 4-12 se muestran los registros del Servicio Sismológico Nacional dentro de un periodo de 12 años (2010 al 2022), los cuales presentan una magnitud “baja” desde 4.0 a 4.6 en la escala de Richter. El sismológico ha reportado sismos menores, desde 3.0 los cuales son considerados como “normales movimientos terrestres”. Cabe destacar que el municipio de Tampico no aparece dentro del reporte.

Tabla 4-12 Sismos presentados en el estado de Tamaulipas en un periodo de 12 años (2010 - 2022)

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
12/02/2011	19:19:19	4	23.18	-99.15	35	52 km al NOROESTE de CD MANTE, TAMS
24/06/2012	20:52:51	4.1	22.642	-97.9943	16	28 km al NORTE de ALTAMIRA, TAMS
04/08/2015	04:43:14	4.1	24.3142	-99.043	5	65 km al NORTE de CD VICTORIA, TAMS
07/08/2015	14:10:18	4	24.2737	-99.1968	3	60 km al NORTE de CD VICTORIA, TAMS
14/08/2016	21:04:01	4	24.1633	-98.713	10	65 km al NORESTE de CD VICTORIA, TAMS
25/02/2018	22:44:55	4.6	26.117	-92.141	10	537 km al ESTE de H MATAMOROS, TAMS
16/12/2018	17:47:20	4.1	25.6458	-98.858	10	70 km al SUROESTE de CD GVO DIAZ ORDAZ, TAMS
03/09/2019	04:53:52	4	25.2825	-96.6602	25	107 km al SURESTE de H MATAMOROS, TAMS
20/03/2020	13:50:40	4	22.5332	-99.1717	5	31 km al SUROESTE de CD MANTE, TAMS
04/05/2020	23:00:10	4.1	22.6697	-99.258	5	31 km al SUROESTE de CD MANTE, TAMS
09/12/2020	06:32:29	4.2	23.181	-94.6438	20	342 km al NORESTE de CD MADERO, TAMS
07/01/2021	21:36:39	4.4	23.0757	-95.2238	10	282 km al NORESTE de CD MADERO, TAMS
04/06/2021	20:49:36	4.1	22.5122	-99.3075	77.3	43 km al SUROESTE de CD MANTE, TAMS
26/09/2021	03:50:35	4	24.1715	-97.3735	9	109 km al SURESTE de SAN FERNANDO, TAMS
11/12/2021	02:04:20	4.1	23.2785	-99.3052	4.8	53 km al SUROESTE de CD VICTORIA, TAMS
17/02/2022	01:27:22	4.1	25.37	-98.82	10	88 km al NOROESTE de SAN FERNANDO, TAMS

4.2.1.10.2 Deslizamientos

El mapa de regiones potenciales de deslizamiento de la República Mexicana se divide en 8 regiones con base a los niveles de peligro, considerando como factor detonante a las lluvias: 1) Golfo de México, 2) Golfo Norte, 3) Eje Neovolcánico, 4) Pacífico Sur, 5) Pacífico Norte, 6) Golfo California-Chihuahua-Durango, 7) Baja California y 8) Baja California Sur.

En este caso, el municipio de Tampico no se presenta en ninguna de las zonas de deslizamientos, siendo las más cercanas las regiones Golfo de México y Golfo Norte.

De acuerdo con los Atlas Nacional de Riesgos de Tamaulipas, el área de logística no cuenta con laderas susceptibles a deslizamientos, y para el caso de susceptibilidad de inestabilidad de laderas, en general el puerto se encuentra dentro de la categoría de Muy baja; los puntos de susceptibilidad muy alta son muy pocos que son imperceptibles.

4.2.1.10.3 Hundimientos

De acuerdo con el Resumen ejecutivo del Atlas Municipal del Estado de Tamaulipas, elaborado por el Gobierno de Tamaulipas en conjunto con el Servicio Geológico Mexicano se expone que respecto a hundimientos generados por fenómenos cársticos, en este caso representados por dolinas, éstas se presentan con morfologías que varían de elípticas a redondas, con extensiones entre 150 y 11, 000 m, localizadas principalmente en los municipios de Burgos, San Nicolás, San Carlos, específicamente en los alrededores de las comunidades El Ranchito, Los Carricitos y La Mangana, donde se observa una alternancia entre lutitas y calizas. Respecto a la población y bienes expuestos a la acción de este fenómeno, se trata de ocho municipios vulnerables, del cual Tampico está exento (SMG, s.f.).

4.2.1.10.4 Inundaciones

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, hay datos de decesos por inundaciones (2000-2015), esto en el municipio de Tampico (Tamaulipas). En cuanto a inundaciones históricas (1960 -2010) la zona de los municipios de Aldama, Ciudad Madero en Tampico, ambos del estado de Tamaulipas están dentro de estos registros (SGM, s.f.).

Existen un punto crítico de inundación dentro del estado de Tamaulipas colindante a la zona de logística del presente proyecto, el cual está en el centro del municipio de Altamira, Tamaulipas.

De acuerdo con el índice de vulnerabilidad de inundación del CENAPRED (2017), la mayor parte del terreno que cubre el municipio de Tampico está dentro de la categoría media. Una porción de la zona norte del estado de Tamaulipas se cubre con la categoría de baja vulnerabilidad y una

porción del municipio de Tampico se considera como vulnerabilidad alta.

4.2.1.10.5 Actividad volcánica

El vulcanismo está relacionado con la subducción formada por las placas tectónicas de Rivera y Cocos en contacto con la placa norteamericana, esto para el caso de la República Mexicana. De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, la actividad orogénica del Territorio Mexicano dio lugar a numerosos sistemas montañosos cuya característica principal es estar alineados.

Sólo existe la presencia de un volcán activo en el municipio de Aldama, Tamaulipas. En el resto del área circundante al puerto de Tampico, existen sistemas montañosos, pero ninguno con actividad volcánica, los cuales no afectan en el Proyecto.

4.2.1.11 Hidrología superficial

4.2.1.11.1 Regiones Hidrológicas

La República Mexicana está dividida en Regiones Hidrológico Administrativas de las cuales dos involucran a Veracruz: la región IX Golfo Norte y la X Golfo Centro.

En el estado de Tamaulipas cuenta con la región VI Río Bravo y comparte con el estado de Veracruz la región IX Golfo Norte. En cuanto al estudio de los alrededores del puerto logístico de Tampico para el presente proyecto, se encuentran dentro de su delimitación las Regiones Hidrológicas: 25. San Fernando Soto la Marina y 26.

Pánuco: El sistema fluvial determinante es la cuenca del río Pánuco, y de manera secundaria los ríos Tamesí y Moctezuma. En esta región se ubica la laguna de Pueblo Viejo con una extensión de 90.9 km², además de otras lagunas de menor extensión interconectadas por diversos esteros.

Esta región presenta valores bajos, con respecto a las otras, en extensión de la cuenca, en superficie de manglar y en descarga fluvial. Abarca una extensión de 11,501 km² (15.7% del total de las regiones hidrológicas presentes en el estado de Veracruz y 13.43% del total de la superficie territorial estatal). La extensión total de manglar para esta región es de 6.61 km², que representa 1.51% del total del estado. La descarga fluvial es de 14,057 millones de metros cúbicos, lo que representa 13.26% del total estatal.

Es una de las corrientes más importantes de la República Mexicana, ocupa el cuarto lugar en superficie y el quinto en lo que se refiere a volúmenes escurridos. Proporciona grandes beneficios a la región, ya que sus escurrimientos, controlados mediante varias presas, son aprovechados con fines de riego en los estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas y

Estado de México.

San Fernando Soto la Marina: Se ubica en la zona centro del estado de Tamaulipas, conformada por las cuencas Laguna de San Andrés – Laguna Morales, Río Soto la Marina, Río San Fernando y Laguna Madre. Esta región hidrológica es conocida también con el nombre de "Golfo Norte" y corresponde a todas las corrientes que desembocan en el Golfo de México y que están comprendidas entre las cuencas de los ríos Bravo y Pánuco.

Aproximadamente 20% de toda la superficie de esta cuenca corresponde al estado de Nuevo León; el resto pertenece al estado de Tamaulipas, por lo que se puede decir que esta región hidrológica es típicamente tamaulipeca. La región presenta, más o menos, la figura de un triángulo isósceles el lado oriente colinda con el Golfo de México; el norte con la cuenca del río San Juan y la cuenca mexicana del río Bravo en la zona baja y, por último, el lado suroeste limita con las regiones hidrológicas 37 y 26.

4.2.1.11.2 Cuencas

Cuenca del Río Pánuco: La cuenca del río Pánuco se encuentra situada geográficamente entre los 19° 01' y 23° 50' latitud norte, y entre 97° 46' y 101° 21' longitud oeste; tiene un área aproximada de 84,956 km², que la sitúa en el cuarto lugar de la República Mexicana, la cual se encuentra distribuida dentro de las siguientes entidades federativas (Conagua, 2005): Estado de México (2.8%), Puebla (0.1%), Hidalgo (20%), Querétaro (11%), Veracruz (12.1%), Guanajuato (6.2%), San Luis Potosí (27.7%), Tamaulipas (19.5%) y Nuevo León (0.6%) (Pereira, Pérez y Salas, 2010).

El río Pánuco nace en la cabecera hidrológica del río Tepeji o San Jerónimo, controlado por las presas de Taxhimay y Requena, donde cambia su nombre a río Tula. Sus orígenes se localizan en el cerro de La Bufa, dentro del Estado de México, a una elevación de 3,800 m, en el parteaguas que separa la cuenca del río Lerma y el Valle de México. La corriente se dirige hacia el norte hasta la población de Ixmiquilpan, Hidalgo; a partir de esta población cambia su curso al noreste hasta su confluencia con el río San Juan a una elevación de 1,640m, donde recibe el nombre de río Moctezuma y cambia su trayectoria hacia el NNE, que conserva hasta su confluencia con el río Extóraz. En este tramo se empieza a introducir a la Sierra Madre Oriental, donde la topografía es abrupta, incrementándose esta característica a medida que desciende la corriente (Islas y Pereyra, 1990). A los 930 m de altura, recibe por su margen izquierda las aportaciones del río Extóraz, cambia su rumbo hacia el ENE y cruza casi perpendicularmente el macizo de la Sierra Madre Oriental; a la salida, cerca de Tamazunchale, S.L.P., converge por su margen derecha el río Amajac a 120 m de altura, donde inicia su recorrido por la planicie costera, cambiando su

trayectoria hacia el noreste hasta la confluencia con el río Tempoal. Desde la confluencia del río Tempoal hasta la del río Tampoán, el Moctezuma sigue su recorrido NNE discurriendo por una zona de topografía suave, en la que las máximas elevaciones no exceden los 150 m, existiendo algunas pequeñas lagunas en sus márgenes (Íbid, 2010).

A partir de la afluencia del río Tampoán, el río Moctezuma recibe el nombre de río Pánuco y sigue su trayectoria ENE hasta su desembocadura en el Golfo de México. El último tramo del río Pánuco se caracteriza por su pendiente sumamente suave, con numerosos meandros y lagunas marginales de considerable extensión. Estas lagunas son alimentadas principalmente por los escurrimientos del río Pánuco y sirven como vasos reguladores durante las crecientes. Dichas lagunas predominan en la margen izquierda, contándose entre las más importantes las de Orilla Grande, Tamós, Chairel y pueblo Viejo. A 16 km de su desembocadura, en la barra de Tampico, el río Pánuco recibe por su margen izquierda la aportación del río Guayalejo o Tamesí. Entre la desembocadura del río Pánuco y el río Tuxpan hay una faja surcada por varios esteros que desembocan a la laguna de Tamiahua, el principal de los cuales es el estero Cucharas (Ibid, 2010).

Aprovechamientos hidráulicos. Los aprovechamientos hidráulicos en la cuenca, tanto en riego como hidroeléctricos, son pocos; pero la potencialidad de la cuenca en el aspecto de riego, principalmente, es enorme debido a la gran extensión de terrenos en la llanura costera apropiados para ello y por los grandes volúmenes de agua dulce disponible; en lo que respecta al aprovechamiento hidráulico, sobre el río Tula se localiza la hidroeléctrica Zimapán, con capacidad de generación instalada de 29 MW (Ibid, 2010).

Cuenca Ríos San Fernando–Soto La Marina: Se ubica en la zona noreste de la República Mexicana, en la vertiente del Golfo de México. Su territorio se caracteriza por un relieve que va desde llanuras costeras y lomeríos hasta las serranías de la Sierra Madre Oriental al oeste del territorio. La ciudad más importante dentro del Comité de Cuenca (CC)-18 es Ciudad Victoria, capital del estado de Tamaulipas. Forma parte de la Región Hidrológica Administrativa y Organismo de Cuenca IX Golfo Norte. Integra todo el territorio de la Región Hidrológica RH25 Ríos San Fernando-Soto La Marina, limitando al norte con la RH24 Bravo Conchos, al oriente con el Golfo de México, al poniente con la RH37 El Salado y al sur con la RH26 Pánuco (CIDIPORT, 2015).

4.2.1.11.3 Circulación costera y corrientes

La superficie del SAR comprende un porcentaje muy bajo de superficie terrestre en comparación de la zona marina. En este sentido, es importante describir las características oceánicas e

interacciones marinas que lo rodean.

Las corrientes superficiales presentan un flujo de agua casi constante y con pocos cambios significativos en su dirección, aunque la velocidad incrementa en verano, y es menor en invierno. Se han detectado dos corrientes, una localizada en el Banco de Campeche y otra hacia el norte de Veracruz, Tamaulipas y sur de Texas. En cuanto a las mareas en general en el Golfo de México son diurnas, aumentando el nivel del más en el sur de Veracruz, debido a las características geomorfológicas (González, s.f.).

En el Golfo de México existen regiones someras, donde las mareas generan una turbulencia que provoca el recirculamiento de nutrientes, lo que provoca una fuente continua de enriquecimiento que induce a la producción primaria. En estas aguas, también son comunes los frentes oceánicos (superficiales o bentónicos, halinos y termohalinos) y costeros, los cuales delimitan las fronteras entre aguas con características y energía mecánica diferentes, provocando el balance de la energía trófica.

En el Golfo la marea es generalmente débil, lo que ayuda a controlar y estabilizar hábitats costeros, posibilitando la existencia y dinámica entre diversos organismos; Se pueden hacer presentes las mareas vivas y muertas, así como las corrientes instantáneas (Gómez y otros, 2004).

Corrientes

La circulación de las aguas de la corriente del Golfo son una derivación que describe una elipse que se dirige al sur y este formando una circulación ciclónica asociada principalmente a las variaciones de transporte del canal de Yucatán.

La Plataforma de Tamaulipas y Veracruz cuenta con vientos que permiten la mezcla vertical del Golfo de México, siendo en invierno los nortes y en verano tormentas tropicales y huracanes, haciendo más profunda la capa mezclada e incorporando nutrientes a la zona fótica. Esta plataforma tiene mucho intercambio con la plataforma de Texas, por lo que es fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa, siendo mayor en la zona de Tamaulipas.

En esta zona ocurren, cuando dominan los vientos del sursureste, la formación surgencias durante el verano (mayo-agosto con máximo en julio) y en otoño e invierno ocurre el proceso de advección de agua fría (no es una surgencia) lo cual provoca que haya más nutrientes en invierno que en verano debido a los aportes del Río Misisipi y otros sistemas estuarinos en la plataforma de Texas y Luisiana. Asimismo, esta zona es relevante porque actúa como un corredor biológico en el

transporte de nutrientes, larvas y organismos, además de servir de conexión entre los diferentes sistemas lagunares costeros (CONABIO, 2006).

La surgencia de verano, en la plataforma de Tamaulipas, retrasa el máximo de temperatura superficial del mar (TSM) hasta el mes de septiembre, mientras que en la mayor parte del Golfo se alcanza en agosto. Esta diferencia está asociada con el cambio de dirección de la corriente a lo largo de la costa que tiene lugar en septiembre y con el final de las condiciones de viento favorables a la surgencia, mientras que en el Golfo de México son de particular relevancia los vientos sobre la plataforma continental. La dirección de los vientos y la forma cóncava del golfo provocan que existan regiones en donde las corrientes estacionales van en el sentido de las manecillas del reloj, mientras que en otras van en la dirección contraria. Esto hace que durante el otoño e invierno (octubre-marzo) las corrientes a lo largo de las costas de Tamaulipas y Veracruz sean, en promedio, hacia el sur, yendo en sentido contrario a las manecillas del reloj. Esto provoca que las corrientes confluyan en el extremo sur del Golfo de México produciendo flujos perpendiculares a la costa, de la zona de plataforma a la zona oceánica, que son importantes porque van acompañados de altos contenidos de materia orgánica y de aguas de baja salinidad (Figura 4-16).

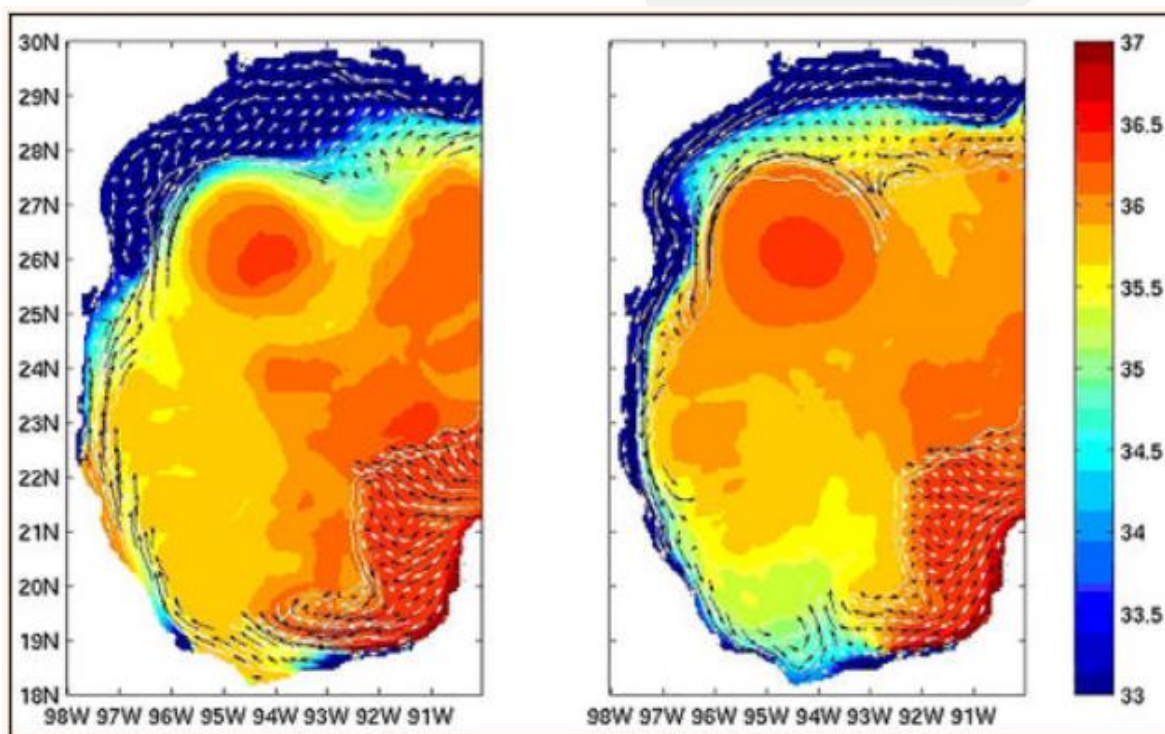


Figura 4-16 Promedio de la circulación y salinidad superficial en el Golfo de México (izquierda) en época de primavera – verano, (derecha) en época de otoño - invierno.

Fuente: CONABIO (2006)

En la Figura IV 49 observa claramente que durante el verano (mayo-agosto), cuando los vientos caen sobre la plataforma de Tamaulipas y Veracruz, tienen una dirección hacia el norte (del SE), las corrientes son predominantemente en esa dirección y la confluencia se da cerca de la frontera con los Estados Unidos. En esta estación (verano), los vientos favorecen el aporte de agua subsuperficial hacia la plataforma y, en ocasiones en la superficie. La variabilidad de los vientos produce corrientes que cambian de dirección en períodos de pocos días; un ejemplo de esto ocurre cuando hay un norte y soplan vientos intensos del norte durante algunos días. El resultado de todos estos movimientos es complejo, pero si obtenemos el promedio de varios días o semanas observamos las corrientes estacionales anteriormente descritas.

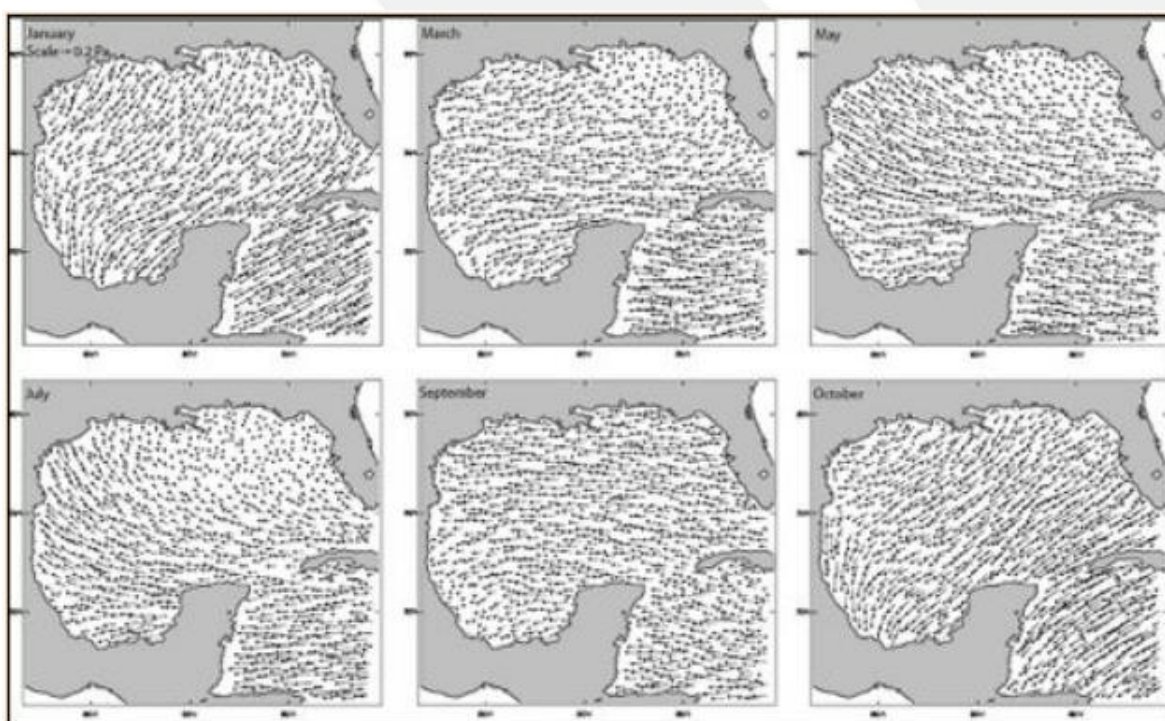


Figura 4-17 Vientos promedio mensuales en el Golfo de México y Mar Caribe Noroccidental

El patrón de corrientes se encuentra caracterizado por los siguientes sistemas de corrientes superficiales bien definidas:

- Corriente del Lazo: este tipo de corriente es formada por la corriente que entra por el canal de Yucatán y saliendo por el estrecho de Florida; a partir de la cual se desprende una rama que forma un remolino con giro ciclónico en los meses de febrero a abril, tendiendo a desvanecerse dentro de bahías. Esta corriente lleva una circulación de agua cálida y alta salinidad con núcleos de agua fría.
- Corriente principal: la corriente principal fluye con dirección noroeste durante agosto a

diciembre y, al intensificarse los vientos del norte en la porción occidental y meridional, la corriente se asocia con el remolino ciclónico y se desvía al este corriendo a lo largo de la costa en dirección contraria.

- Giro anticiclónico: es aquel que se desprende de la corriente del Lazo y se desplaza hacia el oeste, y un conjunto de giros anticiclónicos pequeños a lo largo del litoral que corresponde al SAR.

Los sistemas de corrientes superficiales descritos anteriormente son periódicamente modificados por el paso de tormentas tropicales y huracanes que penetran en el Golfo de México provenientes de latitudes más bajas.

A continuación, se muestra el comportamiento de las corrientes en el Golfo de México:

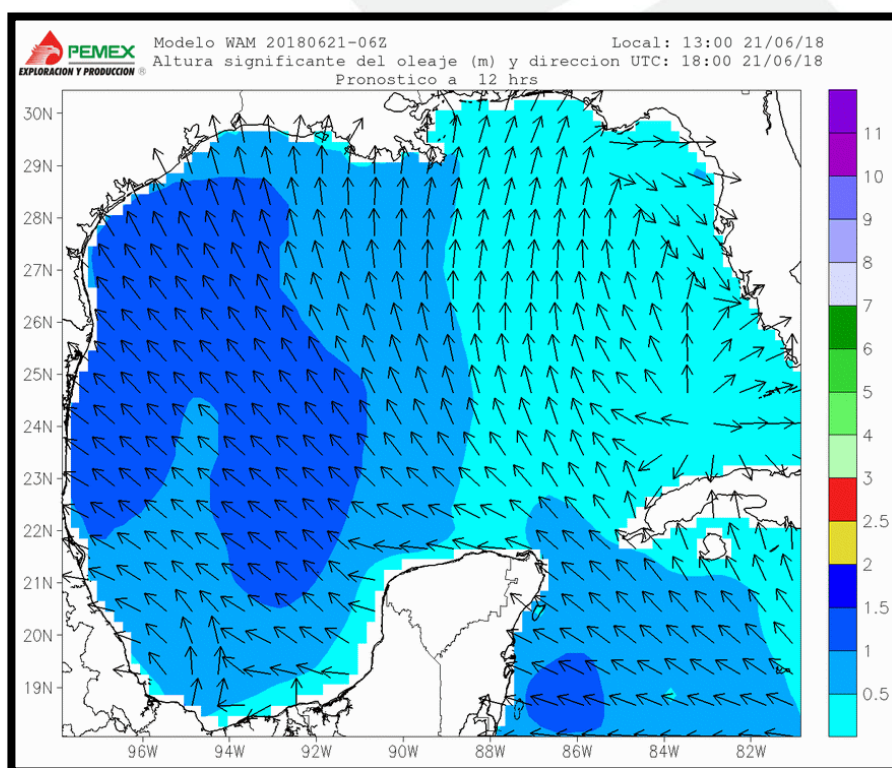


Figura 4-18 Comportamiento de las corrientes superficiales

Es importante mencionar que en esta región las corrientes inducidas por los ríos y las producidas por los vientos tienen la misma dirección durante el otoño e invierno, pero los vientos del verano tienen una dirección contraria lo que provoca flujos complejos cerca de la desembocadura de los ríos. Uno de los aportes más importantes para la plataforma mexicana del Golfo de México proviene de las aguas del Misisipi que viajan a lo largo de la plataforma de los estados de Luisiana

y Texas en los Estados Unidos y penetran, durante el otoño e invierno, hacia los estados mexicanos de Tamaulipas y Veracruz (CONABIO, 2005).

4.2.1.11.4 Calidad del agua

Los resultados que se presenta a continuación forman parte del reporte complementario del Estudio detallado de Línea Base Ambiental (LBA) y registro de Daños Ambientales y Daños Preexistentes en el Área Contractual 4 (PETRONAS, 2017), el cual se encuentra en el **Anexo 1 Capítulo 4**.

Cuyo alcance fue la aproximación metodológica y resultados de los estudios ambientales realizados en el Área Contractual 4 con el objetivo exploratorio, el pozo Naajal – 1 EXP, para determinar la línea base ambiental biótica y abiótica previa al inicio de las actividades petroleras, el registro de los daños ambientales y daños preexistentes en dicha área.

Se establecieron 20 puntos de muestreo para la caracterización de componentes de los medios abiótico y biótico, conforme la Guía para la Elaboración de la Línea Base Ambiental previo al Inicio de las Actividades Marinas de Exploración y Extracción de Hidrocarburos.

La campaña oceanográfica del Bloque 4 se realizó durante diez (10) días, recabándose datos primarios en 20 puntos de muestreo. Las estaciones de muestreo fueron denominadas como complementarias y completas de acuerdo con el trabajo realizado en cada una de ellas (ver Figura 4-19).

Tal cual se expone en el estudio del LBA, las estaciones de muestreo evaluaron parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres niveles diferentes de profundidad de la columna de agua (Superficie, Medio y Fondo), y en el sedimento marino.

Estas muestras fueron analizadas por los laboratorios Intertek Testing Services S.A. de C.V. (ITS) y Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Las muestras biológicas fueron analizadas en los laboratorios del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional.

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-19 Ubicación de las estaciones de muestreo

Para el caso de la calidad del agua la muestra las estaciones de muestreo completas donde se realizaron los análisis de la calidad del agua, para esto se realizaron duplicados en el análisis de la estación AC4-18, para fines de control de calidad de los resultados analíticos.

Estaciones de muestreo completas	
AC4 19	AC4 13
AC4 17	AC4 9
AC4 20	AC4 12
AC4 18	AC4 6
AC4 54	AC4 55

La siguiente información fue tomada textualmente del estudio de LBA (PETRONAS, 2017):

Para la obtención de las muestras de agua de mar se utilizó una roseta de botellas Niskin SBD de

la marca Ocean Test Equipment Inc. (Figura 4-20), la cual fue equipada con 12 botellas de 5 L de capacidad cada una. En cada estación se programó la roseta para coleccionar muestras de agua a tres profundidades solicitadas.

En las estaciones de muestreo se coleccionaron muestras a tres profundidades en la columna de agua (superficial, media y fondo), incluyen tres duplicados tomados en una de las estaciones de muestreo en el área de evaluación. Las profundidades a las cuales se tomaron las muestras fue la siguiente:

- Superficial – 1 a 3 metros de profundidad de la superficie.
- Media – A la mitad de la profundidad de la muestra de fondo.
- Fondo – a 50 metros arriba de la profundidad indicada por la carta de batimetría.



Figura 4-20 Roseta de botellas Niskin utilizada en el muestreo de agua

Fuente: PETRONAS (2017)

De modo simultáneo a la inmersión de la Roseta, se sumergió un equipo CTD de la marca Seabird Electronics, modelo SBE 9 Plus y una unidad en cubierta SBE 11 Plus V 5.2, los cuales registraron datos de los parámetros fisicoquímicos (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) en la columna de agua.

Asimismo, se llevó a cabo el registro de pH, conductancia, potencial óxido-reducción y sólidos

disueltos del agua muestreada mediante un equipo multiparamétrico de la marca HANNA Instruments modelo HI-9829.

Las muestras tomadas fueron etiquetadas, selladas, empaquetadas en bolsas y posteriormente se almacenaron en hieleras a 4 °C, manteniendo las condiciones de temperatura necesarias para su adecuada conservación, hasta el ingreso al laboratorio.

La evaluación del medio abiótico se llevó a cabo por los siguientes laboratorios certificados para el análisis de cada parámetro a estudiar:

- Intertek Testing Services de México S.A. de C.V.
- Acreditación Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) No. AG-188-051/11
- Aprobación Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) No. CNA-GCA-1172
- Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis
- Acreditación Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) No. AG-096-029/11
- Aprobación Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) No. CNA-GCA-1518

Los parámetros de calidad de agua de mar se analizaron de acuerdo con los lineamientos de la ASEA y a los Términos de Referencia (aprobados en el oficio ASEA/UGI/DGGEERNCM/0021/2017), así como los métodos de análisis y tipo de contenedor. Las muestras de agua se analizaron para uno o más de los parámetros listados a continuación en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13 Parámetros analíticos de calidad de agua de mar

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de campo o laboratorio	Límite de Detección solicitado por ASEA	Límite de detección del Laboratorio
Parámetros Fisicoquímicos Básicos							
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.							

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de campo o laboratorio	Límite de Detección solicitado por ASEA	Límite de detección del Laboratorio
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.							

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de campo o laboratorio	Límite de Detección solicitado por ASEA	Límite de detección del Laboratorio
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.							

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de campo o laboratorio	Límite de Detección solicitado por ASEA	Límite de detección del Laboratorio
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.							

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de campo o laboratorio	Límite de Detección solicitado por ASEA	Límite de detección del Laboratorio
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.							

Los resultados analíticos fueron comparados contra los criterios establecidos en las Guía Australiana y Neo Zelandesa para la Calidad de Agua Dulce y Marina publicada por el Consejo de Agricultura y Manejo de Recursos de Australia y Nueva Zelanda (ARMCANZ) y el Consejo Australiano y Neozelandés de Conservación del Medio Ambiente (ANZECC), así como los Criterios de Calidad de Agua para la Vida Acuática recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y los criterios publicados en la Guía Canadiense de Calidad Ambiental (CEQG) publicadas por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME). Los límites de cuantificación que manejan el laboratorio analítico están validados para los análisis usuales que se realizan en agua en relación a los parámetros acreditados y aprobados, por lo cual están calculados para agua continental y pueden ser ligeramente altos para agua marina. Sin embargo, todos los análisis y metodologías mantienen la calidad y validez.

Resultados de salinidad y temperatura

La salinidad se define como la masa de sales disueltas (gramos) por kilogramo de agua de mar. Estas sales disueltas se componen de iones, mayormente de Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} y K^+ (Libes, 2009). En general, los océanos presentan valores relativamente constantes de salinidad, en un rango de 33 a 37 UPS (Unidades Prácticas de Salinidad). Según Lanza Espino y Gómez Rojas (2004), la distribución de la salinidad en el Golfo de México está fuertemente relacionada con la Corriente de Lazo, presentando una salinidad promedio de 36.5 UPS. Los autores indican que la distribución vertical de este parámetro está en función de las masas de agua que ingresan a la cuenca del Golfo y del efecto de mezcla vertical inducida por sus giros ciclónicos y anticiclónicos.

El promedio de concentración de sales disueltas en el agua de mar es de 3.5 mil ppm, lo cual equivale al 3.5% del contenido del agua. Estas sales se presentan como iones, los cuales se detallan en la Tabla 4-14. Los iones disueltos se expresan en partes por millar los cuales se indica con la expresión “‰”. Otra forma de expresar la salinidad es por unidades prácticas de salinidad (UPS), que tiene equivalencia casi de 1:1 con partes por millar. Los resultados de salinidad serán expresados en UPS en este estudio.

Casi toda el agua de mar de la tierra posee una salinidad de entre el 33 y 37%, compuestos en su mayor parte por Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} y K^+ (Libes, 2009). En la tabla siguiente se enlistan los 11 componentes que en conjunto constituyen el 99.9% de los iones disueltos en el agua de mar.

Tabla 4-14 Iones disueltos en agua de mar

Iones	Porcentaje (%)	‰	
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.			

En el AC4, se registraron valores promedio de salinidad de 36.1 UPS en la superficie (valor mínimo y máximo de 35.7 y 36.4 UPS); 35.0 UPS a media columna de agua (valor mínimo y máximo de 34.9 y 35.1 UPS); y 34.9 UPS en el fondo (valor mínimo y máximo de 34.9 y 35.0 UPS). Estos valores son consistentes con los valores promedio de salinidad para la mayoría de los océanos del mundo y con lo reportado en la literatura sobre el Golfo de México.

La temperatura, por otro lado, es un parámetro temporal y espacialmente variable. En el Golfo de México la temperatura está determinada por el influjo de las aguas cálidas de la Corriente de Lazo, y se caracteriza tener valores en superficie que van de 28 a 29°C durante el verano y de 19 a 20°C en invierno en promedio.

En el Golfo de México la distribución vertical de la temperatura está en función de las masas de agua, de las características locales de circulación, de la dinámica general de las corrientes y de la estacionalidad; estos elementos determinan la permanencia y temporalidad de las termoclinas (De la Lanza Espino y Gómez rojas, 2004). Generalmente la temperatura del agua de mar ubicada por debajo de los 1,000 m de profundidad suele ser uniformemente baja, con valores menores a los 5°C (Libes, 2009).

En el AC4, se registraron valores promedio de temperatura de 29.0°C en superficie (valor mínimo y máximo de 28.7 y 29.7 °C); 7.7°C a media columna de agua (valor mínimo y máximo de 5.5 y 9.5 °C); y 5.3 °C en el fondo (valor mínimo y máximo de 4.3 a 6.6°C). Estos valores son

consistentes con el comportamiento general de temperatura en la columna de agua en el Golfo de México y son consistentes con las termoclinas reportadas en la literatura.

Resultados y análisis de pH y conductancia

El agua oceánica es ligeramente alcalina, y el valor de pH está entre 7.5 y 8.5 y varía en función de la temperatura; si ésta aumenta, el pH disminuye y tiende a la acidez. El pH también puede variar en función de la salinidad, de la presión o profundidad y de la actividad de los organismos marinos (Carranza-Edwards et al., 2004).

Al mismo tiempo, el pH tiene incidencias en la solubilidad de algunos elementos presentes en el agua de mar, como los metales pesados.

En el AC4, el pH se mantuvo estable dentro del rango neutro-alcalino, con valores promedio de 8.2 en superficie, 8.01 a media columna de agua, y 7.95 en el fondo. De acuerdo con Carranza-Edwards et al., 2004, los valores de pH registrados en las estaciones de muestreo podrían estar influenciados por la presencia de carbonatos en el Golfo de México. Asimismo, estos valores se encuentran dentro del estándar óptimo para la vida acuática de 6.5 a 8.5, establecido por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos.

Valores de pH en el Bloque 4 a todas las profundidades

En el caso de la conductancia, por lo general, se registran valores entre los 52 y 56 $\mu\text{S/cm}$ en el agua de mar, los cuales se relacionan con la polaridad del agua y la abundancia de iones disueltos. Este parámetro varía principalmente con la temperatura y salinidad; es decir a mayor salinidad, se esperaría una mayor conductancia. En el AC4, se registraron valores promedio de conductancia de 53.0 $\mu\text{S/cm}$ en superficie, 52.0 $\mu\text{S/cm}$ a media columna de agua y 46.7 $\mu\text{S/cm}$ en el fondo. Estos valores son consistentes con los valores promedio del agua de mar y con los valores de salinidad obtenidos en la columna de agua de la zona de muestreo.

Resultados y análisis de oxígeno disuelto y potencial REDOX

Por lo general en las aguas superficiales el oxígeno se encuentra en concentraciones de sobresaturación; la profundidad de compensación es aquella que se encuentra en la base de la zona fótica y se define como aquella profundidad en la que el oxígeno liberado por la fotosíntesis es igual al oxígeno utilizado en la respiración (Brown et al., 1989). Por debajo de la zona fótica la respiración usa el oxígeno disponible y se desarrolla una capa de oxígeno mínimo a una profundidad de unos cientos de metros; el agua de los fondos oceánicos se encuentra bien oxigenada ya que están alimentados por las masas de agua polar que están frías y oxigenadas

(Brown et al., 1989).

El oxígeno disuelto es relativamente uniforme en la capa superficial de agua del Golfo de México, de alrededor de 5 mg/L (Vidal et al., 1994; De la Lanza Espino y Gómez-Rojas, 2004). Estas concentraciones guardan una relación inversa con la profundidad; sin embargo, esto puede variar debido a la presencia de masas de agua oxigenadas que redistribuyan el oxígeno de forma transversal y vertical en la columna de agua (Tresierra et al., 1982).

En el AC4, se registró un promedio de oxígeno disuelto de 5.24 mg/L en superficie (valor mínimo y máximo de 4.44 y 6.5 mg/L); 5.31 mg/L a media columna de agua (valor mínimo y máximo de 4.31 y 6.1 mg/L); y 4.95 mg/L a profundidad (valor mínimo y máximo de 3.05 y 5.7 mg/L). Estos valores son consistentes con lo reportado por Vidal et al., 1994; De la Lanza Espino y Gómez-Rojas, 2004.

El oxígeno es un elemento muy importante, pues además de ser vital para los seres vivos, permite que se dé lugar a las reacciones de óxido-reducción (REDOX). Las reacciones químicas REDOX involucran la transferencia de electrones entre los reactantes (Libes, 2009). Este tipo de reacciones juegan un papel muy importante en los ciclos biogeoquímicos de los elementos traza del océano. Muchas de estas reacciones son mediadas por organismos marinos dado que sus enzimas fungen como catalizadores (Libes, 2009). Para los mismos organismos, las reacciones REDOX son una forma de obtención de elementos esenciales y de energía (ej., fotosíntesis). Al mismo tiempo el potencial REDOX (Eh) es una medida de la tendencia de una especie química a adquirir electrones y por lo tanto a ser reducida. Cada especie química tiene su propio potencial de reducción intrínseco; entra más positivo sea dicho potencial, mayor la afinidad de la especie por electrones y por lo tanto a reducirse (EPA, 2017).

En el AC4, se registró un valor promedio de potencial REDOX de +110.8 mV en superficie (valor mínimo y máximo de +41.6 y +154.1 mV); +114.5 mV a media columna de agua (valor mínimo y máximo de +61.0 y +157.5 mV); y +115.8 mV en el fondo (valor mínimo y máximo de +115.8 y +156.1 mV). Los valores positivos de potencial REDOX implican ambientes favorables para la oxidación, propicio para el desarrollo de microorganismos aerobios estrictos y anaerobios facultativos.

Resultados y análisis de turbidez, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Disueltos Totales (SDT)

En el AC4, se registró un valor promedio de turbiedad de 0.23 NTU en superficie (valor máximo de 0.25 NTU); 0.20 NTU a media columna de agua (valor máximo de 0.20 NTU); y 0.22 NTU en el

fondo (valor máximo de 0.25 NTU). Estos valores están por debajo del nivel máximo de turbiedad de 8.0 NTU establecido en la Guía de Calidad del Agua para la protección de la vida acuática marina de British Columbia – Canadá.

Por otro lado, los SST son partículas o sustancias que no se disuelven ni se asientan en el agua, tales como algunos sedimentos y materia orgánica. En el AC4, se registraron valores promedio de 42.22 mg/L en superficie; 42.35 mg/L a media columna de agua y 42.75 mg/L en el fondo.

En cuanto a los SDT, estos representan la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua; lo cual incluye a cualquier elemento presente en el agua que no sea sólido en suspensión. En el AC 4, se registraron valores promedio de 26.5 mg/L en superficie; 26.0 mg/L a media columna de agua y 23.4 mg/L en el fondo.

Los resultados de los tres parámetros son consistentes a lo largo de la columna de agua e indican baja turbidez y sólidos suspendidos y disueltos.

Resultados y análisis de Clorofila a

Signoret et al. (2006) reportaron en el Oeste del Golfo de México las siguientes concentraciones de clorofila a: a 0 m de profundidad, 0.09 mg/m³; a 65 m de profundidad, 0.16 mg/m³; y a 100 m de profundidad, 0.16 mg/m³. En el AC4, no se registraron concentraciones detectables de Clorifila a en columna de agua por encima del límite de detección del método analítico del laboratorio (0.158 mg/m³). Sin embargo, Cowles et al. (1993) y Lambert et al. (1999) menciona que los mayores valores suelen presentarse en superficie debido a la presencia de luz solar y fitoplancton.

Carbono Orgánico Total (COT) en agua

La materia orgánica disuelta puede estar constituida por una fracción conocida, como son las proteínas y sus derivados (proteosas, peptonas y aminoácidos, carbohidratos y grasas), así como productos de excreción (urea y ácido úrico) y la fracción desconocida denominada “sustancias húmicas”, que es la recombinación de diferentes compuestos orgánicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica, para formar sustancias diversas que no se encuentran como tales en los organismos vivos. Kennish (1986) establece que en el mar la mayor cantidad de carbono disuelto es inorgánico (CO₂, HCO₃, CO₃) justificable por el menor aporte orgánico disuelto y particulado (plancton y detritos) (De la Lanza, 2001).

Por su baja concentración de nutrientes y por la distribución y concentración de clorofila a (índice de Biomasa de fitoplancton y por ende de materia orgánica) sugiere que el Golfo de México sea considerado como oligotrófico. En el AC4, no se registraron concentraciones de carbono orgánico

por encima del límite de detección del método analítico del laboratorio (0.06 mg/L), lo cual está acorde con la característica oligotrófica del Golfo de México representada por la baja concentración de nutrientes y de clorofila a (índice de biomasa de fitoplancton y por ende de materia orgánica).

Aceites y grasas

En el AC4, no se registran concentraciones de aceites y grasas por encima del límite de detección del método analítico del laboratorio (5 mg/L). Esto es un indicador de que potencialmente no existe contaminación por aceites en la zona.

Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

Los hidrocarburos totales de petróleo son un conjunto de compuestos químicos derivados del petróleo crudo. Los HTP son definidos como la cantidad medible de hidrocarburos basados en petróleo en un medio (ASTDR, 1999). Los HTP son comúnmente encontrados en contaminantes y son considerados como un riesgo para la salud y a la vida acuática. Por ejemplo, los moluscos bivalvos como almejas y mejillones muestran muy baja capacidad de eliminación de estos contaminantes, y aunque muchos organismos como los peces no sufren daños importantes, algunas larvas pueden afectarse con concentraciones de hasta 1 ppm (Valenzuela et al., 2005).

En el AC4 no se detectaron HTP en concentraciones por arriba de los límites de cuantificación del laboratorio, correspondientes a 0.03-5 µg/L. Estos límites están por debajo de los mínimos establecidos por ASEA.

Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP)

Los HAP son compuestos de bajo peso molecular formados por 2 y 3 anillos, tienen toxicidad aguda; son un grupo de compuestos orgánicos liposolubles que surgen como producto secundario durante los procesos de combustión de combustibles fósiles. Estos suelen encontrarse en el ambiente en mezclas complejas de multi-componentes, de origen natural o antropogénico (Lee, 2000; Lubecki y Kowalewska, 2010).

Los HAP son estructuralmente muy diversos y están ampliamente distribuidos en el ambiente, incluyendo el medio marino (Lee, 2000). Estos compuestos son considerados contaminantes y han sido ampliamente estudiados debido a su carácter carcinogénico y mutagénico.

Algunas de las fuentes naturales de HAP incluyen erupciones volcánicas, incendios, brotes espontáneos de petróleo o erosión de lutitas bituminosas; no obstante, la mayor parte de los HAP encontrados en el medio ambiente son de origen antropogénico y específicamente como derivados

de la combustión del petróleo, muchas veces por derrames de este (Lubecki y Kowalewska, 2010). Asimismo, se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente marino del Golfo de México debido a la actividad petrolera.

La NOAA ha establecido un límite máximo de exposición aguda que es 0.300 mg/L. Sin embargo, su detección es difícil en el agua marina debido a que se encuentran en muy bajas concentraciones (Witt, 1995). En los ambientes marinos, las características hidrofóbicas de los HAP causan que éstos se acumulen en organismos y sedimentos (Lubecki y Kowalewska, 2010), por lo que su detección suele ocurrir con frecuencia en éstos y no tanto en agua de mar.

Los resultados analíticos de las muestras en el AC4 respaldan este hecho ya que no se detectaron HAP en concentraciones por arriba de los límites de cuantificación del laboratorio, correspondiente a 0.016-0.028- $\mu\text{g L}^{-1}$.

Hidrocarburos monoaromáticos (BTEX)

Los hidrocarburos monocromáticos, también denominados BTEX (acrónimo para describir el benceno, tolueno, etilbenceno y xileno), son compuestos derivados del petróleo considerados contaminantes tanto para el suelo como agua, incluyendo el agua de mar. Aunque algunos de éstos ocurren de forma natural (en carbón o petróleo crudo); la presencia de éstos en agua o sedimento se debe en mayor parte a que se forman como producto secundario de la combustión de gasolina y diésel

Del grupo de los BTEX, el benceno y el tolueno tienen alta solubilidad en agua, lo que implica que pueden ser detectados en laboratorio más fácilmente que los HAP. También implica riesgos altos a la salud si se tuviera contacto con agua contaminada. El xileno y el etilbenceno son los menos solubles de este grupo de compuestos.

En los combustibles estos compuestos monocromáticos se encuentran en baja y media proporción; por ejemplo, en la gasolina el benceno se encuentra en una proporción de entre 0.12 y 3.5%, el etilbenceno entre 0.36 y 2.86% y el xileno se encuentra por debajo del 4%. El tolueno, sin embargo, alcanza proporciones de hasta el 21.8% (Lesser y Saval, 2001). Cabe resaltar que la proporción de estos compuestos es mayor en gasolina que en diésel.

Los BTEX implican un riesgo alto a la salud si se tuviera contacto con agua contaminada. Los riesgos agudos (corto plazo) de los compuestos monoaromáticos más volátiles e hidrosolubles (benceno, tolueno, xilenos) incluyen toxicidad aguda en la vida marina. Con excepción de contaminación derivado de derrames localizados de hidrocarburos, los compuestos BTEX están

asociados como un riesgo para la salud humana más que a otras especies, como animales marinos (ej., peces, mamíferos marinos) y parcialmente se debe a que solo una pequeña cantidad de estos compuestos es bioacumulado por plantas marinas, peces o aves dado que los BTEX son volátiles y tienden a evaporarse más que a persistir en el agua (Mouwerick et al., 1997).

En el AC4 no se detectaron BTEX en concentraciones por arriba de los límites de cuantificación del laboratorio, correspondientes a 0.6 µg/L [benceno], 0.68 µg/L [etil-benceno], 0.58 µg/L [tolueno], 1.1 µg/L [m y P Xileno] y 1.05 µg/L [o-Xileno]. Estos límites son inferiores a los mínimos solicitados por ASEA para BTEX.

Nutrientes

Todo compuesto relacionado con la alimentación y metabolismo de los organismos acuáticos se denomina nutriente, incluyendo a los metales (De la Lanza, 2001). Sin embargo, las sales inorgánicas del nitrógeno, fósforo y sales precipitadas de silicio (en el caparazón de diatomeas) son las que específicamente deben recibir esa denominación, porque son asimiladas por fitoplancton y macro-vegetación (productores primarios) para constituir proteínas, lípidos y sus diversas formas químicas (De la Lanza, 2001). En cambio, elementos como hierro, manganeso, cobre, zinc y cobalto son esenciales como cofactores metabólicos y en el crecimiento de los productores primarios, por estar involucrados en sus sistemas enzimáticos.

De acuerdo con lo anterior, las sales del nitrógeno, fósforo y silicio serán abordadas como micronutrientes.

La concentración de los nutrientes está sometida de forma natural a ciclos estacionales, interanuales e incluso decenales, acoplados principalmente con la variabilidad hidrológica (cambios en la estratificación de la columna de agua y en los patrones locales y sub-regionales de circulación de las masas de agua) (Millero, 2004).

La contaminación puede alterar significativamente estos patrones de variabilidad, lo que puede traer consigo aumento de la productividad primaria y la biomasa de algas, así como cambios en la composición de estas comunidades. Puesto que los productores primarios están en la base de las redes tróficas, estos cambios pueden transmitirse por vía de las interacciones tróficas a otras comunidades, afectando finalmente a la estructura de todo el ecosistema.

Se evaluaron cinco nutrientes en el agua de mar del AC4, para conocer las características nutrimentales del mismo dado que éstos son indispensables para iniciar las cadenas tróficas en el océano. Los nutrientes evaluados en agua fueron los siguientes:

Nutrientes nitrogenados:	Nutrientes derivados del fósforo:	Silicatos:
Amonio (NH ₄)	Fosfatos (PO ₄)	Silice y silicio
Nitritos (NO ₂)		
Nitratos (NO ₃)		

Los cambios en las concentraciones de estos nutrientes en el mar podría ser un producto de aportes de las actividades antropogénicas y de las descargas residuales sin ningún tipo de tratamiento (Reyes 2001). Las consecuencias de los cambios de concentraciones de nutrientes afectarían a las comunidades de fitoplancton aumentando la abundancia de dinoflagelados y clorofitas.

Nutrientes nitrogenados

Dentro de las características del ciclo del nitrógeno hay que señalar que, a diferencia de los ciclos del fósforo y del silicio, es mucho más complejo ya que presenta diversos cambios en el estado de oxidación, su depósito no es de tipo sedimentario (es gaseoso), sus sales son altamente solubles y sólo es estable termodinámicamente en sus formas de Nitrógeno molecular y nitratos en condiciones tóxicas y amoniacal en condiciones anóxicas.

Los más importantes aportes de Nitrógeno a los ecosistemas acuáticos son suministrados por las aguas superficiales y corrientes subterráneas, la fijación microbiana del Nitrógeno atmosférico en el agua y en los sedimentos, y los depósitos húmedos y secos de la atmósfera en la superficie expuesta de los dominios acuáticos (Klapper, 1991).

Las sales inorgánicas de este elemento, comunes en ambientes acuáticos son: nitratos, las más abundantes (de <0.01 a 40 µM o µgat/l de N-NO₃); nitritos (< 0.1 a 3.0 µM o 3.0 µgat/l de N-NO₂) y amonio (<0.1 a 3.0 µM o 3.0 µgat/l de N-NH₄⁺); concentraciones sugeridas por Riley y Chester (1989). Sin embargo, en los mares de México se puede superar ligeramente los máximos sin que eso represente condiciones de impacto para los organismos (de la Lanza, 2001).

En la región oceánica el ciclo se circunscribe básicamente a la columna de agua, a diferencia de las zonas costeras (lagunas, estuarios, marismas, bahías, etc.) donde la fase sedimentaria juega un papel importante dentro del ciclo. El equivalente de dicha fase es la termoclina profunda en el océano, que es la capa donde se recibe todo el material orgánico en diferentes estados de descomposición y termina remineralizándose hasta sus compuestos inorgánicos.

Amonio (NH₄⁺)

El amonio es un compuesto alcalino que se encuentra en el agua de mar y que puede llegar a niveles muy altos cuando hay aporte de este al agua a través de ríos; asimismo, puede provenir de la descomposición de nitrógeno de la materia orgánica, realizado por bacterias. El amonio es un ion escaso en la columna de agua; al ser una especie reducida es fácilmente oxidada por los organismos nitrificantes. También tiene una relación inversamente proporcional con la concentración de oxígeno, a medida que la concentración de este disminuye, la concentración del ion amonio aumenta.

De la Lanza (2001) señala que, en términos generales, en primavera baja el contenido de nutrientes por asimilación biológica, en verano se incrementa por la descomposición de la materia orgánica muerta, en otoño hay una asimilación de nueva cuenta y en invierno hay una descomposición-remineralización, con un incremento en los nutrientes para el siguiente ciclo.

Los resultados de la campaña arrojan valores diferenciados. En el 37% de las muestras (AC4- 5, AC4- 9, AC4- 17 y AC4- 19) la zona con mayor concentración de amonio es la profunda, en el 18% la zona media y profunda superan la zona superficial teniendo ambas la misma concentración (AC4-6 y AC4-12), en otro 18 % (AC4-18 y AC4-19) la zona media contiene la mayor concentración de amonio; y finalmente en dos muestras (AC4-4 y AC4-DUP) la zona superficial y la zona media tienen la misma concentración superando la concentración de la zona profunda y en sólo una muestra las tres profundidades tienen la misma concentración (AC4-13). El promedio de las variaciones de concentración entre las zonas es de sólo 0.013 mg/L.

Nitritos (NO₂) y Nitratos (NO₃)

La nitrificación es la conversión biológica del amonio (NH₄⁺) a nitrato (NO₃⁻) y nitrito (NO₂⁻). Antes se creía que la nitrificación únicamente se presentaba en aguas costeras y en sedimentos, pero se ha demostrado que también es un proceso común en aguas oceánicas. Las bacterias responsables de estos procesos pertenecen a distintos géneros, y en aguas oceánicas los géneros *Nitrospirina spp* y *Nitrococcus spp* son los principales actores en este proceso. Los resultados en las concentraciones de nitritos y nitratos pueden observarse en la Figura 6.38 y Figura 6.39, respectivamente.

La concentración del ion nitrito detectada en las estaciones es bastante baja. Las concentraciones de este ion van desde no detectado (AC4-20) hasta 0.004 mg/L en la zona superficial del AC4-5. La disponibilidad de este ion puede explicarse con base en la reactividad del mismo. El ion nitrato es más estable que el ion nitrito. Este es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se lo encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja

oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos y que, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales, subterráneas y oceánicas.

Por otro lado para el ion nitrato existe una gran diferencia en la concentración hallada en la superficie (máx. 0.4016 mg/L, estación AC4-18) entre la concentración hallada en los estratos medio y profundo (máx. 0.635 mg/L, estación AC4-12-P) donde además es más uniforme.

Aunque desde el punto de vista del coste energético existen diferencias claras entre la utilización de las formas oxidadas (nitratos y nitritos) y el amonio (los nitratos y los nitritos deben ser reducidos previamente a amonio) la forma química más asimilada por el fitoplancton y cualquier vegetación acuática es el nitrato. Ya que la mayoría del fitoplancton se encuentra en la zona superficial la disponibilidad de los nitratos en esta zona es bastante limitada, pero a medida que aumenta la profundidad la concentración de nitratos aumenta considerablemente.

La distribución de las formas de nitrógeno varía tanto en forma espacial como temporal en las aguas superficiales, pero, desde el punto de vista de la profundidad, se presenta un incremento máximo a la altura de la antes mencionada termoclina, y a partir de ahí se puede mantener (como en este caso) o disminuir según las características dinámicas locales.

Nutrientes derivados del fósforo (Fosfatos (PO_4))

El fósforo, al igual que el nitrógeno, también está ampliamente distribuido en el océano y se presenta mayoritariamente en forma de varias especies químicas inorgánicas, como el fosfato, fosfato de magnesio, fosfato de sodio y orgánicas como los fosfolípidos.

El fósforo presenta como micronutriente varias formas químicas disueltas y particuladas en el agua. Según el pH puede encontrarse en tres tipos iónicos (Kester y Pytkowicz, 1967): HPO_4 en un 87% (fosfato mono ácido) H_2PO_4 se encuentra en un 1% (fosfato di ácido) y el PO_4 se encuentra en un 12% (ortofosfato).

La distribución y concentración de los diferentes compuestos inorgánicos y orgánicos están controlados principalmente por procesos biológicos. Sin embargo, efectos físicos como los fenómenos de surgencia, provocan la redistribución de estos compuestos en la columna de agua. Debido a que el fósforo se presenta prioritariamente en un solo estado de oxidación (+5), el ciclo del fósforo es menos complejo que el del nitrógeno.

De acuerdo con Caso et al (2004) el contenido de fosfatos es bajo en la superficie, con 0.0095 y 0.076 mg/L a lo largo del año; con un incremento hasta de 0.171 a 0.237 mg/L a una profundidad de 800 a 900 m. Bogdanov, (1969) señala que las aguas superficiales de la plataforma de

Campeche presentan niveles de 0.010 a 0.012 mg/L que son semejantes a aquellos de las aguas de la Corriente del Lazo y tienden a incrementarse hacia los 100 m de profundidad a 0.06 mg/L.

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 0.103 a 0.11 mg/L. Además, en esa área se tiene el aporte del río Grijalva, frente al cual se alcanzan 0.125 mg/L. Dicha concentración decrece en los primeros metros hasta 0.010 y 0.018 mg/L. En el otoño se han detectado los niveles más altos del ciclo anual con 0.28 mg/L desde la superficie hasta los 50 m de profundidad, en respuesta a la intensificación de los nortes y de los giros ciclónicos (Instituto Mexicano del Petróleo 1980, Segura et al. 1982). Esto puede corroborarse con los resultados obtenidos durante la campaña marina (Figura 6.40).

La concentración promedio de la zona superficial fue de 0.037 mg/L manteniéndose por debajo del límite de 0.103 mg/L. En la zona media, la concentración promedio es de 0.16 mg/L, triplicando la concentración encontrada en la superficie. Finalmente, en la zona profunda la concentración promedio fue de 0.18 mg/L.

La zona superficial en la cual fueron tomadas las muestras tiene una profundidad promedio de 2.66 m, la zona media va desde los 446.80 (AC4-18) hasta los 846.82 m (AC4-19) promediando 627.14 m y finalmente la zona profunda va desde los 691.20 (AC4-18) m hasta los 1,470.99 m (AC4-19) promediando 1,470.99 m de profundidad.

Silicatos (Sílice y Silicio)

El Silicio es considerado como un micronutriente, porque, entre otros, las diatomeas lo utilizan para sus estructuras de sostén (frústulos) y los radiolarios en sus espículas. Este micronutriente se encuentra en el agua de mar en solución como ácido ortosilícico (H_4SiO_4), especialmente a $pH < 9.0$, y en forma particulada como flóculos poliméricos, frústulos, espículas y minerales (cuarzo, feldespatos y arcillas). Dado su carácter para formar coloides o flóculos que lo remueven de solución, según las condiciones de equilibrio iónico locales, la concentración varía ampliamente, así como también por la abundancia de origen.

Las fuentes de silicatos (SiO_4^{4-}) para el mar son; los ríos, los minerales terrestres y el sedimento de cuerpos de agua y los esqueletos de organismos que se disuelven bajo cierto pH, temperatura, composición de agua intersticial y tipo de grano. Dada la complejidad de factores que intervienen en el ciclo del silicio en áreas costeras y las diferencias entre autores, dicho ciclo es pobremente entendido.

Como ya se mencionó, la concentración del silicio está directamente relacionada con la actividad biológica de diatomeas de radiolarios y decrece en la zona superficial porque al necesitar de luz solar para realizar la fotosíntesis es en esta zona donde se distribuyen y consumen el silicio disponible.

Sumado a esto y como en los casos anteriores, la distribución vertical de los silicatos depende también de los giros; incrementa hacia la superficie en los ciclónicos por ascensión en aguas ricas en este nutriente y disminuye en los anticiclones por hundimiento de la capa superficial pobre en silicatos.

En los resultados analizados se detectó un incremento importante en la concentración de silicatos a partir del estrato media (desde los 400 m). De todos los nutrientes, los silicatos son los que presentan una mayor uniformidad entre las estaciones.

Metales

El agua de mar tiene naturalmente metales disueltos en él que son requeridos en pequeñas cantidades por organismos para completar ciclos vitales, por lo que ciertos metales son conocidos como micronutrientes. Sin embargo, el exceso de estos o la aparición de metales ajenos al medio marino puede indicar contaminación. Existe un delicado balance entre los organismos y el ambiente en cuanto a la presencia de metales en éstos. Tanto por el hecho de que los metales son benéficos por su utilización en procesos catalíticos, como el que puede ocurrir bioacumulación de éstos, llegando a niveles tóxicos. La toxicidad de los metales está influenciada por factores fisicoquímicos (salinidad, pH, dureza) y biológicos (edad, talla, hábitos alimenticios, madurez de los organismos (Paez-Osuna, 2005).

Para este estudio se analizaron 13 metales en el agua marina, los cuales son:

- Aluminio (Al)
- Arsénico (As)
- Bario (Ba)
- Cadmio (Cd)
- Cobalto (Co)
- Cobre (Cu)
- Cromo Total (Cr)
- Estaño (Sn)
- Hierro (Fe)
- Níquel (Ni)
- Plomo (Pb)
- Vanadio (V)
- Zinc (Zn)

La distribución y comportamiento de los metales en agua marina es afectada por varios procesos como son: la mezcla de masas de agua, la interacción agua-partícula, el mecanismo de adsorción-desorción y la difusión de la parte baja de los sedimentos (Medina, 2006).

En las siguientes secciones se explican las características de los metales analizados en agua de mar, su presencia en la naturaleza, si se encuentran o no asociados a actividades del sector hidrocarburos y finalmente su comportamiento a lo largo del AC4.

Para propósitos de este reporte, el análisis de resultados de metales se dividió en tres partes: (i) metales sin detecciones, (ii) metales con detecciones y (iii) estaciones de muestreo de interés particular (para aquellas estaciones que tuvieron excedencias de dos o más metales).

Arsénico (As)

El arsénico y sus compuestos están ampliamente distribuidos en la naturaleza y son emitidos a la atmósfera a través de fuentes naturales e industriales. En la industria del sector de gas y petróleo el arsénico, junto con otros metales pesados, se encuentra mayoritariamente en los lodos de perforación.

El intervalo teórico de concentraciones de arsénico para agua oscila entre 0.5 µg/L hasta más de 5,000 µg/L (Páez-Osuna, 2005) y la concentración en agua marina de arsénico total oscila entre 1 y 3 µg/L, con una media de 1.7 µg/L (Neef, 1996). Debajo de los 400 m, la concentración de arsénico es relativamente constante con la profundidad, presentando un promedio en concentración de 1.5 µg/L (Neef, 1996).

Pueden existir cantidades muy pequeñas de arsénico en organismos, particularmente en crustáceos, alcanzando niveles por arriba de 30 µg/g peso seco (Páez-Osuna, 2005). En general la mayor parte de invertebrados marinos presentan respuestas tóxicas agudas en 5 mg/L de arsénico (Páez-Osuna, 2005).

El arsénico puede encontrarse en agua marina y estuarina en varios estados de valencia, siendo el arsenato (As+5) y la arsenita (As+3) las formas inorgánicas dominantes de este elemento en ambientes marinos. No obstante, el arsénico disminuye en aguas superficiales en mar abierto.

En el AC4 no se detectó arsénico en concentraciones por arriba de los límites de detección del laboratorio (LMD), correspondientes a 0.00139 mg/L o 1.39 µg/L.

Este LMD es menor que el mínimo solicitado por ASEA en la guía para elaboración de Línea Base Ambiental marina.

Cadmio (Cd)

El cadmio se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, aunque en niveles muy bajos. Este elemento se acumula en los tejidos de los organismos, principalmente en hígado y riñón, y lesiona los mecanismos de regulación de iones (Hellawell, 1989).

En estudios de campo de comunidades de plancton, se encontró que la fotosíntesis del fitoplancton y la producción primaria se reduce en concentraciones de 0.2 mg/L de cadmio, mientras que la comunidad de zooplancton es afectada en su estructura en concentraciones de 5 mg/L o menores (Marshall y Mellinger, 1980; Paéz-Osuna, 2005). El cadmio está asociado a la industria de hidrocarburos por estar presente en lodos y cortes de perforación y en agua de producción, también conocida como agua congénita.

En el AC4 no se detectó cadmio en concentraciones por arriba de los límites de detección del laboratorio (LMD), correspondiente a 0.15 µg/L o 0.00015 mg/L. Este límite está por debajo de los mínimos requeridos por la ASEA.

Cobalto (Co)

El cobalto es un metal de transición que necesitan los organismos marinos en bajas concentraciones para su metabolismo, sin embargo, en altas concentraciones puede ser tóxico. Generalmente se transporta a los océanos a través de una fracción disuelta en ríos.

En el AC4 no se detectó cobalto en concentraciones por arriba de los límites de detección del laboratorio (LMD), correspondiente a 0.15 µg/L o su equivalente, de 0.00015 mg/L. Este límite está por debajo de los mínimos requeridos por la ASEA.

Cobre (Cu)

El cobre es un oligoelemento de concentración relativamente constante en los océanos y se presenta generalmente en una concentración entre 0.05 a 0.35 µg/L en la parte superficial. La concentración de cobre puede aumentar a más de 0.5 µg/L en profundidades abisales (Neff, 2002). Se puede encontrar en agua marina en diversas formas; los compuestos inorgánicos de cobre que son más abundantes al pH y composición iónica típica de los océanos son el CuCO₃, complejos cobre-cloro y el Cu(OH)₂. Las concentraciones de cobre disuelto tienden a ser mayores en estuarios y aguas costeras y ocurren en regiones de baja salinidad.

Como elemento, el cobre es parte esencial de los moluscos ya que forma parte de la hemocianina, que es su pigmento sanguíneo por eso está clasificado como micronutriente. Además, el cobre es

esencial para la vida de los organismos por formar parte de la estructura de más de 30 enzimas y otras biomoléculas (Harris, 1991). No obstante, en grandes cantidades, el cobre puede causar un efecto inhibitorio en el metabolismo respiratorio de crustáceos mientras que en los bivalvos se han notado efectos casi letales (ej., deformaciones en concha) (Paéz-Osuna, 2005). Los efectos del cobre sobre los invertebrados marinos se observan en concentraciones entre 0.01 y 1.00 µg/L.

En el AC4 no se detectó cobre en concentraciones por arriba de los límites de detección del laboratorio (LMD), correspondiente a 0.2 µg/L o 0.0002 mg/L. El LMD del análisis de laboratorio está por debajo del mínimo requerido por la ASEA.

Cromo Total (Cr)

Este metal se encuentra distribuido ampliamente en la corteza terrestre. Las altas concentraciones de este se deben a emisiones industriales como lodos de perforación o combustión de combustibles fósiles. En el medio marino, son las formas hexavalentes (Cr+6) y trivalente (Cr+3) las dominantes (Neff, 2002; Paéz-Osuna, 2005). De acuerdo con Neff (2002), la concentración de cromo total disuelto en agua marina superficial oscila entre 0.1 y 0.55 µg/L, concentración que tiende a disminuir con la profundidad.

Los seres vivos acuáticos tienden a bioacumular cromo dado que es un micronutriente, aunque cuando éste se absorbe en cantidades mayores al promedio, puede ocasionar problemas a éstos. La toxicidad asociada con el cromo se debe a la exposición industrial a los compuestos de cromo hexavalente; puede provocar problemas respiratorios y decoloración de tejidos de los organismos.

Asimismo, el cromo está asociado con la industria del petróleo, por encontrarse presente, junto con otros metales pesados, en agua de producción y lodos de perforación.

En el AC4 se registró una única detección de cromo en el sitio AC4-12-S, con 0.0046 mg/L, el cual se encuentra por abajo del límite práctico de cuantificación (LPC) y muy por debajo del LMD requerido por ASEA (0.05 mg/L). Dado que esta fue la única detección de cromo en toda el AC4 y debido a que se encontró en concentraciones por debajo del LPC, se considera que la detección no es representativa y por lo tanto el cromo se clasificó para efectos de este estudio como no detectado.

Estaño (Sn)

El estaño es un metal pesado que afecta diversas funciones fisiológicas a nivel respiratorio, excretor, nutricional y también el crecimiento y el comportamiento de peces, crustáceos y moluscos. Naturalmente, este metal es un algicida de amplio espectro, bactericida, fungicida e

insecticida. El estaño puede provocar toxicidad aguda y subletal en organismos marinos cuando las embarcaciones emplean pinturas antiincrustantes que contienen tributilestaño (TBT), compuesto orgánico del estaño sintetizado en la década de los sesenta. Entre los organismos afectados se incluyen las algas, los moluscos, crustáceos y peces (Rojas, sin fecha). Aunque el uso de TBT en pinturas antiincrustantes ya está siendo regulado por la Organización Marítima Internacional (OMI) pudieran encontrarse todavía concentraciones de TBT en zonas de alto tránsito marítimo.

En el AC4 no se detectó estaño en concentraciones por arriba de los límites de detección del laboratorio (LMD), de 0.0002 mg/L o 0.2 µg/L. El LMD del análisis de laboratorio está por debajo del mínimo requerido por la ASEA.

Níquel (Ni)

El Níquel es un metal esencial para los organismos vivos, sin embargo, es el metal que tiene menos tendencia a bioacumularse. En la industria, este metal se emplea mayormente en la industria del acero, aunque también se encuentra presente en los lodos de perforación usados en el sector hidrocarburos.

En el AC4 no se detectaron concentraciones de níquel por arriba de los límites de detección del laboratorio (LMD), correspondiente a 0.0002 mg/L o 0.2 µg/L. El LMD del análisis de laboratorio está por debajo del mínimo requerido por la ASEA.

Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo suelen encontrarse entre 0 y 20 m de profundidad, además de que la deposición atmosférica contribuye a estas. Este metal es incorporado a los océanos debido a las vertientes en ríos y lagunas terrestres.

El plomo se encuentra presente en diversas industrias, incluyendo la de hidrocarburos, pues forma parte de los lodos y cortes de perforación generados durante las actividades extractivas de la industria del petróleo.

Los efectos crónicos y agudos del plomo incluyen daños histopatológicos, deformidades, neurotoxicidad, anemia hemolítica e inhibición de la síntesis de hemoglobina. Estos efectos ocurren en peces en concentraciones cercanas a los 8 µg/L. En el AC4 no se detectó plomo en concentraciones por arriba de los límites de detección del laboratorio (LMD), correspondiente a 1.5 µg/L o 0.0015 mg/L. El LMD del análisis de laboratorio está por debajo del mínimo requerido por la ASEA.

Vanadio (V)

El vanadio se libera al medio por acción de emisores naturales como volcanes y chapopoterías, así como por acción antropogénica (Middelburg et al., 1988; Emerson y Husted, 1991). El vanadio en el agua de mar se comporta como un elemento bioactivo, mostrando una correspondencia con la distribución de fosfato y su tiempo de residencia oceánica puede llegar a los 100,000 años (Shiller y Boyle, 1987; Breit y Wanty, 1991).

En el AC4 hubo dos detecciones de vanadio en concentraciones superiores al límite de detección del laboratorio (LMD), correspondiente a 0.36 µg/L o 0.00036 mg/L. El LMD del análisis de laboratorio está por debajo del mínimo requerido por la ASEA11. Sin embargo, ambas muestras se encuentran por debajo del LPC (0.01 mg/L), el cual es el punto de referencia a partir de cual se considera que una detección es certera o precisa; además, las concentraciones a las que detectó vanadio se encuentran muy por debajo de los límites para poner en peligro a la vida acuática según el ANZECC, por lo que se está considerando en la sección de metales no detectados en este reporte.

Las detecciones encontradas de vanadio en el AC4 no superaron el límite práctico de cuantificación y corresponden al estrato superficial del AC4-9 con 0.0027 mg/L y al estrato superficial de la muestra AC4-DUP-S, correspondiente al duplicado de la estación AC4-18-S. La detección en esta estación fue de 0.0033 mg/L.

Es esperado encontrar muy bajas o nulas concentraciones de este metal, dado que es relativamente no reactivo en agua de mar y suele concentrarse en sedimentos ubicados en zonas anóxicas (Emerson y Husted, 1991), lo que apoya que no se encuentre en concentraciones fácilmente detectables en agua. La concentración promedio de vanadio en agua marina se encuentra entre 35 y 45 nM.

(ii) Metales con detecciones en el AC4

Aluminio (Al)

El aluminio es el tercer elemento metálico más abundante en la corteza terrestre y sin embargo se conocen pocos procesos biológicos asociados a este metal (Gensemer y Playle, 1999). Su vasta presencia se debe a que durante el intemperismo, este metal es liberado de los minerales primarios y es precipitado en minerales secundarios principalmente en forma de aluminosilicatos.

Bajo condiciones de pH ácido, genera sales solubles (Al^{+3}) mientras que en condiciones muy alcalinas ($pH > 9$) forma compuestos aluminatos solubles ($Al(OH)_4$) (Freeman y Everhart, 1971). En rango de pH entre 6 y 8, el Al es relativamente insoluble en agua; de hecho, el Al se vuelve

más soluble y potencialmente más tóxico para la biota acuática bajo condiciones ácidas y de baja temperatura (Gensemer y Playle, 1999).

Debido a que el aluminio está ampliamente distribuido y es empleado por organismos para vivir, es difícil señalar a qué los niveles a los cuales éste sería tóxico para la vida acuática, por tener rangos amplios. Sin embargo, uno de los posibles efectos de la presencia del Al en los peces es la interacción del metal con la calmodulina (enzima reguladora de calcio en branquias y moco de los peces), el cual puede provocar cambios en ésta y reducir su capacidad para mediar la actividad de la ATPasa y fosfodiesterasa dependiente de calcio (Siegel y Haug, 1983).

En el AC4 se presentaron 13 detecciones de Al, su concentración varió entre 0.02 y 0.01 mg/L, las mayores detecciones se encontraron en las estaciones AC4-13 y AC4-18 con un valor de 0.02 mg/L).

Bario (Ba)

El bario es el 14avo elemento más abundante de la corteza terrestre. Se encuentra generalmente en forma sólida en rocas ígneas, carbón, arenisca y esquisto (ASTDR, sin fecha). Como elemento alcalino, comparte propiedades físicas y químicas con otros elementos, como el calcio y el magnesio (Neff, 2002). La solubilidad de este elemento en agua marina está controlada en gran parte por la baja solubilidad del compuesto barita (sulfato de bario), el cual es ampliamente usado en la industria y particularmente al sector hidrocarburos, pues se emplea para elaborar las mezclas de lodos de perforación y para controlar y regular la presión hidrostática de los pozos (Speight, 2015) por lo que es un indicador de actividades antropogénicas. La solubilidad de la barita tiende a incrementar con la profundidad en el océano y de acuerdo a algunas investigaciones, la mayor parte de los océanos tienen baja saturación de barita (Neff, 2002). En medios acuáticos el bario suele precipitar para formar una sal insoluble (BaSO_4 o BaCO_3) y adsorberse en materia orgánica particulada (MOP), por lo que es más probable observar su presencia en sedimentos marinos más que en agua (ASTDR, sin fecha). Asimismo, la toxicidad de los diferentes compuestos de bario también está controlada por su solubilidad; a diferencia de las sales hidrosolubles de bario (ej., acetato de bario, cloruro de bario y nitrato de bario), la barita es moderadamente soluble y prácticamente no tóxica a invertebrados, plantas y organismos en general (Menzie et al., 2008).

El bario presentó solo una detección en el AC4 la cual se encontró en la estación AC4-19-S, el valor detectado fue de 0.01 mg/L.

Hierro (Fe)

El hierro tiene un papel importante en la bioquímica oceánica y se sabe que su presencia en bajas concentraciones indica una pobre actividad biológica, con gran cantidad de nutrientes y una baja producción de fitoplancton. Por lo tanto, es esperado encontrar contenido de hierro en agua marina y particularmente en estratos medio y superficial, en donde hay mayor actividad biológica.

En el AC4 se presentaron varias detecciones de Fe a diferentes profundidades. Los valores oscilaron entre 0.03 y 0.004mg/L, con una media de 0.011 mg/L. Los valores más altos se detectaron en las estaciones AC4-4 y en la AC4-13 mientras que los valores más bajos se detectaron en las estaciones AC4-17 y AC4-9, en ambos máximos y mínimos los valores se detectaron en la porción superficial de la columna de agua (Figura 6.43). No existen parámetros de comparación en las guías de referencia para el hierro.

Zinc (Zn)

El zinc es un metal de relevancia por ser precursor de la enzima usada por el fitoplancton marino para catalizar la conversión del NaHCO_3 a CO_2 (Morel et al., 1994). Debido a las características del zinc, este metal no se considera un contaminante, ya que es requerido por diversos organismos marinos como parte de su dieta (Medina, 2006). Sin embargo, al igual que el cobre, el zinc en grandes cantidades puede causar un efecto inhibitorio en el metabolismo.

Según Neff (2002), las concentraciones de zinc en aguas superficiales del océano atlántico y norte del pacífico se encuentran entre 0.006 y 0.12 $\mu\text{g/L}$ y las concentraciones tienden a decrecer con la profundidad, a más de 0.5 $\mu\text{g/L}$. En general, los efectos tóxicos del zinc en especies de invertebrados se observan en un rango de 1 a 10 mg/L.

De acuerdo en la Guía Australiana y Nueva Zelandesa para la Calidad de Agua Dulce y Marina, la concentración máxima del Zn en aguas es de 0.015 mg/L, en el AC4 se presentaron 18 estaciones con valores detectados de zinc que exceden el criterio de comparación.

4.2.1.11.5 Sedimento marino

Para la determinación de calidad del sedimento marino del Bloque 4, se definieron 20 estaciones de muestreo como se muestra en la Figura 4-19. Las estaciones de muestreo fueron denominadas como se menciona a continuación:

Tabla 4-15 Estaciones de muestreo para calidad del sedimento marino

Estaciones

AC4 19	AC4 15	AC4 13	AC4 8
AC4 17	AC4 16	AC4 7	AC4 9
AC4 20	AC4 10	AC4 12	AC4 18
AC4 14	AC4 11	AC4 6	AC4 54
AC4 55	AC4 53	AC4 52	AC4 51

La siguiente información fue tomada textualmente del estudio LBA:

Para la obtención de las muestras de sedimento marino se utilizó un equipo Box Corer, con el cual se colectaron 400 cm³ de sedimento aproximadamente por cada punto de muestreo (Figura 4-21). Este equipo aseguró la integridad de la muestra en su desplazamiento hasta la cubierta del buque.

El sedimento obtenido se colocó en los contenedores para el análisis de cada parámetro los cuales fueron etiquetados, sellados y empaquetados para su almacenamiento en hieleras a 4 °C y -20°C de acuerdo con los requerimientos para su posterior análisis y mantenimiento de la cadena de frío necesaria para su adecuada conservación, hasta su ingreso al laboratorio.

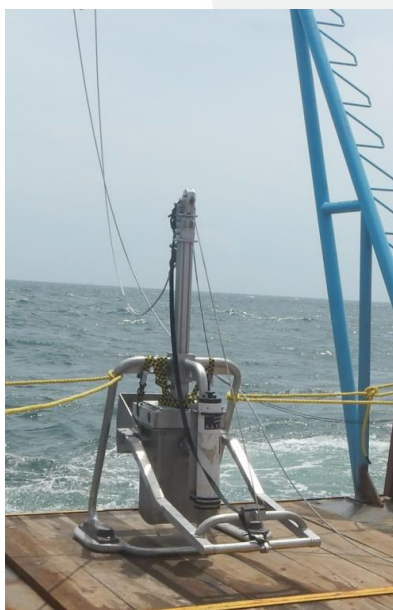


Figura 4-21 Box Corer de corte cuadrado utilizado en el muestreo de sedimento

El análisis de las muestras lo realizó el laboratorio ITS, el cual está acreditado ante la EMA a través del número R-0044-003/11 y aprobado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Los parámetros de calidad de sedimento se analizaron de acuerdo con los lineamientos de la

ASEA y los Términos de Referencia (aprobados en el oficio ASEA/UGI/DGGEERNCM/0021/2017), así como los métodos de análisis y tipo de contenedor, como se listan en la Tabla 4-16.



Tabla 4-16 Parámetros analíticos de los sedimentos marinos

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de laboratorio	Límite de Detección
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.						

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de laboratorio	Límite de Detección
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.						

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de laboratorio	Límite de Detección
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.						

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de laboratorio	Límite de Detección
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.						

Parámetros	Profundidad	Equipo de muestreo	Unidades	Preservación	Metodología de laboratorio	Límite de Detección
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.						

Los resultados analíticos fueron comparados contra los límites TEC (Concentración Umbral de Efecto - amenaza no potencial) y PEC (Concentración de Efecto Probable) presentados en las Guías Consensuadas de Calidad de Sedimento (CBSQG), desarrolladas por MacDonald et al. (2000). La CBSQG combina concentraciones de varias guías de intención narrativa similar, niveles de efecto inferior y superior, mediante un promedio geométrico para producir valores de efecto inferior y superior “consensuados” para contaminantes de interés. La fiabilidad en la predicción de la toxicidad en los sedimentos mediante el uso de la química de sedimentos coincidentes y los datos de toxicidad de los estudios de campo de los valores consensuados desarrollados ha sido evaluada mostrando que la mayoría de los valores consensuados de contaminantes individuales proporcionan una base precisa para predecir la presencia o ausencia de toxicidad. Adicionalmente utilizaron criterios establecidos por la USEPA y el Ministerio del Medioambiente y Energía de Ontario.

Los límites de cuantificación que manejan los laboratorios analíticos están validados por la EMA para los análisis usuales de suelo para los parámetros acreditados y aprobados, mencionados anteriormente, por lo cual están calculados para suelo continental y pueden ser ligeramente altos para sedimento marino. Sin embargo, todos los análisis y metodologías mantienen la calidad y validez.

Hidrocarburos (HTC, HAP, UCM) y metales

Los hidrocarburos fueron analizados por medio de extracción de fase sólida y cromatografía de gases. Se analizaron hidrocarburos alifáticos, aromáticos policíclicos de alto y bajo peso molecular (APM y BMP), mezcla compleja no resuelta² (UCM) e hidrocarburos totales. Se emplearon técnicas diferentes para cada uno de estos hidrocarburos. Para el caso de los metales, éstos fueron analizados por el método EPA 6010C-2007 en casi todos los casos, y para el caso del mercurio, por el método EPA 7470.

Los resultados analíticos del laboratorio fueron comparados contra los límites TEC (Concentración Umbral de Efecto - amenaza no potencial) y PEC (Concentración de Efecto Probable) presentados en las Guías Consensuadas de Calidad de Sedimento (CBSQG), desarrolladas por MacDonald et al. (2000). La CBSQG combina concentraciones de varias guías de intención narrativa similar, niveles de efecto inferior y superior, mediante un promedio geométrico para producir valores de efecto inferior y superior “consensuados” para contaminantes de interés. La fiabilidad en la predicción de la toxicidad en los sedimentos mediante el uso de la química de sedimentos coincidentes y los datos de toxicidad de los estudios de campo de los valores consensuados

desarrollados ha sido evaluada mostrando que la mayoría de los valores consensuados de contaminantes individuales proporcionan una base precisa para predecir la presencia o ausencia de toxicidad. Adicionalmente utilizaron criterios establecidos por la USEPA y el Ministerio del Medioambiente y Energía de Ontario.

Los límites de cuantificación que manejan los laboratorios analíticos están validados por la EMA para los análisis usuales de suelo para los parámetros acreditados y aprobados, mencionados anteriormente, por lo cual están calculados para suelo continental y pueden ser ligeramente altos para sedimento marino. Sin embargo, todos los análisis y metodologías mantienen la calidad y validez.

Isótopos, biomarcadores y COT

El CINVESTAV realizó análisis en sedimento de isótopos, biomarcadores, carbono orgánico total y HAP, cuya metodología se detalla a continuación.

Para el caso de los isótopos, la determinación de los porcentajes y razones isotópicas de C y N total se realizó siguiendo el procedimiento estándar de secado y molido. Para el caso del porcentaje y razón isotópica del C orgánico, se pretrataron las muestras con ácidos, las cuales fueron tamizadas y centrifugadas hasta obtener un residuo que es lavado y posteriormente secado y molido para su análisis.

Los valores de razón isotópica $\delta^{13}\text{CVPDB}$ y $\delta^{15}\text{NAIRE}$ se calcularon a partir de los valores de δ experimentales calculados por el software de equipo calibrando respecto a estándares certificados. Los estándares utilizados, los valores certificados y el número de réplicas utilizadas para calcular los valores de δ se muestran en la Tabla 4-17.

Tabla 4-17 Estándares utilizados, valores certificados y número de réplicas para análisis isotópico de C y N.

Estándar	Valores certificados		Número de replicas	
	$\delta^{13}\text{CVPDB}$ ($\pm s$)	$\delta^{15}\text{NAIRE}$ ($\pm s$)	n $\delta^{13}\text{CVPDB}$	n $\delta^{15}\text{NAIRE}$

Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

En cuanto a la determinación de carbono orgánico total, las muestras fueron analizadas usando una técnica de oxidación con bicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en medio ácido y titulación del exceso de oxidante con sulfato ferroso y usando difenilamina como indicador (Buchanan, 1984). La metodología completa se detalla en el reporte de CINVESTAV para COT.

Los biomarcadores fueron determinados por medio de extracción de disolventes presurizados aprobada por la EPA de EUA (SW-846 Method 6860 Method 3545A for Pressurized Fluid Extraction, aceptada por CLP SOW OLMO4.2), método por medio del cual se obtienen resultados de alta resolución según la NMX-AA-146-SCFI-2008.

4.2.1.11.5.1 Análisis de Sedimentos por Medio de Imágenes y Perfiles Fotográficos

Se tomaron fotografías digitales del lecho marino, así como el perfil de la primera capa de sedimento en cada punto de muestreo, con el fin de contar con más información sobre ecosistemas de fondo marino y características geomorfológicas particulares.

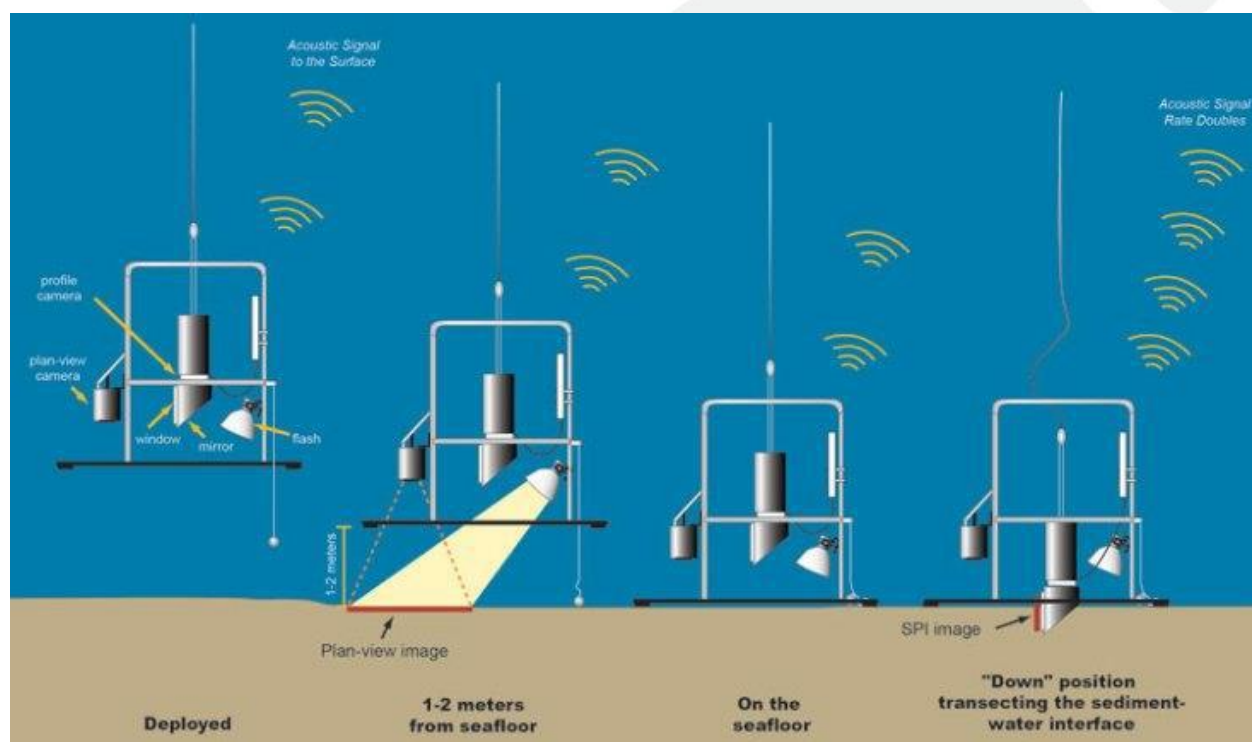


Figura 4-22 Captura de fondo marino usando el sistema “Sediment Profile Imaging” (SPI, Imagen de Perfil de Sedimentos)

Fuente: PETRONAS (2017)

Las imágenes ambientales de los fondos marinos se tomaron por medio de un sistema de cámara fotográfica digital con lámparas submarinas, montadas dentro de un marco de acero inoxidable.

Las fotografías se descargaron en un PC a través del cable de descarga USB y se copiaron en un CD-ROM. Se registraron tiempo, posición y profundidad de las imágenes.

Resultados en la Calidad de Sedimento Marino

Los sedimentos marinos constituyen el más grande y estable depósito final de las sustancias producidas en aguas superficiales y de aquellas introducidas en el mar por procesos naturales o antropogénicos. Entre las sustancias que se vierten al mar se encuentran principalmente los hidrocarburos, metales pesados, isótopos radiactivos y nutrientes; algunos de éstos se encuentran de forma natural mientras que otros se asocian a actividades industriales. Independientemente de cuál sea el mecanismo de entrada de estas sustancias al mar, los procesos naturales de sedimentación hacen que el depósito final de éstas sea el fondo marino, de modo que conocer la calidad de estos sedimentos es una aproximación importante para evaluar las condiciones ambientales de los ecosistemas marinos.

Para propósitos de este reporte, se dividieron los resultados en dos secciones principales: propiedades fisicoquímicas del sedimento (granulometría, textura y contenido de materia orgánica) y resultados analíticos (metales e hidrocarburos).

Propiedades fisicoquímicas

En los cuatro grandes sistemas (atmósfera, océano, tierra y agua dulce) del planeta hay elementos que se relacionan y se modifican entre sí a través de interacciones físicas y químicas; como resultado de estas interacciones se forman partículas llamadas sedimentos, éstos se pueden depositar en cualquier ambiente.

Los sedimentos son entonces, partículas sólidas (orgánicas o inorgánicas) producto del interperismo, que son transportadas y depositadas por agentes de erosión y que finalmente se acumulan.

El material que se sedimenta en el ambiente marino puede tener su origen en el continente o en el océano, puede ser de naturaleza orgánica o inorgánica y sus características se relacionan estrechamente con las condiciones ambientales que imperen al momento de su transporte y depósito. (Schropp y Windom, 1988; Schropp et al. 1990).

El análisis de los sedimentos es de gran utilidad para detectar la presencia de contaminantes en los sistemas acuáticos debido a la física de las partículas, a la interacción entre éstas y el medio (Azevedo, 1988).

Granulometría (partículas elementales)

Todos los elementos que componen a los sedimentos presentan una forma física que puede variar en tamaño y en composición. El tamaño representa las propiedades métricas de las partículas elementales mientras que la composición está relacionada con el origen o la fuente de cada partícula. El término granulometría se refiere al tamaño de la partícula elemental que constituye al sedimento. Las partículas se pueden agrupar en 4 grupos principales de acuerdo con su tamaño: Arcilla ($< 4 \mu\text{m}$), limo ($4 \mu\text{m} - 63 \mu\text{m}$), arena ($63 \mu\text{m} - 2 \text{mm}$) y grava ($> 2 \text{mm}$), Udden, (1914); Wentworth, (1922),

En general, la concentración de cualquier sustancia presente en el sedimento tiende a estar en función de la granulometría de este. La concentración será mayor en partículas más finas (arcillas) mientras que disminuye proporcionalmente conforme el tamaño de partícula va aumentando, en otras palabras, es más probable que un elemento de algún metal o hidrocarburo se adhiera a la superficie de una partícula de arcilla que a una de arena.

En el presente estudio se realizó el análisis granulométrico de las fracciones que componen al sedimento superficial obtenido del fondo marino en el AC4 para las 20 estaciones de muestreo.

En el presente estudio se realizó el análisis granulométrico de las fracciones que componen al sedimento superficial obtenido del fondo marino en el AC4 para las 20 estaciones de muestreo. La composición granulométrica está representada predominantemente por limos los cuales muestran valores de abundancia de entre el 58% y 80%. El máximo valor se detectó en la estación AC4-15 mientras que el mínimo se detectó en las estaciones AC4-2 y AC4-4. El segundo grupo granulométrico más abundante son las arenas, las cuales presentan abundancias de entre 13% y 34 %. El tercer grupo granulométrico más abundante fue el de las arcillas, las cuales presentan abundancias de entre 4% y 9% (Figura 4-23).

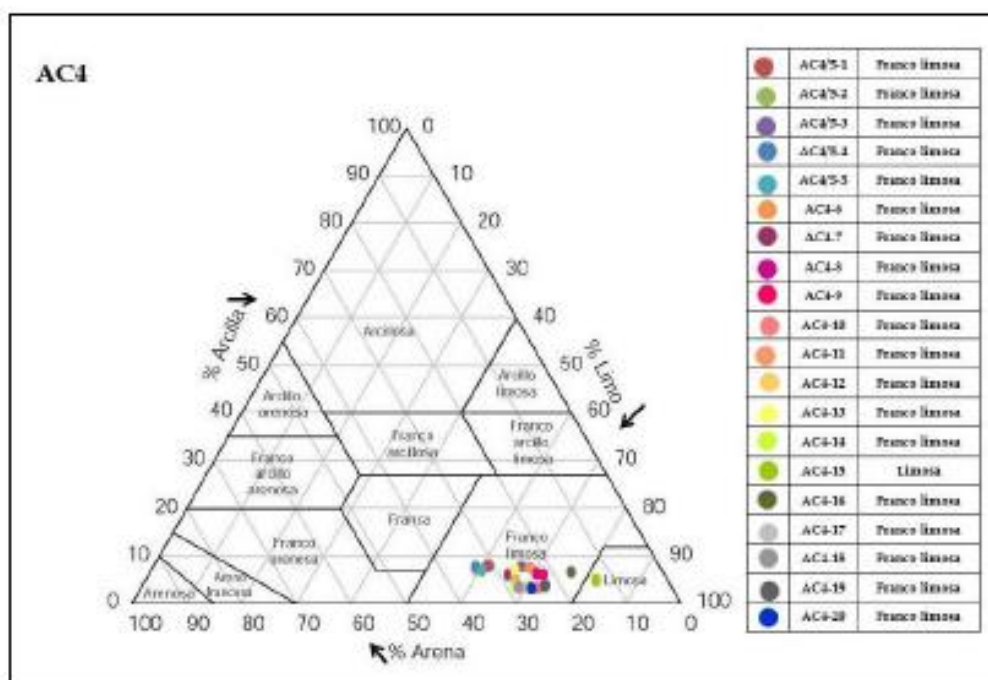


Figura 4-23 Variación granulométrica en el AC4.

Se observa que en todas las estaciones de muestreo la granulometría predominante son los limos y arenas, presentando una textura general franco arenosa.

Materia Orgánica (MO)

La materia orgánica del suelo constituye la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales, así como de sustancias producidas por organismos. En el medio marino, la materia orgánica puede provenir de un ambiente alóctono (partículas de origen terrestre que entran en el mar ya sea a través de los ríos o vía atmósfera) y/o autóctono (originados en el medio marino).

Wakeham & Lee (1993) indican que la materia orgánica presente en la columna de agua y que finalmente es acumulada en los sedimentos marinos, está compuesta por material orgánico autóctono y alóctono que es sometido a una intensa degradación durante su descenso por la columna de agua y sólo una pequeña fracción (< 10%) alcanza el suelo marino.

Entre los factores que influyen en la composición, cantidad, distribución y preservación de los restos orgánicos está la productividad primaria, profundidad, contenido de oxígeno disuelto en la columna de agua, tasa de sedimentación, bioperturbación y absorción de materia orgánica en las fases minerales (Stein, 1990; Hartnett et al., 1998; Hulthe et al., 1998 en Wakeham & Lee (1993).

La materia orgánica contribuye en: la capacidad de intercambio de cationes y aniones del sedimento determina la retención, la liberación y la disponibilidad de los nutrientes en las plantas,

libera nitrógeno, fósforo, azufre, estos inmovilizados durante la descomposición; almacena los nutrientes más importantes de las plantas, mejora la filtración de agua y su retención. Cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica presente (dentro de unos límites), mejor es la calidad del sedimento. Es importante mencionar que la determinación de la textura de los sedimentos y su contenido de materia orgánica es primordial en los estudios de los sistemas acuáticos porque se ha demostrado que la adsorción de contaminantes orgánicos hidrofóbicos y metales, se correlacionan con ambos (Calva et al., 2006).

De acuerdo con los análisis fisicoquímicos realizados en sedimentos superficiales provenientes del AC4 se establece que no se obtuvieron valores detectables para materia orgánica en ninguna de las 20 estaciones de muestreo. El valor mínimo de detección del equipo es de 4 mg/L, lo que indica que los valores del contenido de material orgánico en estos sedimentos oscilan entre 0 y 4 mg/L.

Potencial Reducción – Oxidación (Redox)

Las reacciones de óxido-reducción regulan el comportamiento de muchos de los compuestos químicos presentes en las aguas marinas. En ambientes donde su potencial redox es positivo indica que se favorecen las reacciones de oxidación, mientras que un ambiente donde su potencial redox es negativo indica que se favorecen las reacciones de reducción (Bohn et al. 1993).

Estas reacciones de óxido-reducción alteran el comportamiento de muchos compuestos químicos presentes en el agua o sedimento (p.ej. Fe, S, N, C, P y metales) como también la distribución y metabolismo de microorganismos. En el presente estudio se determinó el potencial redox de las 20 muestras del AC4. Los valores detectados oscilan entre 178.60 mV a 196.50 mV, estas lecturas son indicativas de medios oxidantes.

Resultados analíticos

La sección que se presenta a continuación muestra los resultados obtenidos del análisis de metales, Hidrocarburos poliaromáticos (HAPs), Isótopos estables, Biomarcadores y COT en sedimentos de las 20 estaciones de muestreo del AC4.

Hidrocarburos

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que contienen principalmente Carbono (C) e Hidrógeno (H), el número de carbonos y su estructura química determinan su clasificación (Alifáticos y Aromáticos). Éstos además son los principales elementos del petróleo y adicionalmente puede contener otros elementos como Azufre (S), Nitrógeno (N) y Oxígeno (O) y

como elementos traza: Vanadio (V), Níquel (Ni), Hierro (Fe), Aluminio (Al) y Cobre (Cu). Dentro de los hidrocarburos existen aquellos de tipo biogénico (sintetizados por la biota y el mar, microorganismos, plancton, algas y peces etc.) y existen los hidrocarburos biogénicos (provenientes de una transformación química y microbiana que ocurre en los sedimentos soterrados), así entonces, cada tipo de hidrocarburo tiene una firma geoquímica (composición molecular) que nos ayuda a determinar su origen, esto es muy útil en el sentido ambiental ya que podemos identificar si el hidrocarburo es de origen biogénico o antropogénico, incluso se puede determinar la fuente.

Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

El análisis de HTP detectó concentraciones por arriba de los límites de cuantificación del laboratorio exclusivamente para la fracción media. Para las fracciones ligera y pesada no se obtuvieron detecciones. Los niveles de las concentraciones de la fracción media oscilaron entre 23.62 y 63.4 mg/kg donde los valores máximos se encuentran en las estaciones AC4-3 y AC4-4 y los más bajos se detectaron en las estaciones AC4-2 y AC4-5.

Los resultados se compararon con el nivel de referencia de TEL (Threshold Effect Levels = 70 mg/kg) del SQRT (Screening Quick Reference Tables) de la NOAA o valor de concentración por debajo del cual los efectos adversos esperados son raramente observados. Ninguna de las 20 muestras analizadas excedió este nivel.

Al analizar la distribución espacial no se observa patrón alguno en la distribución de HTP.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)

Los HAPs son un grupo de compuestos presentes en el petróleo (Overton, 1994) que se consideran los más tóxicos de los hidrocarburos. Una vez que los HAPs son liberados al ecosistema acuático, la degradación a través de microorganismos es a menudo lenta lo que conduce a su acumulación en los sedimentos, plantas acuáticas y terrestres, peces e invertebrados expuestos (ATSDR 1997). Actualmente, se asume que todos los HAPs son principalmente pirolíticos y que en medios costeros y marinos provienen de fuentes antropogénicas. Cada una de las fuentes presenta un patrón de poliaromáticos característico que permite identificar los procesos que los generaron (Benlahcen, et al., 1997; Socio, et al., 2000). Para determinar el origen de los HAPs uno de los criterios desarrollados corresponde a la razón Fluoranteno/Pireno (Flu/Py) el cual se utiliza como una forma de discriminar entre la procedencia petrogenética o pirolítica. La predominancia de hidrocarburos aromáticos de alto peso molecular indica que los HAPs son de origen pirogénico (Companioni-Damas, E, et al., 2011).

El análisis de sedimento realizado no mostró detecciones de HAP por arriba de los límites de cuantificación del laboratorio. Por lo que CINVESTAV realizó un análisis de la fracción granulométrica más fina del sedimento. Los resultados de la fracción fina mostraron valores que van de 0.063 a 0.351 $\mu\text{g/g}$. Los valores máximos se detectaron en las estaciones AC4-4 y AC4-3 mientras que los valores más bajos se encontraron en las estaciones AC4-17, AC4-20 y AC4-11.

Los resultados de HAP se compararon contra los niveles de riesgo según las guías de calidad ambiental canadienses (1999, 2001). De acuerdo con esta guía de referencia, el fluoreno y el fenantreno, ambos HAP-BPM (indicadores de contaminación petrogénica), rebasaron los niveles internacionales de bajo riesgo con valores cercanos al límite inferior de un riesgo moderado. De la misma forma los HAP-BPM totales estuvieron en el rango bajo de un riesgo moderado.

Esto indica que recientemente hubo algún tipo de contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo y es necesario analizar los biomarcadores para determinar una fuente más precisa de potencial contaminación.

El criseno se considera como un hidrocarburo aromático policíclico tóxico de alto peso molecular. Éste estuvo presente en el 80% de las estaciones; sin embargo, los niveles detectados estuvieron muy por debajo del límite superior de un riesgo bajo, por lo que las estaciones pueden considerarse como no contaminadas directa y recientemente por petróleo crudo.

Ninguno de los hidrocarburos aromáticos policíclicos de alto peso molecular presentó valores con algún riesgo.

Biomarcadores

En los sedimentos marinos se encuentran los reservorios finales de los hidrocarburos que han llegado al mar por causa antropogénica o por fuentes naturales. Estos petróleos están expuestos a diversos procesos químicos como evaporación, disolución, dispersión, oxidación, emulsificación, degradación y adsorción a materia particulada (Zakaria et al., 2000). Es por eso que, en los sedimentos, se pueden encontrar hidrocarburos de diversos tipos, desde alcanos derivados de algas o plantas y esteranos y hopanos del petróleo crudo (Gómez y Azevedo 2003, Maderios y Bicego, 2004). Debido a esta variabilidad en las fuentes de hidrocarburos en los sedimentos, se utilizan diversos compuestos o tasas entre compuestos de origen específico para diferenciar entre fuentes petrogénicas y biogénicas.

Los biomarcadores, también conocidos como marcadores biológicos, son compuestos orgánicos fósiles presentes en las muestras geológicas. Conservan la estructura básica de sus moléculas

precursoras, de origen biogénico, a través del registro geológico, por lo que permiten correlacionar entre aceites crudos y entre aceites y rocas generadoras, lo cual a su vez permite relacionar los caminos de migración del petróleo con los depósitos de estos (García, Puntieri y Gernot, 1999).

En forma inequívoca la estructura carbonada de los biomarcadores se preserva de tal forma que es reconocible; a pesar de la diagénesis y de gran parte de la catagénesis, dichos biomarcadores mantienen su estructura carbonada a través de sus procesos de maduración y además tienen grupos funcionales que contienen oxígeno ya que provienen de lípidos de los organismos.

Los patrones de marcadores biológicos del petróleo crudo se usan comúnmente para relacionar el petróleo con su origen geológico y para discriminar atributos de la roca madre como litología, ambiente de deposición, tipo de kerógeno y madurez. El determinar la distribución de los marcadores biológicos permite la caracterización y distinción de fuentes de petróleo marino antiguo y petróleo no marino (Peters et al., 1986).

Algunos de los índices que se utilizan para determinar el origen de los hidrocarburos en muestras de sedimento son:

- Biomarcadores alifáticos e hidrocarburos no aromáticos. Las fuentes de estos hidrocarburos son naturales por fotosíntesis de algas marinas que viven en la superficie o antropogénica. Los análisis se pueden usar para detectar petróleos derramados y da información adicional en la fuente de la contaminación por hidrocarburos y el grado de degradación del derrame (Tolsa et al., 2004).
- El Índice de Preferencia de Carbono (ICP) se usa para estimar la madurez térmica del petróleo maduro y para identificar la fuente de hidrocarburos en diferentes muestras. Los petróleos maduros generalmente tienen concentraciones similares de n-alcanos pares e impares y el IPC será de 1, lo cual indicará que la fuente de los hidrocarburos es petrogénica. Valores mayores a 1 indican que los hidrocarburos presentes son de origen biogénico, mientras que valores menores a 1 indican un ambiente carbonatado o hipersalino (Fingas 2016).
- Relación Pristano/Fitano (Pri/Fi): Los valores cercanos a 1 indican hidrocarburos derivados del petróleo (Broman et al., 1987), mientras que los valores de entre 1.4 hasta 6.7 indican hidrocarburos de origen biogénico (Lecaros et al., 1991).
- Índices de Pristano/n-C17 y Fitano/n-C18. Estos índices evalúan la presencia de aceite y la relativa biodegradación de n-alcanos. Cuando los valores son menores a 1 estos índices

sugieren la presencia de aceite degradado, mientras que índices mayores a 1 sugieren una baja degradación y una fuente petrogénica de hidrocarburos (Zrafi 2013). Cuando las concentraciones de hidrocarburos son, además, altas, los índices elevados indican presencia de petróleo fresco (Colombo et al., 1989).

Los sedimentos contaminados por hidrocarburos petrogénicos tendrán concentraciones relativamente altas de HAP de bajo peso molecular (BPM) (Tolsa et al., 1996), mientras que los HAP de alto peso molecular (APM) indicarán una fuente típicamente pirolítica (Budzinski et al. 1997). La presencia de Fluoranteno y Pireno indicará una fuente pirogénica.

Cuando la proporción entre HAPs de bajo peso molecular y HAPs de alto peso molecular esta proporción es menor a 1 los HAPs son mayormente de origen pirogénico, mientras que cuando la proporción es mayor a 1, los HAPs son de origen petrogénico (Yunker et al. 2002).

Los resultados del análisis de biomarcadores se describen brevemente a continuación:

17 α (H),21 β (H)-hopano

Los resultados de las tasas de 17 α (H),21 β (H)-hopano/C18, 17 α (H),21 β (H)-hopano/Fitano, 17 α (H),21 β (H)-hopano/n-alkanes fueron menores a 1, lo cual indica que la contaminación por hidrocarburos es de origen antropogénico y no por petróleo crudo.

ICP

El ICP estuvo cerca de valores de 1 en las 20 estaciones muestreadas, lo que indica que la fuente de los hidrocarburos es petrogénica y el promedio de 0.25, lo cual indica que las muestras provienen de un ambiente carbonatado.

Razón Pristano:Fitano

Las relaciones Pristano/Fitano presentó valores cercanos a 1 en el 85% de las estaciones mientras que el otro 15 % presenta valores >1 y < 1.6, con un promedio de 0.88 lo que sugiere presencia de hidrocarburos derivados del petróleo.

Razón Pristano: alcanos C17 y Fitano: alcanos C18

El promedio de las razones entre Pristano y alcanos C17 y de Fitano y alcanos C18 indican que la presencia de hidrocarburos proviene de una fuente petrogénica.

Razón entre hidrocarburos aromáticos policíclicos de bajo peso molecular e hidrocarburos

aromáticos policíclicos de alto peso molecular

La mitad de las estaciones presentaron valores mayores a 1, llegando incluso a valores cercanos a 4, en la relación entre HAPs de bajo peso molecular y HAPs de alto peso molecular, lo que indica que el origen de los HAPs presentes en el sedimento son de origen mixto (petrogénico y pirogénico).

En conclusión, los resultados de biomarcadores en sedimento indican que la mayor parte de los hidrocarburos detectados y medidos en el área de estudio no son de origen petrogénico y los pocos que sí lo son (a niveles de riesgo moderado), posiblemente no se originaron en el área de estudio.

Isótopos de carbono y nitrógeno

Los isótopos son variantes de un mismo elemento que difieren en la masa atómica por contener en su núcleo un número de neutrones diferente. Pueden ser estables o radioactivos dependiendo de la capacidad del núcleo de mantener el exceso de energía aportado por los protones adicionales. Si ese exceso provoca inestabilidad nuclear se produce el rompimiento nuclear con la emisión de partículas de alta energía, radioactividad, hasta alcanzar una configuración nuclear estable, incluso con la formación de un elemento diferente.

Cuando el núcleo soporta la energía adicional el isótopo es estable y no se modifica su composición nuclear con el tiempo. Por ejemplo, de los isótopos del carbono con masa 12 (^{12}C), 13 (^{13}C) y 14 (^{14}C), los dos primeros son estables y el ^{14}C es radioactivo.

Análogamente, los isotopómeros son las variedades de un mismo compuesto químico que difieren en su masa molecular como resultado de las diferentes combinaciones de los isótopos de los elementos que lo componen. Así, para el CO_2 , entre otras, podemos encontrar las composiciones $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$, $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$, $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$, con masas de 44, 45 y 46 respectivamente. Son tres isotopómeros estables del mismo compuesto y por lo tanto sus propiedades químicas son las mismas. Sin embargo, las diferencias entre las masas provocan que las propiedades fisicoquímicas que dependen de la masa sean ligeramente diferentes, como los coeficientes de difusión molecular o la estabilidad de los enlaces C-O.

Aunque las abundancias de los isótopos estables en la escala global son fijas, por esas sutiles pero significativas diferencias en sus propiedades su distribución no es homogénea. Las diferencias en la “marca isotópica” se observan tanto asociadas a la localización como al tipo de compartimento. Si una cierta cantidad de materia con una composición isotópica dada en su estado inicial sufre transformaciones por mezcla, transporte, cambio de estado, reacción química o

proceso bioquímico, la razón isotópica del estado final será diferente a la del estado inicial. Por lo que la composición isotópica de un material puede proporcionar información sobre su origen e historia

Los isótopos estables del C orgánico y del N sedimentarios han sido ampliamente utilizados como variables de aproximación de procesos ocurridos en la columna de agua y a lo largo del proceso de sedimentación. Debido al fraccionamiento isotópico que tiene lugar en diversos procesos biogeoquímicos como la asimilación de nutrientes y CO₂ o la reducción del nitrato, las relaciones isotópicas estables del N y el C orgánico se utilizan como indicadores de las variaciones del pasado en la utilización de nutrientes, desnitrificación, concentración de CO₂ atmosférico o para distinguir entre las fuentes de MO terrestre y marina (Müller, et al., 1983; Voß y Struck, 1997).

La relación isotópica del C ($\delta^{13}\text{C}$) constituye una herramienta fundamental de discusión de los posibles orígenes de la materia orgánica. Además de utilizarse como parámetro de distinción entre ambos orígenes (marino y continental) permite identificar la materia orgánica de diferentes tipos de plantas terrestres (Meyers, 1997). La materia orgánica de origen marino presenta valores de $\delta^{13}\text{C}$ que se encuentran típicamente entre -20‰ y -22‰ , pudiendo variar dependiendo de su origen: fitoplancton (-18‰ y -30‰), algas pardas (-14‰ y -23‰), algas verdes (-18‰) o algas rojas (-33‰) (Goñi y Hedges, 1995).

En el AC4 los valores de nitrógeno total oscilaron de 0.08 % a 0.13%, mientras que el carbono orgánico varió de 0.64% a 0.98%. La relación C/N en las 20 estaciones de muestreo varió de 5.39 a 7.92. En cuanto al $\delta^{13}\text{C}$, los valores mostraron una distribución bastante estrecha promediando -20.00 . Se observó una variación regular de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ con respecto a la profundidad.

A grandes rasgos los resultados presentaron un valor que parece ser atípico por el valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y la relación N/CORG, lo pudiera deberse a una contaminación por hidrocarburos de petróleo (800-1000 $\mu\text{g/g}$ de sedimento seco). Al ser una sola muestra la que presentó este resultado en específico, se concluye que el resultado es una eventualidad y no una situación general de la zona. Por lo tanto, no hay evidencia de que actualmente se presente una contaminación significativa por petróleo.

Carbono orgánico total (COT)

El carbono orgánico total (COT) se define como el contenido de carbono que forma parte de la materia orgánica del sedimento y proporciona una medida de la cantidad total de materia orgánica oxidable, este parámetro nos ayuda a determinar la calidad de los sedimentos. El COT forma parte del ciclo del carbono, en los sedimentos éste es afectado por las reacciones geoquímicas llevadas

a cabo en la interfase agua-sedimento, como son el intercambio y la difusión de iones disueltos o adsorbidos y por diversos compuestos y gases (Kennish, 1986). En cuanto a la distribución de COT en sedimentos, ésta depende de varios factores entre los que se incluyen: la tasa de sedimentación, el tirante de agua, el flujo del carbono orgánico desde la superficie.

En el AC4 los mayores valores de COT se presentaron en las estaciones AC4-18 y AC4-12 ambas situadas al sureste del AC4 a aproximadamente 86 km de la costa. Los valores de COT alcanzados en esos puntos (0.961 % en AC4-18 y 0.948 % en AC4-12) son los más elevados en toda el área estudiada sin embargo son casi la mitad más bajos que los publicados por Seiter et al. (2004) quienes obtuvieron el valor de 1.5 % para la mediana de COT para sedimentos de las costas de todo el mundo. Por el contrario, las menores concentraciones de COT se alcanzan en AC4- 5, AC4-17 y AC4-6, en estos puntos se obtienen los niveles de COT con valores más bajos (0.604%, 0.620% y 0.668 % respectivamente) que el valor obtenido por Seiter et al. (2004).

Metales

Los metales son componentes naturales de la corteza de la tierra que son cinco veces más pesados en densidad que el agua. Su presencia en las aguas y sedimentos oceánicos es el resultado de la interacción entre la dinámica terrestre y la actividad antropogénica (pe. Industria minera, petrolera, descarga de aguas residuales al mar etc.).

Como se mencionó anteriormente, la concentración de metales en sedimentos tienden a variar espacialmente, su magnitud depende de la granulometría del sedimento, de la fuente mineral y de la composición química de las partículas sedimentarias (Schropp y Windom 1988, Loring 1991, Cooke y Drury 1998, Shiff y Weisberg 1999, Weisberg et al. 2000) .

En la Tabla 6.13, se muestran los valores de la concentración de los metales analizados para el AC-4 (Al, Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, V, Ba, Sn, Co, As, Fe y Mn).

La distribución espacial de todos los metales cuyas concentraciones rebasaron o están cerca de los criterios de comparación. El Cd, Hg y Se no presentaron valores detectables en ninguna de las estaciones de muestreo, por lo que no son discutidos en este reporte.

Aluminio (Al)

El aluminio es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre. Se encuentra ampliamente distribuido en todo tipo de rocas, principalmente en ígneas dónde se presenta formando minerales aluminosilicatados. Durante el intemperismo este elemento es liberado de los minerales primarios y es precipitado en minerales secundarios, principalmente en forma de arcillas.

Bajo condiciones de pH ácidas genera sales mientras que en condiciones alcalinas forma compuestos aluminatos solubles (Freeman y Everhart, 1971). El mineral industrial más significativo es la bauxita con un contenido entre el 55% y el 65 % de alúmina (óxido de aluminio Al_2O_3). El aluminio tiene múltiples usos industriales y se utiliza en cantidades mucho mayores que cualquier otro metal no ferroso, se puede alea con otros elementos.

En el AC 4 la concentración media del Al fue de 8881 mg/kg, las concentraciones más altas se detectaron en las estaciones AC4-11, AC4-14 y AC4-18, mientras que las concentraciones más bajas se detectaron en las estaciones AC4-3 y AC4-17. No se tiene un estándar de comparación para el Al debido a la abundancia de este elemento en la tierra.

Zinc (Zn)

El zinc (Zn) se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y constituye aproximadamente un 0,02 % de la corteza terrestre, ocurre en el aire, agua y suelo, sin embargo, en las últimas décadas la concentración de este elemento en agua y sedimento están aumentando debido la adición de Zn a éstos a través de actividades industriales.

De acuerdo con MacDonald, D. et al., (2000) el valor de concentración de efecto probable para este elemento en sedimentos es de 460 mg/kg, dicho valor se usó como criterio de comparación. En el AC-4 la concentración media del Zn en las 20 estaciones de muestreo fue de 9.51 mg/kg, su mayor concentración se detectó en las estaciones AC4-14 y AC4-18 mientras que el valor más bajo se detectó en la estación AC4-3. El máximo valor detectado fue 12.86 mg/kg procedente de la estación AC4-18 y el cual no sobrepasa el valor de comparación usado para este elemento.

Plomo (Pb)

El plomo (Pb) forma parte de un grupo de elementos cuya abundancia tiene un origen natural y antropogénico. Su uso generalizado en diversas actividades como en la industria del petróleo, en la explotación minera, en la metalurgia ha afectado el ciclo natural del Pb dando lugar a una importante contaminación en varios lugares del mundo y en diferentes sistemas ambientales. De acuerdo con MacDonald, D. et al., (2000), los valores de concentración de efecto probable para este elemento en sedimentos son de 130 mg/kg. En el AC4 los valores detectables para Pb presentan una concentración media de 2.85 mg/kg, los mayores valores se presentaron en la estación 14 mientras que los valores más bajos se presentaron en la estación AC4-10. El máximo valor detectado fue de 5.08 mg/kg proveniente de la estación AC4-19, este valor no sobrepasa el criterio de comparación usado en para este elemento.

Cobre (Cu)

El Cu se presenta en el ambiente de forma natural como metal nativo y en minerales sulfurados, sin embargo, actividades antropogénicas han aumentado su concentración en mares y sedimentos. Debido a sus propiedades eléctricas, más del 75 % del cobre que se produce se utiliza en la industria eléctrica. De acuerdo con MacDonald, D. et al., (2000), los valores de concentración de efecto probable para este elemento en sedimentos son de 150 mg/kg. En el AC-4 la concentración media en las 20 estaciones de muestreo fue de 6.89 mg/kg, el máximo valor se detectó en la estación 15 mientras que los valores más bajos se presentaron en las estaciones 3 y 17. El máximo valor detectado fue de 7.96mg/kg proveniente de la estación 15, este valor no sobrepasa el criterio de comparación usado para este elemento.

Cromo (Cr)

El cromo es un metal pesado en cuyo estado de oxidación VI (cromatos y dicromatos) es fuertemente oxidante y muy tóxico. La concentración natural de Cr en suelos superficiales varía ampliamente y depende fuertemente del tipo de roca madre a partir del cual se haya formado. En ambientes costeros está íntimamente asociado a desechos industriales, a la minería, y galvanoplastia, así como a la industria de fertilizantes (Villanueva, S. et al., 1992).

El valor de concentración usado como criterio de comparación para este elemento es de 110 mg/kg (ver MacDonald, D. et al., 2000). El contenido de Cr presente en los sedimentos de las 20 estaciones de muestreo presentó un valor medio de 9.65 mg/kg. El máximo valor se detectó en la estación AC4-14 mientras que el más bajo se detectó en la estación AC4-3. El valor máximo obtenido fue de 13 mg/kg proveniente de la estación AC4-14 y el cual no supera el valor de comparación usado para este elemento.

Níquel (Ni)

El Ni es un metal denso el cual aparece principalmente como mineral combinándose con otros elementos, en forma de metal se puede encontrar en meteoritos y en el núcleo de la tierra. Asociado a las actividades antropogénicas se sabe que ~65% del Ni consumido se emplea en la fabricación de acero inoxidable, otro 12 % en superaleaciones de níquel. El restante 23 % se reparte entre otras aleaciones, baterías recargables, catálisis, acuñación de moneda, recubrimientos metálicos y fundición.

El valor de concentración usado como criterio de comparación para este elemento es de 49 mg/kg (ver MacDonald D. et al., 2000). En el AC-4 el Ni presenta una concentración más alta en las

estaciones AC4-14 y AC4-16, mientras que las concentraciones más bajas detectadas están presentes en las estaciones AC4-3 y AC4-5. El valor medio de las 20 estaciones de muestreo fue de 12.82 mg/kg. El valor máximo obtenido es de 15.08 mg/kg proveniente de la estación AC4-16 y el cual no excede el valor de comparación empleado para este elemento.

Vanadio (V)

El V es un metal que se utilizó inicialmente en aleaciones con hierro y acero, varios de los compuestos de vanadio se emplean en la industria química, sobre todo en la fabricación de catalizadores de oxidación y en la industria cerámica como agentes colorantes. En la naturaleza lo podemos encontrar en algas, plantas, invertebrados, peces y muchas otras especies, pero no en el ser humano. Se presenta como elemento traza en los combustibles fósiles; la razón por la cual la presencia de este metal en el ambiente es cada vez mayor es principalmente por la exploración, explotación y quema de combustibles fósiles los cuales liberan al ambiente grandes cantidades de vanadio (Altamirano-Lozano, M.; Rodríguez, J. 2006). De acuerdo con las Guías de Calidad Ambiental Canadiense (CEQG, por sus siglas en inglés, Canadian Environmental Quality Guidelines) el valor máximo de concentración en sedimentos es de 130 mg/kg el cual se ha usado aquí como criterio de comparación. De acuerdo con los resultados obtenidos el V presenta un valor promedio para las 20 estaciones de 15.44 mg/kg. Los valores de concentración más altos se detectaron en la estación AC4-14 mientras que los valores más bajos se detectaron en la estación AC4-3. El máximo valor obtenido es de 22 mg/kg el cual fue detectado en la estación AC4-14, este valor no excede el criterio de comparación usado para este elemento.

Bario (Ba)

El bario es un elemento metálico que reacciona fuertemente con el agua y con alcohol, en la naturaleza lo podemos encontrar formando compuestos sólidos que existen en forma de polvos o cristales. Estos compuestos tienen muchos usos importantes principalmente en la industria del petróleo (en lodos de perforación), la industria química, en la cerámica, en la refinación del azúcar, la manufactura de papel y como veneno para animales. De acuerdo con las guías de calidad de La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos de Norteamérica (EPA), la concentración máxima de este elemento en sedimentos es de 60 mg/kg.

Los valores detectados para este elemento en el AC4 no rebasan el valor usado como criterio de comparación para este elemento, sin embargo 2 de las 20 muestras presentan valores muy cercanos a este. El promedio de los valores en las 20 estaciones de muestreo para Ba fue de 43.47 mg/kg, en donde los valores más altos se detectaron en las estaciones AC4-11 y AC4-14

mientras que los valores más bajos se presentaron en la estación AC4-17. Las concentraciones más altas son de 52.59 y 52.22 mg/kg y se presentaron en las estaciones AC4-11 y AC4-14 respectivamente.

Cobalto (Co)

El cobalto es un elemento traza esencial para el crecimiento del fitoplancton marino y es aportado al océano desde el continente mediante los sistemas estuarinos (Tovar-Sánchez et al., 2004).

Este elemento ocurre de forma natural en el medio ambiente en el aire, agua, suelo, rocas, plantas y animales.

Los usos del cobalto se limitan (en el caso del cobalto metálico) a formar aleaciones con otros metales, estas aleaciones tienen una variedad de usos en aplicaciones militares e industriales en motores de aviones, imanes, en herramientas cortantes y para triturar. Los compuestos de cobalto se usan como colorantes en vidrio, cerámicas y pinturas, como catalizadores y en productos para secar pinturas.

En forma radiactiva, el ^{60}Co se usa como fuente de rayos gama usados para esterilizar equipos médicos, en quimioterapia y para manufacturar plásticos. El ^{60}Co se ha usado también para irradiar alimentos, este proceso puede utilizarse para esterilizar o prolongar la vida de alimentos, para matar bacterias, para desinfectar frutas y granos y para retardar la maduración de frutas.

De acuerdo con las Guías de Calidad Ambiental Canadiense, la concentración máxima de Co en sedimentos es de 50 mg/kg. Se detectó presencia de este elemento en las 20 estaciones de muestreo presentando un valor de concentración promedio de 3.58 mg/kg. Las concentraciones más altas se obtuvieron en las estaciones AC4-11 y AC4-14, mientras que las concentraciones más bajas se detectaron en las estaciones AC4-3, AC4-5 y AC4-17. El máximo valor detectado fue de 4.60 mg/kg en la estación AC4-11 el cual no excede el criterio de comparación usado para este elemento.

Arsénico (As)

El arsénico es un metaloide que se encuentra en la naturaleza tanto de forma natural, como asociado a actividades antropogénicas. Puede presentarse en el medio ambiente bajo diferentes formas químicas y su toxicidad depende de la especie química en que se presenta. El estado de oxidación del arsénico es importante porque afecta a su movilidad, persistencia y toxicidad.

La presencia de arsénico en el medio ambiente puede atribuirse en ocasiones a fuentes naturales

ya que éste se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre. La movilización del arsénico puede ser debida a procesos naturales, como la erosión del terreno, la actividad biológica o emisiones volcánicas. Sin embargo, otras veces, la liberación del arsénico al medio ambiente tiene un origen antropogénico; buena prueba de ello es la actividad minera, así como la producción de vidrio o la incineración de combustibles fósiles (Smedley P L, Kinniburgh D G, 2002; Van Herreweghe S et al., 2003; Segura M, et al., 2002).

El valor de concentración usado como criterio de comparación para este elemento es de 49 mg/kg (ver MacDonald D. et al., 2000). En el AC-4 se presentaron siete estaciones con valores detectables para As, la AC4-3, AC4-8, AC4-10, AC4-12, AC4-13, AC4-14 y AC4-19, los valores obtenidos presentaron una media de 4.83, los máximos valores se detectaron en las estaciones AC4-12 y AC4-14 y fueron de 5.96 y 7.68 mg/kg, mientras que los más bajos se detectaron en las estaciones AC4-8 y AC4-13 y fueron de 3.17 y 3.18 mg/kg.

Ninguno de los valores excede el valor de comparación usado para este elemento, sin embargo, su presencia es un indicativo de aporte externo, posiblemente asociado a hidrocarburos pesados como el bitumén ya que están asociados a él (Agudo, A., 2010).

Hierro (Fe)

El hierro es el cuarto elemento más abundante en la tierra, superado únicamente por el oxígeno, el silicio y el aluminio se emplea para aumentar la densidad de los líquidos en las perforaciones petrolífera.

El valor de concentración usado como criterio de comparación para este elemento es de 40000 mg/kg (ver Persaud, D.R. et al., 1993). Los valores obtenidos para el AC-4 varían de 8124 y 14150 mg/kg con una media de 10789 mg/kg.

El valor máximo se presentó en la estación AC4-18 mientras que el valor más bajo se detectó en las estaciones AC4- 3 y AC4-17. Ninguna de las muestras analizadas presentó valores por arriba del criterio de comparación.

Manganeso (Mn)

El manganeso es un metal de transición que se encuentra de forma natural en diversos tipos de rocas en combinación con otros metales como el hierro. Se utiliza como aditivo en gasolinas, en baterías, en la producción de aleaciones, en la producción de acero y en algunos lugares del mundo para fabricar monedas, de todos ellos la industria siderúrgica es la principal consumidora de manganeso (Rodríguez-Díaz, 2004).

En cuanto a los niveles máximos permitidos, el valor de concentración máximo en sedimentos usado como criterio de comparación para este elemento es de 1100 mg/kg (ver MacDonald D. et al., 2000). Los valores detectados para este elemento en el AC-4 presentan una variación de 204.3 a 5265 mg/kg con una media de 2161 mg/kg. El valor máximo se detectó en la estación 4 y el valor más bajo en la estación AC4-18. El 75% de las muestras analizadas presentan valores por arriba del criterio de comparación. Debido a que el Mn y el Ba son dos elementos que se usan en los lodos de perforación se graficó su ocurrencia en el AC4 y se pudo observar que en general muestran un mismo comportamiento, sin embargo, los valores máximos no coinciden en las estaciones.

Estaño (Sn)

El estaño es un elemento metálico que forma enlaces originando compuestos inorgánicos que presentan una toxicidad relativamente baja. Puede unirse covalentemente a grupos orgánicos originando compuestos que poseen efectos tóxicos sobre la actividad biológica. El estaño en su forma inorgánica es un elemento inocuo para la flora y la fauna, sin embargo, la presencia de sustituyentes orgánicos le confiere de un carácter lipofílico del que deriva su toxicidad. Entre los usos del estaño, una aplicación importante es el recubrimiento de envases de acero para conservar alimentos y bebidas, en aleaciones para soldar, bronce, pletres y aleaciones industriales diversas. Los productos químicos de estaño, tanto inorgánicos como orgánicos, se utilizan mucho en las industrias de galvanoplastia, cerámica y plásticos, y en la agricultura. De acuerdo con las Guías de Calidad Ambiental Canadiense, la concentración máxima de Sn en sedimentos es de 50 mg/kg. En el AC4 Los valores detectados para las 20 estaciones de muestreo oscilan entre 9 y 47 mg/kg con una media de 19.36 mg/kg. El valor máximo detectado se obtuvo en la estación AC4-9 mientras que los valores mínimos se detectaron en las estaciones AC4-1 y AC4-17.

El máximo valor fue de 76.53 en la estación AC4-9. Pese a que la mayoría de los valores detectados no exceden el criterio de comparación, una muestra proveniente de la estación AC4-9 presentó un valor de 76.53 el cual excede el valor de comparación usado para este elemento.

Cadmio (Cd)

El análisis realizado por el laboratorio no reportó detecciones de este metal en el sedimento marino; lo cual indica que la presencia de Cd sería menor a 0.5593 mg/kg (límite de detección del método).

Mercurio (Hg)

El análisis realizado por el laboratorio no reportó detecciones de este metal en el sedimento marino;

lo cual indica que la presencia de Hg sería menor a 0.038 mg/kg (límite de detección del método).

Selenio (Se)

El análisis realizado por el laboratorio no reportó detecciones de este metal en el sedimento marino; lo cual indica que la presencia de Se sería menor a 3.48 mg/kg (límite de detección del método).

4.2.1.12 Hidrología subterránea

La hidrogeología o hidrología subterránea es parte de la hidrología que trata de las aguas que están almacenadas y discurren dentro de la tierra.

La hidrogeología representativa del municipio de Tampico se compone en su mayoría de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, en segundo lugar, hay existencia de terrazas marinas, gravas, arenas, limos, depósitos aluviales y lacustres, también hay presencia de rocas sedimentarias predominantemente arcillosas y en mucho menor proporción rocas volcánicas.

Tampico a la provincia hidrogeológica de México No. 7 que es la Planicie costera del Golfo de México, la cual se describe como planicies relativamente bajas poco discretas que descansan sobre una interestratificación por suaves cadenas de montañas compuestas por rocas sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico y por rocas volcánicas del Cenozoico. El rango de variación de las características hidráulicas de los acuíferos dominantes es de transmisividad: 500 a 10, 000 km², conductividad: 5 a 100 m/d, lámina de recarga: 5 a 500 mm/año y producción por pozo: 10 a 100 L/s (CNA, 1992).

De acuerdo con lo publicado por la CONAGUA en el Atlas del Agua en México (2018) el estado de Tamaulipas no presenta indicios de sobreexplotación en sus acuíferos.

Otra problemática que modifica las características de la calidad del agua y condiciones de los acuíferos es la intrusión marina y/o bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres. Para finales del 2017 se habían identificado 32 acuíferos con presencia de suelos salinos y agua salobre, localizados principalmente en la Península de Baja California y en el altiplano mexicano. En tal caso, el municipio de Tampico no presenta este fenómeno.

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA) de la CONAGUA, existen 2 zonas de disponibilidad de acuíferos. El SAR contempla los de la zona de disponibilidad 3 y 4, estos son:

Tabla 4-18 Acuíferos dentro del SAR

Entidad Federativa	Clave del acuífero	Zona de disponibilidad	RHA
Tamaulipas	2813	3	Golfo Norte
Tamaulipas	2809	4	Golfo Norte

Sólo uno de los acuíferos (3017, Tampico – Misantla) pertenecientes se presentan en veda, la cual tiene por nombre Cuenca del Río Guayalejo y Pueblo Viejo.

En cuanto a acuíferos de reserva o de reglamentos no se encuentran contemplados los acuíferos que están presentes en el sitio de la logística de la perforación exploratoria para el presente proyecto.

4.2.1.13 Aire

Los vientos durante los meses de marzo a septiembre presentan velocidades de 3 m/s con una componente sureste – noroeste, predominando la mayor parte del año.

De octubre a febrero son más frecuentes los vientos del norte con una velocidad entre 3.07 y 6.13 m/s, con una componente norte – noroeste – sureste. La frecuencia de vientos del norte registrados denominados “nortes”, establece un promedio superior a los 30 eventos, iniciando regularmente en septiembre y octubre, continuando hasta marzo y abril.

4.2.2 Áreas de importancia ecológica

4.2.2.1 ANP Federales

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-24 Áreas Naturales Protegidas Federales

La Figura 4-24 muestra las ANP Federales circundantes al SAR, debido que dentro de este no existe presencia de alguna; a continuación, se describen las ANP presentes (información tomada de la Consulta de Fichas de ANP de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP):

- **Laguna de Términos:**

Categoría de Manejo: Área de Protección de Flora y Fauna

Ubicación: Estado: Campeche

Municipios: Carmen, Champoton, Palizada

Región CONANP: Planicie Costera y Golfo de México

Institución que Administra: CONANP

Director: M. en C. José Hernández Nava

Superficie Total: 706,147.67 ha

Superficie Terrestre y/o Aguas Continentales: *Abarca: Lagunas costeras, esteros, lagos de agua dulce, ríos y otros cuerpos de agua 547,278.71 ha.

Superficie Marina: 158,868.96 ha.

Población Total Estimada: 205,487 hab.

El ANP Laguna de Términos fue declarada Área de Protección de Flora y Fauna, el 6 de junio de 1994, con 706,147.67 hectáreas (DOF, 1994), se ubica en la zona costera del estado de Campeche, entre el Río San Pedro y San Pablo al occidente y el área de drenaje del Estero de Sabancuy hacia el oriente.

Geopolíticamente, el área se encuentra ubicada en los municipios de Palizada, Carmen y Champotón. Esta región es parte del complejo ecológico de la planicie costera que controlan los procesos deltaicos del sistema de los ríos Grijalva-Usumacinta, el de mayor volumen de descarga de agua dulce y sedimentos terrígenos hacia el mar en todo el país. Sus sistemas pantanosos o humedales, junto con los de Tabasco, forman la unidad ecológica costera más importante de Mesoamérica por su productividad natural y biodiversidad. Constituye un complejo ecológico que comprende la plataforma continental marina adyacente; las bocas de conexión de la laguna con el mar; la Isla del Carmen; los espejos de agua dulce, salobre y estuarino-marina; las zonas de pastos sumergidos; los sistemas fluvio-deltaicos asociados; los pantanos o humedales costeros, y los bosques de manglar circundantes.

Forma parte de la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo. La cuenca de la Laguna de Términos es remanente de un cuerpo lagunar más extenso rellenado por el aporte de sedimentos y el desarrollo de llanuras aluviales de los ríos que fluyen hacia sus riberas sur y occidental, así como por la acreción orgánica. La barrera litoral está formada principalmente por varias series de antiguas líneas de playa. Los humedales del área conforman, junto con los de Tabasco, una unidad ecológica que los constituye como los más importantes humedales de Mesoamérica. Laguna de Términos tiene un amplio mosaico de asociaciones vegetales terrestres y acuáticas tales como vegetación de dunas costeras, manglares, vegetación de pantano como tular, carrizal y popal, selva baja inundable, palmar inundable, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, vegetación riparia, selva alta-mediana y vegetación secundaria, además de la vegetación de las fanerógamas permanente inundadas como son los pastos marinos. Esta información

fue tomada textualmente de la ficha de descripción del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (CONANP, 2009).

- **Los Tuxtlas:**

Categoría de Manejo: Reserva de la Biosfera

Ubicación: Estado - Veracruz

Municipios - Angel R. Cabada, Santiago Tuxtla, San Andres Tuxtla, Catemaco, Mecayapan, Tatahuicapan de Juarez, Soteapan, Pajapan.

Región CONANP: Planicie Costera y Golfo de México

Institución que Administra: CONANP

Superficie Total: 155,122.46 ha

Superficie Terrestre y/o Aguas Continentales: 155,122.46 ha

Superficie Marina: 0.00 ha

Población Total Estimada: 28,611 hab.

Población Indígena: 7,824 hab.

Fecha de Decreto: 23/11/1998.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Reserva es una zona de gran complejidad geológica y ecológica y de actividad humana. Presenta una alta diversidad de ambientes que corresponden a nueve tipos de vegetación. Es de gran relevancia por ser el límite norte de la selva tropical en el continente americano y un caso único en México y Norteamérica, dada la conexión de diferentes tipos de bosques y selvas, desde la costa del mar hasta la cima de los volcanes. Constituye una fuente de captación de agua de lluvia por ser una de las zonas más lluviosas del país.

Esta Reserva de la Biosfera alberga una importante diversidad de ecosistemas y nueve tipos de vegetación primaria. Es el límite norte de la selva húmeda en el continente americano y es un caso único para México y América del Norte debido a la conexión de diferentes tipos de bosques y selvas desde la costa hasta la cima de los volcanes. Se trata de una zona de captación, ya que es una de las partes más lluviosas del país. Dentro de

la Reserva se han identificado 2.698 especies de plantas vasculares, 877 especies de vertebrados (46 anfibios, 122 reptiles, 140 mamíferos y 569 aves), 133 especies de odonatos y 860 especies de mariposas. Entre la fauna, 21 especies son endémicas. Es una zona clave para las aves que migran desde América del Norte, 223 de las 569 especies de aves registradas en la zona son migrantes neárticas y neotropicales.

La Reserva de la Biosfera contiene especies endémicas y especies de flora y fauna en peligro de extinción. Un ejemplo de las especies de flora en peligro de extinción es: *Chironectes minimus*, *Vampyrum spectrum*, *Alouatta palliata*, *Ateles geoffroyi*, *Cyclopes didactylus*. Entre las aves: *Jabiru mycteria*, *Cairina moschata*, *Sarcoramphus papa*, *Harpyhaliaetus solitarius*, *Harpya harpyja*, *Spizastur melanoleucus*. La Reserva también contiene abundante ictiofauna con taxones endémicos como *Bramocharax caballeroi*, *Poecilia catemacensis*, *Poeciliopsis catemaco* y *Priapella olmecae* (UNESCO, 2012).

- **Pantanos de Centla:**

De acuerdo con información de la UNESCO, la Reserva se ubica en la provincia fisiográfica "Llanura Costera del Golfo Sur" y la subprovincia "Llanuras y Pantanos Tabasqueños"; aquí predominan las formaciones topográficas de llanura de barrera (playas) hacia la costa, y sobre todo la llanura de inundación costera. Se originan por la desembocadura de los ríos Grijalva y Usumacinta.

Fecha de declaratoria: 2006

Superficie: 302,706 ha

División administrativa: Municipios de Centla, Jonuta y Macuspana, Estado de Tabasco.

La Reserva de la Biosfera salvaguarda 569 especies de flora identificadas, pertenecientes a 8 asociaciones principales, tanto de monocotiledóneas como de dicotiledóneas, pertenecientes a sistemas acuáticos y terrestres, entre otras: las comunidades hidrófilas (ocupan más de un tercio de la región pantanosa de Centla); los bosques subperennifolios de altitud media y baja de olivo negro (*Bucida buceras*) y de leña (*Haematoxylon campechianum*); las especies más destacadas en términos económicos dentro de estas dos asociaciones son: *Spondias mombin*, *Tabebuia rosea*, *Lonchocarpus hondurensis*, Angelim amargo (*Vatairea lundellii*), Gumbo- Limbo (*Bursera simaruba*), Guanandis (*Callophyllum brasiliensis*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrella odorata*).

Los manglares crecen en lugares donde entra el agua salobre del Golfo de México y los suelos donde se asientan contienen grandes concentraciones de materia orgánica y nutrientes que dan vida y alimentan a las especies marinas que viven entre sus raíces.

Existen cuatro especies de manglares: el mangle rojo, el mangle blanco, el mangle negro y el mangle botón. En cuanto a la fauna, se han identificado hasta ahora 52 especies de peces, 68 de reptiles, 27 de anfibios, 104 de mamíferos y 255 de aves (esta última cifra incluye tanto las especies migratorias como las residentes de los hábitats acuáticos y terrestres).

Las especies más representativas dentro del grupo de aves son la cigüeña de Jabiru, la cigüeña de Maguari, el Páspaque, la Paloma Torcaz (*Columbina talpacoti*), el Pato Moscovita (*Cairina moschata*), el Pato Silbador, el *Podilymbus podiceps*, el Halcón Peregrino y el Ibis, entre otras. Los ríos más importantes de la Reserva son el Grijalva y el Usumacinta, que descargan anualmente 90 millones de m³ de agua, lo que sitúa a esta región hidrográfica en el séptimo lugar del mundo. A esta descarga se asocia un promedio de 7,3 millones de m³ de sedimentos y nutrientes, favoreciendo la pesca en el Golfo de México (UNESCO, 2012a).

- **Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan:**

La ficha del sistema arrecifal Lobos – Tuxpan de la CONANP 2010, expone los siguientes datos:

Categoría de Manejo: Área de Protección de Flora y Fauna

Ubicación: Estado - Veracruz

Municipio - Frente a las costas de Tamiahua y Tuxpan

Región CONANP: Planicie Costera y Golfo de México

Institución que Administra: CONANP

Superficie Total: 30,571.15 ha

Superficie Terrestre y/o Aguas

Continetales: 0.00 ha

Superficie Marina: 30,571.15 ha

Población Total Estimada: 0 hab.

Población Indígena: 0 hab.

Fecha de Decreto: 05/06/200

Especies representativas:

Flora: Hierba de tortuga (*Thalassia testudinum*), Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)

Fauna: Coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*), Coral cuerno de alce (*Acropora palmata*), Tortuga caguama (*Caretta caretta*), Tortuga verde (*Chelonia mydas*), Tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus gilli*), Delfín moteado del atlántico (*Stenella attenuata*), Charrán mínimo (*Sternula antillarum*).

Especies Endémicas: Gobio Jarocho (*Elacatinus jarocho*), Gobio Listón (*Elacatinus redimiculus*).

- **Sistema Arrecifal Veracruzano:**

Un reporte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expone que el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) se considera único en el Golfo de México por su tamaño, número de especies que alberga y por la resiliencia de sus colonias coralinas.

Con una superficie de 65,516 hectáreas, el PNSAV está integrado por al menos 28 arrecifes, algunos de los cuales presentan lagunas arrecifales con pastos marinos, playas, bajos, islas o cayos.

Los arrecifes coralinos son el principal ecosistema y objeto de conservación de este Parque Nacional ya que contribuyen a la mitigación de los impactos a la costa provocados por tormentas, huracanes y vientos como los “nortes”. Así mismo, los arrecifes mantienen la línea de costa relativamente estable, producen oxígeno y captan bióxido de carbono (CO₂).

El 27 de octubre de 2006, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) incorporó al PNSAV a la Red Mundial del Programa del Hombre y la Biosfera (MAB). El 2 de febrero del 2014 fue inscrito en la Lista Ramsar de Humedales de Importancia Prioritaria Internacional de la Convención Ramsar.

El sistema alberga pastos marinos (*Thalassia testudinum*) (*Halophila decipiens*) (*Halodule wrightii*) (*Syringodium filiforme*), mangle (*Rhizophora mangle*) (*Avicennia germinans*) (*Laguncularia racemosa*), cocotero (*Cocos nucifera*), palma kuká (*Pseudophoenix sargentii*) y grama salada (*Distichlis spicata*), entre otros.

Es hogar de diversas especies de fauna, algunas de ellas amenazadas o en peligro de extinción como el cuerno de alce (*Acropora palmata*), cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) y tortugas marinas como la caguama (*Caretta caretta*), verde del Atlántico (*Chelonia mydas*), blanca (*Lepidochelys kempi*), lora (*Eretmochelys imbricata*), carey (*Dermochelys coriácea*) y laúd, entre otras (SEMARNAT, 2017).

4.2.2.2 AICAS

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-25 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

La página web de “avesmx” destinada a las AICAS, explica que surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como

la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregarse en un solo sitio. "Historia de las AICAs en México". La Figura 4-25 muestra que dentro del SAR no se encuentran AICAs, sin embargo, en los alrededores se cuenta con varias áreas destinadas al cuidado de las aves.

Tabla 4-19 Clasificación de las AICAs de los alrededores del SAR

No. AICA	Nombre	Especies	Categoría México 1999	Categoría Birdlife 2007
149	Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA)	279	5	A1 A4i
150	Centro de Veracruz	528	G - 1	A1 A2 A4i
192	Cerro de Oro	225	G -1	A1 A3
38	Cuetzalan	300	MEX – 1	A1
41	Humedales de Alvarado	316	G-4-A	A1 A4i
88	Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz	350	G-2	A1 A2
172	Islas de la Sonda de Campeche	60	MEX - 1	SC
170	Laguna de Términos	377	NA-4-C	A1 A3 A4i A4ii
198	Laguna del Castillo	142	Sin Categoría	SC
151	Los Tuxtlas	487	MEX - 1	A1 A2 A3 A4i
156	Pantanos de Centla	313	NS-4-D	A1 A4i
148	Río Metlac	268	G-1	A1 A2
63	Sierra Maderas del Carmen	177	G-1	A1 A2 A3
252	Sierra de Zongolica y Tenango	426	Sin categoría	A1 A2 A3
201	Sitio Grande	231	Sin categoría	SC
10	Tecolutla	237	MEX-4-C	A1 A4i

Fuente: CONABIO (2015)

A continuación, se describen las categorías de AICAS (CONABIO, 2002):

Apéndice 2

Criterios utilizados en la designación de las AICAS

Categoría 1

Sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente.

G-1 El sitio contiene una población de una especie considerada como globalmente amenazada, en peligro o vulnerable (según el libro rojo de BIRDLIFE).

NA-1 El sitio contiene una población de una especie considerada como amenazada, en peligro o vulnerable para Norteamérica (al menos una especie en alguna categoría de amenaza compartida por al menos dos países).

MEX-1 El sitio contiene al menos una población de una especie considerada en las listas oficiales del país como amenazada, en peligro o vulnerable (NOM-ECOL, CIPAMEX).

S-1 El sitio contiene al menos una población de una especie considerada en las listas oficiales del estado como amenazada, en peligro o vulnerable.

Categoría 2

El sitio mantiene poblaciones locales con rangos de distribución restringido.

G-2 El sitio mantiene poblaciones significativas de un grupo de especies de distribución restringida (menor a 50 000 km²) (EBA).

NA-2 Esta categoría incluye sitios importantes para especies con rangos globales restringidos, aunque mayores a 50 000 km², pero que presentan poblaciones grandes dentro de Norteamérica y que no están restringidas a un bioma en particular.

Categoría 3

El sitio mantiene conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado.

G-3 El sitio presenta poblaciones significativas de un grupo de especies que se sabe están restringidas a un bioma.

Sólo se aplica a sitios globales, porque aun y cuando el bioma estuviese restringido a un país o

región, éste sería único y el área se consideraría como de importancia global.

Categoría 4

Sitios que se caracterizan por presentar congregaciones grandes de individuos.

Esta categoría se aplica a especies que se caracterizan por ser vulnerables, por presentarse en números grandes en sitios clave durante la reproducción o la migración.

G-4

- a) El sitio contiene más del 1% de la población mundial de una especie acuática gregaria (Criterio RAMSAR).
- b) El sitio contiene más del 1% de la población mundial de una especie no acuática gregaria.
- c) El sitio contiene más de 20 000 aves acuáticas o 10 000 pares de aves marinas de una o más especies, 500 000 aves playeras (ó 30% de su población). Esta categoría debe usarse sólo cuando el número global no se conozca.
- d) El sitio parece mantener estándares apropiados para especies migratorias en sitios cuello de botella.

NA-4

- a) Sitio que contiene más del 1% de la "población" continental de una especie de ave acuática gregaria (Criterio RAMSAR).
- b) Sitio que contiene más del 1% de la "población" continental de una especie de ave no acuática gregaria.
- c) Sitio que contiene más de 15 000 aves acuáticas ó 7 500 pares de aves marinas de una o más especies, 100 000 aves playeras. Esta categoría debe usarse sólo cuando el número global no se conozca.
- d) Sitio que presenta números que parecen exceder los estándares para especies migratorias en sitios cuello de botella.

MEX-4

- a) Sitio que contiene más del 1% de la "población" nacional de una especie de ave acuática gregaria (Criterio RAMSAR).

- b) Sitio que contiene más del 1% de la "población" nacional de una especie de ave no acuática gregaria.
- c) Sitio que contiene más de 10 000 aves acuáticas ó 5 000 pares de aves marinas de una o más especies, más de 20 000 aves playeras. Esta categoría debe usarse sólo cuando el número global no se conozca.
- d) Sitio que presenta números que parecen exceder los estándares para especies migratorias en sitios cuello de botella.

Categoría 5

Sitios importantes para la investigación ornitológica.

Áreas en donde la realización de trabajo de investigación en Ornitología sea de relevancia para la conservación de las aves a nivel global.

4.2.2.3 Sitios RAMSAR

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada).
Información protegida bajo los Art. 110 fracción I de la LFTAIP y
113 fracción I de la LGTAIP.

Figura 4-26 Sitios RAMSAR

En la década de los 60' algunos países y organizaciones no gubernamentales, preocupados por el creciente deterioro y pérdida de diversos humedales en Europa, comenzaron a promover la idea

de crear un tratado internacional sobre humedales para proteger estos cuerpos de agua vitales para la supervivencia del ser humano y otras especies. Así, en 1971 se organizó la Convención de Ramsar (llamada así porque se firmó en la ciudad iraní del mismo nombre), un tratado intergubernamental que sirve de marco para las acciones nacionales y de cooperación internacional para conservar y hacer un uso racional de los humedales y sus recursos.

En esta convención además se definieron los marcos en los que diversos ambientes podrían formar parte de estos sitios Ramsar de importancia internacional y definieron a estas zonas húmedas como “extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

Así, dentro de esta definición de la convención, entrarían todo tipo de cuerpos de agua que van desde ríos y pantanos, hasta acuíferos subterráneos, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas (Bevilacqua, 2017).

La Figura 4-26 muestra que dentro del SAR no se incluyen sitios clasificados por la RAMSAR, sin embargo, en los alrededores se encuentran:

- Laguna de Tamiahua
- Pantanos de Centla (Tabasco)
- Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano
- Sistema Lagunar Alvarado
- Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos

De estas áreas de importancia ecológica ya se ha hablado en los apartados de ANP Federales y AICAS.

4.3 Medio biótico

Tampico se ubica en un área de importancia ecológica debido a su colindancia con dos importantes afluentes, el Río Pánuco y el Río Tamesí, un gran número de lagunas como la del Chairel, Carpintero, entre otras, y finalmente la desembocadura de estos cuerpos de agua en el Golfo de México. Esta situación hidrográfica genera que exista una gran biodiversidad de especies

acuáticas y marinas, aves, reptiles, mamíferos y flora. Dentro de la zona de estudio se ubican algunas de los principales áreas verdes, parques, espacios públicos y reservas ecológicas del municipio.

4.3.1 Vegetación

4.3.1.1 Vegetación Terrestre y Uso de Suelo

Parte de los territorios Tamaulipecos poseen una gran diversidad biológica relacionada con la heterogeneidad del medio físico, su historia geológica y climática muy compleja, así como de la interfase del continente, el océano y la atmósfera. Ello ha dado origen a un gradiente biogeográfico tanto en riqueza de especies como de complejidad estructural, desplegándose a lo largo de un gradiente altitudinal que va desde el nivel del mar hasta las altas elevaciones.

Estas variaciones se observan con mayor impacto en el estado de Tamaulipas, que se encuentra en los límites de dos grandes regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical. La complejidad topográfica y su cercanía con el Trópico de Cáncer, le confiere al estado una mezcla de especies templadas y tropicales, que da como resultado una alta biodiversidad y la conformación de comunidades únicas.

Para el caso del estado de Tamaulipas, debido a la orografía y el clima presente en la Llanura Costera del Golfo, hay abundancia de bosques bajos de encino, matorrales altos y en algunas partes de las cañadas se desarrolla bosque mesófilo; además de que en algunas partes hay selva baja.

As, es posible encontrar varios tipos de vegetación que se distribuyen fundamentalmente paralelos a la costa: cálido húmedo en la costa, cálido subhúmedo en la planicie costera, templados húmedos en la parte este de la vertiente del Golfo de México (barlovento), templado subhúmedo en la parte oeste de la vertiente (sotavento).

El SAR contempla en su mayoría un ecosistema acuático; por lo que gran parte de la información presentada hace referencia a la vegetación marina, acuática y subacuática.

Tamaulipas cuenta con 1, 323 especies de plantas vasculares teniendo angiospermas con 1, 169 especies, helechos 133 especies y gimnospermas 21 especies, esto de acuerdo con el registro obtenido en el portal de Enciclovida (CONABIO, 2019).

Dentro del municipio de Tampico cuenta con comunidades vegetales, de las cuales se distinguen

los manglares, que son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangle, las cuales tienen la particularidad de ser resistentes a la salinidad del agua. Su importancia ecológica se debe a la barrera natural de protección que contiene la erosión de vientos y mareas, prestan servicios ambientales, en condiciones naturales, filtran el agua y permiten el abastecimiento de mantos freáticos, entre otras virtudes que atraen beneficios a este ecosistema. Asimismo, cuenta con vegetación secundaria de selva baja caducifolia y pastizales inducidos artificialmente en los alrededores de este cuerpo de agua.

4.3.2 Vegetación Marina

4.3.2.1 Fitoplancton

El muestreo de fitoplancton estuvo dirigido a la determinación de las especies más representativas del eslabón inicial de la cadena trófica marina, así como también a la identificación de microalgas consideradas potencialmente tóxicas por la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) de la UNESCO y de aquellas comúnmente involucradas en ciertos eventos de importancia ecológica: “mareas rojas”, “floraciones algales nocivas” o procesos de eutrofización.

Con base en los lineamientos de la Guía para el Diseño y Puesta en Marcha de un Plan de Seguimiento de Microalgas Productoras de Toxinas (COI, 2011), se implementaron dos metodologías diferentes de muestreo, aunque complementarias entre sí en las mismas estaciones de muestreo de calidad de agua de mar.

Muestreo Cualitativo

El muestreo cualitativo de fitoplancton consistió en realizar arrastres verticales a velocidad constante a lo largo de la columna de agua con una red estándar cónica provista con malla colectora de 20 μm de abertura de poro (Figura 4-27) desde una profundidad aproximada de 45 m (límite inferior de la zona fótica).

Se colectaron 10 muestras de fitoplancton de red, las cuales fueron debidamente rotuladas, acondicionadas en frascos de plástico herméticos de 500 ml de capacidad y luego preservadas con solución de formalina al 4% neutralizada con tetraborato de sodio.



Figura 4-27 Red estándar de 20 µm empleada para la colecta de muestras de fitoplancton

El análisis de las muestras estuvo a cargo del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), dependencia del Instituto Politécnico Nacional (IPN), se determinaron las microalgas presentes hasta el menor nivel taxonómico posible, agrupándolas en las categorías de diatomeas, dinoflagelados, cianofitas o fitoflagelados.

Muestreo Cuantitativo

El muestreo de fitoplancton se realizó utilizando botellas de muestreo oceanográfico (botellas Van Dorn o Niskin) a dos profundidades de muestreo por estación de evaluación (~1 metro o superficie y profunda). La muestra es vertida en un frasco de vidrio ámbar de 250 ml conteniendo una solución preservante de lugol acético (2 ml).

La información de campo relativa a la colecta de muestras de fitoplancton de botella se presenta en la Tabla 4-20.

El tratamiento y análisis de las muestras también se realizó en los laboratorios del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV).

Para la identificación y posterior conteo de microalgas fueron empleadas claves taxonómicas actualizadas. Se determinaron como principales grupos a las diatomeas, los dinoflagelados, las cianofitas y los fitoflagelados. Los resultados se expresaron cuantitativamente en términos de

“concentración celular” (nº células/litro). A partir de estos registros se calcularon los índices de estructura comunitaria: diversidad de Shannon-Wiener (H’), dominancia de Simpson (D) y equidad de Pielou (J’).

Tabla 4-20 Relación de muestras de fitoplancton de botella colectadas en el AC4

Código de Muestra / Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Estrato
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.			

Fuente: PETRONAS (2017)

4.3.3 Fauna Terrestre

La Laguna del Carpintero es reconocida por la presencia de reptiles. De todas las especies que aquí viven, considerando las residentes y migratorias, ninguna es más simbólica que el cocodrilo mexicano o cocodrilo de morelet (*Crocodylus moreletti*), apodado localmente como “Juancho”. Esta especie se ha convertido en un emblema de la laguna, incluso se pueden encontrar suvenires de este. Estos cocodrilos se han considerado al paso del tiempo como “animales humanizados”, ya que la mayoría de estos reptiles reaccionan pacíficamente ante la presencia de los humanos. Sin embargo, la presencia de cocodrilos dentro de una comunidad urbanizada se ha convertido en un riesgo, tanto para la población, así como la conservación de este.

Durante el año 2003 se realizó el proyecto “Manejo Integral de las Poblaciones de Cocodrilos en el Municipio de Tampico” en donde los principales criterios que se tomaron en cuenta para desarrollarlo fueron el de minimizar el riesgo de posibles accidentes para la población humana y el de asegurar la permanencia de los cocodrilos dentro de la Laguna del Carpintero. realizó un estudio para contabilizar la población de estos reptiles dentro de la laguna, y se llegó a la conclusión de que solamente un 5.1% del total del perímetro de la laguna se detectaron nidales; además, se contabilizaron 51.85% cocodrilos adultos y el resto de las crías, juveniles y subadultos; siendo 62.96% machos y 34.04% hembras. Sin embargo, durante el 2011 se realizó un reporte de Censo del Cocodrilo de Pantano, el cual concluyó que el 59.80% son adultos, 20.80% son subadultos y 19.40% son juveniles, dando a conocer que, dentro de una población normal de cocodrilos, las crías y las juveniles abarcan el mayor porcentaje de población y los adultos se encuentran en el menor porcentaje, sin embargo, dentro de la Laguna del Carpintero sucede todo lo contrario.

Mientras tanto, en el 2018 se realizó un monitoreo para evaluar y monitorear el hábitat existente dentro de la Laguna del Carpintero y parte del Canal de la Cortadura, los resultados arrojaron un total de 86 individuos avistados dentro de 7.12 km recorridos, es decir, 12 individuos por kilómetro lineal. Estos resultados concluyen que en dicho cuerpo de agua existe una sobrepoblación de la cual requiere aplicar un manejo integral.

Otras especies que se pueden encontrar tanto en el municipio de Tampico como en otros del estado de Tamaulipas; De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 52 mamíferos, 20 anfibios, 56 reptiles y 85 aves.

Dentro de las especies de mamíferos presentes en la entidad están: ardilla tropical, lince americano, ardillón punteado, coyote, coatí norteño, miotis mexicano, murciélago moreno norteño, tamandúa norteño, rata algodónera crespá, gamo, murciélago desértico norteño, murciélago pelo plateado, murciélago cara arrugada, temazate rojo, ratón espinoso mexicano, castor americano, ballena jorobada, orca común, delfín común, ballena azul, delfín tornillo, tepescuintle, puercoespín mexicano y ratón de cactus, entre otros.

Dentro de las especies de anfibios presentes en la entidad están: sapo nebuloso, tlaconete tamaulipeco, rana de hojarasca decorada, siren menor, tritón de manchas negras, rana grillo del noreste, sapo texano, sapo del río Conchos, rana de coro manchada, rana de bigotes, salamandra, ranita grillo y tlaconete de Galeana, entre otras.

Dentro de las especies de reptiles presentes en la entidad están: tortuga del desierto de Tamaulipas, boa, tortuga lora, cascabel de cola negra, víbora de cascabel totonaca, lagartija espinosa del noreste, iguana verde, culebra caracolera de oriente, abaniquillo verde del noreste, tortuga de caja, culebra chata de montaña, culebra ratonera mica, eslizón chato, chirrionera roja, huico de seis líneas, toloque coronado, culebra cabeza negra, alicante, geco de bandas del noreste, culebra real, culebra encapuchada de pradera y serpiente coralillo del noreste, entre otros (INEGI, 2014).

4.3.4 Fauna Marina

4.3.4.1 *Zooplankton e ictioplancton*

El muestreo de esta fracción se realizó mediante arrastres oblicuos con una red CalCOFI (Figura 4-28) de 333 μm de abertura de malla provista de un flujómetro General Oceanics 2030R para estimar el volumen filtrado de agua.



Figura 4-28 Red CalCOFI de 333 μm de abertura de malla con flujómetro

Se efectuó un arrastre oblicuo en cada estación de muestreo y el material biológico retenido, básicamente organismos del zooplankton e ictioplancton, fue colectado en un frasco hermético de plástico de 1000 ml de capacidad y preservado con solución de formalina al 4% neutralizada con bórax (Figura 5.9).

Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Figura 4-29 Muestras y análisis de de zooplancton e ictioplancton para el AC4

La información de campo relativa a la colecta de muestras de zooplancton e ictioplancton se presenta en la Tabla 4-21 Relación de muestras de zooplancton e ictioplancton colectadas en el AC4 .

El tratamiento y análisis de estas 10 muestras se realizó en los laboratorios del CINVESTAV.

Los organismos presentes fueron determinados hasta el menor nivel taxonómico posible diferenciando su pertenencia a los grupos de copépodos, cladóceros, apendicularias, cnidarios, ictioplancton (huevos y larvas de peces), entre otros; y los resultados de los conteos fueron expresados cuantitativamente en términos de número de organismos por m³ de agua de mar.

Tabla 4-21 Relación de muestras de zooplancton e ictioplancton colectadas en el AC4

Código de Muestra / Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Volumen Estimado de Agua Filtrada (m3)
Características del proyecto (secreto industrial), información protegida bajo los Art. 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.			

Muestreo de meiobentos

Las muestras de meiobentos se obtuvieron de una fracción de la muestra global obtenida por el Box Corer. Esta fracción de muestras se extrajo utilizando un tubo succionador de acero de 4,5 cm de diámetro y 10 cm de alto, considerándose tal como unidad de muestreo. Esta fracción de muestra se filtró en dos tamices en serie de 500 μm y 60 μm descartando lo retenido en el de 500 μm y obteniendo como muestra final la fracción retenida en el tamiz de 60 μm , la cual se fijó con formol al 4%, para su posterior análisis en laboratorio. En el laboratorio las muestras fueron separadas del formol, luego se enjuagaron con agua corriente incluyendo el frasco y tapa para asegurarse de no perder muestras.

La muestra de arena fina (conteniendo la meiofauna) se colocó en una malla de 34 μm , a la cual se le hizo discurrir una corriente de agua para lograr que las partículas de arena sean expulsadas y se separen de los organismos. Finalmente, estos son colocados en un vaso de precipitado con 100 ml de agua para registrarlos y contabilizarlos. Para este proceso se coloca el sobrenadante en una caja de conteo con gradillas de 10x10, bajo un estereoscopio en un aumento de 4x, con lo que se inicia el análisis recorriendo cada cuadrícula, e identificando a nivel del taxón más alto. Una vez analizadas las muestras se guardaron para su posterior pesado.

Es importante señalar que, para determinación de las especies, se utilizó un microscopio estereoscopio, un microscopio compuesto y claves de identificación de diversos grupos taxonómicos.

Para el cálculo de densidad (N° individuos/ m^2), se determinó el número de individuos por especie y la biomasa (g (peso húmedo) / m^2) se obtuvo utilizando una balanza analítica con cuatro decimales de precisión.

Macrobentos

Los organismos del bentos fueron clasificados en función de su talla. Para esta evaluación se han considerado los macrobentos de tamaño mayores a las 500 μm , fundamentalmente por la facilidad de identificación y su nivel de representatividad.

La colecta de muestras de macrobentos se realizó juntamente con las de sedimento marino mediante el uso del Box Corer, obteniéndose un total de 20 muestras. Las muestras extraídas correspondieron a un volumen determinado por 15 cm de largo x 10 cm de ancho x 10 cm de profundidad (del total extraído por el Box Corer).

Las muestras obtenidas fueron luego lavadas y filtradas en una bolsa tamiz de 500 μm de diámetro

de malla, para luego ser depositadas en frascos de plástico herméticos, utilizando como preservante formol al 10% neutralizado con bórax, debidamente rotulados para su posterior identificación y análisis en el laboratorio. La identificación taxonómica de macrobentos fue realizada por la bióloga Soledad Miñano, especialista de ERM, en las instalaciones de la Universidad del Mar, en Puerto Ángel, Oaxaca.

4.3.4.2 Tortugas y Mamíferos Marinos

De manera similar a la avifauna, se utilizaron dos métodos de evaluación para caracterizar la presencia de aves durante las horas de luz: conteo por puntos y conteo por transectos en el AC4. El primer método se realizó por espacios de 30 minutos durante las evaluaciones biológicas y fisicoquímicas, consistiendo en anotar todas las especies que aparezcan alrededor del barco, en un ángulo de 180° grados respecto a la proa del barco. El segundo método fue contar las especies durante los recorridos entre las estaciones de muestreo, transectos, los cuales permitirán incrementar la diversidad y riqueza de especies del área de evaluación. La Tabla 4-22 resume esta información:

Tabla 4-22 Metodología de observación de Tortugas, Aves y Mamíferos Marinos Parámetros Período de Observación Metodología Método de Observación Equipos Unidad Índice

Parámetros	Periodo de Observación	Metodología	Método de Observación	Equipos	Unidad	Índice
Diversidad y Abundancia relativa de tortugas marinas	Durante horas de luz	JNCC (2016)	Puntos + / Transectos *	Binoculares 10X50	30 min	Diversidad y Abundancia Relativa
Diversidad y Abundancia relativa de mamíferos marinos	Durante horas de luz	JNCC (2016)	Puntos + / Transectos *	Binoculares 10X51	31 min	Diversidad y Abundancia Relativa
(+): Método de muestreo por puntos: Observaremos sesiones durante 30 minutos por estación, con intervalo de diez minutos entre estaciones.						
(*): Método de muestreo por transectos: Se utilizarán métodos no sistemáticos para contar la fauna marina, mientras se navega entre estaciones						

La observación de mamíferos y tortugas marinas se realizó utilizando binoculares Celestron® 10 x 50 Upclose G2. Los individuos fueron registrados en un ángulo de 180° con respecto a la proa de la embarcación. El conteo se llevó a cabo utilizando un contómetro de mano o Tally Counter.

Para la identificación se realizó in situ con la ayuda de guías especializadas (para la determinación de especies de mamíferos marinos se consultó Leatherwood et al. (1988) y Jefferson et al. (1993), mientras que para las especies de tortugas marinas se consultó Conservación Internacional

(2007).

Como resultado de cada avistamiento se obtuvo la siguiente información: nombre de la especie, abundancia relativa, coordenadas de avistamiento, hora de avistamiento, comportamiento, distancia a la costa, estado del mar, estado del tiempo, nubosidad, visibilidad.

Para la comunidad de tortugas y mamíferos marinos se determinó su composición específica y la abundancia. Asimismo, se describió la ubicación, distribución y diversidad de las especies marinas identificadas, tal como se observa en la Tabla 4-23.

Además, empleando los datos de abundancia obtenidos por cada estación, se procedió a calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Margalef, 1974), el índice de uniformidad de Pielou (Pielou, 1969), conocido también como índice de equidad (J) y el índice de riqueza de Margalef (DMg).

Tabla 4-23 Metodología para la evaluación de Mamíferos y Tortugas Marinas

Parámetro para medir	Unidad
Frecuencia de avistamiento por especie	N° avistamientos individuos por sp./total de millas recorridas X 100
Abundancia Relativa	N° de avistamientos de individuos por sp./por estación
Riqueza de Especies	N° total de especies identificadas
Distribución	Coordenadas (Georreferenciación)

Para categorizar a las especies registradas se tomaron en cuenta la lista nacional corresponde a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que las listas internacionales corresponden a La Lista Roja de Especies Amenazadas™ de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre – CITES, y los Apéndices de la Convención Sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres – CMS.

4.4 Socioeconómico

El presente apartado tiene la finalidad de analizar los aspectos socioeconómicos del SAR. Para ello, se tomó en cuenta el espacio físico donde se llevarán a cabo la mayoría de las actividades, que, en este caso son los puertos de Tampico, Tamaulipas. Considerando este puerto será la base de las operaciones logísticas; donde se realizará la mayor parte de las actividades de pre-movilización y para el apoyo de la perforación exploratoria.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se describen brevemente los aspectos sociales y demográficos de ambas localidades.

La información obtenida corresponde a los datos que proporcionan instituciones; como: Unidad de Microrregiones Municipales SEDESOL (2010), Informe de municipios y demarcaciones territoriales de los estados de Tamaulipas y Veracruz (SEDESOL, 2018), los indicadores sociodemográficos y económicos por municipio de INEGI (2018) de los años 2010 y 2015 (años más actualizados en la página). Además de la Evaluación de Impacto Social (EVIS) realizada en el 2018 para el presente proyecto (PETRONAS, 2018), cuyo acuse de recepción se encuentra en el **Anexo 1 Capítulo 3**.

4.4.1 Descripción general municipal de Tampico

4.4.1.1 Población

En la distribución territorial, las localidades con mayor población se encuentran Tampico, con 297,373, Cruz Grande (Estero del Camalote) con 107 y La Isleta (Río Tamesí) con 36, según los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (Fuente. INEGI, Censo Población y Vivienda 2020).

En Población, Tampico cuenta con 297,562 habitantes de los cuales 52.4% son mujeres y 47.6% son hombres. La población del municipio representa 8.4% de la población estatal y ubica a Tampico como el cuarto municipio con mayor población en Tamaulipas, con una densidad poblacional de 2,598.5 habitantes por kilómetro cuadrado. La mitad de la población tiene 35 años o menos.

La información sobre la situación conyugal de la población tampiqueña, de 12 años y más, muestra que 35.2% es soltera, 41% casada, 10.4% está en unión libre, 4.9% separada, 2.5% divorciada y 5.9% es viuda.

Considerando las edades de la población y su situación conyugal destaca que, entre la población de 12 a 17 años, cerca de 2% está casada o en unión libre.



Figura 4-30 Fuente. INEGI, Censo Población y Vivienda 2020

La situación conyugal de la población en Tampico, el 36.9% se encuentra casada, el 35.9% se encuentra soltera, el 13.2% en unión libre, 4.7% separada, el 3.1% divorciada y el 6% en estado de viudez.

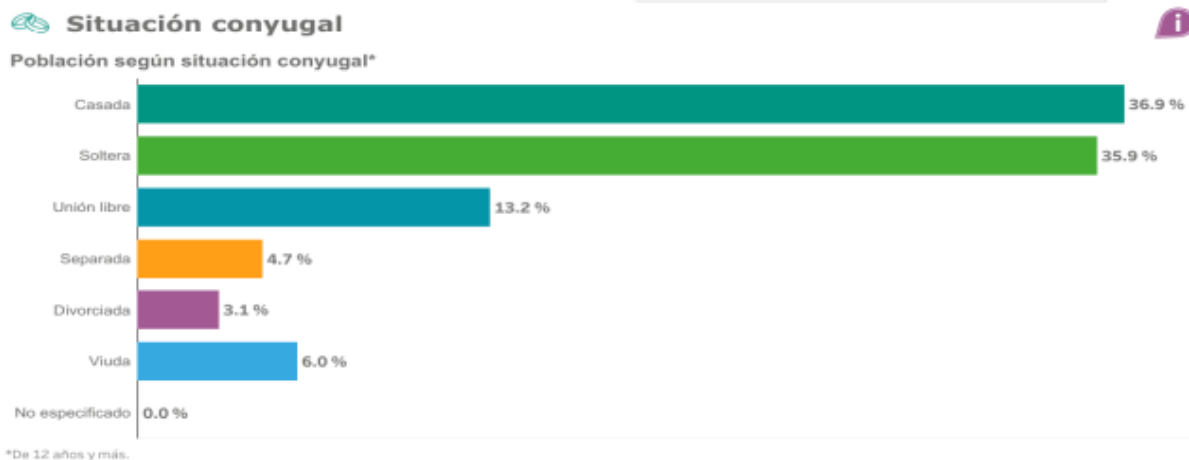


Figura 4-31 Fuente. INEGI, Censo Población y Vivienda 2020

Según los datos del Censo de Población y Vivienda 2020, el total de viviendas particulares habitadas es 93,833 que representa el 8.8% del total del Estado de Tamaulipas. El promedio de ocupantes por vivienda es del 3.2%, teniendo como promedio de ocupantes por cuarto 0.8% y con viviendas con piso de tierra es del 0.4%.

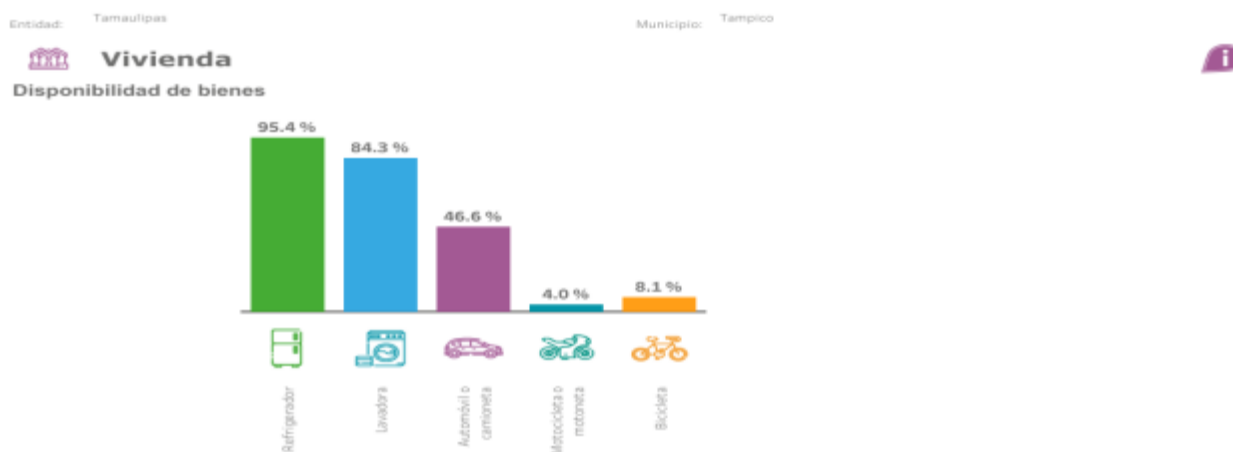
Los servicios y equipamiento de las viviendas del municipio de Tampico, el 97.1% tienen servicios de agua entubada, el 99.4% drenaje, 99.5% servicios sanitarios, 99.6% cuentan con energía

eléctrica, 35.2% tinaco y 3.9% sistema de cisterna o aljibe.



Figura 4-32 Fuente. INEGI, Censo Población y Vivienda 2020

Según el Censo de Población y Vivienda 2020, muestra la disponibilidad de bienes en la vivienda de la población de Tampico, el 95.4% tiene refrigerador, el 84.3% lavadora, el 46.6% automóvil o camioneta, el 4.0% motocicleta o motoneta y el 8.1% bicicleta.



Las viviendas con tecnologías de la información y comunicación, el 50% tiene computadora, 58.4% cuentan con línea telefónica fija, el 93.4% se tiene al menos un teléfono celular, el 71.5% tienen internet y el 54.6% televisión de paga.

Entidad:
Tamaulipas

Municipio:
Tampico



Vivienda

Disponibilidad de TIC



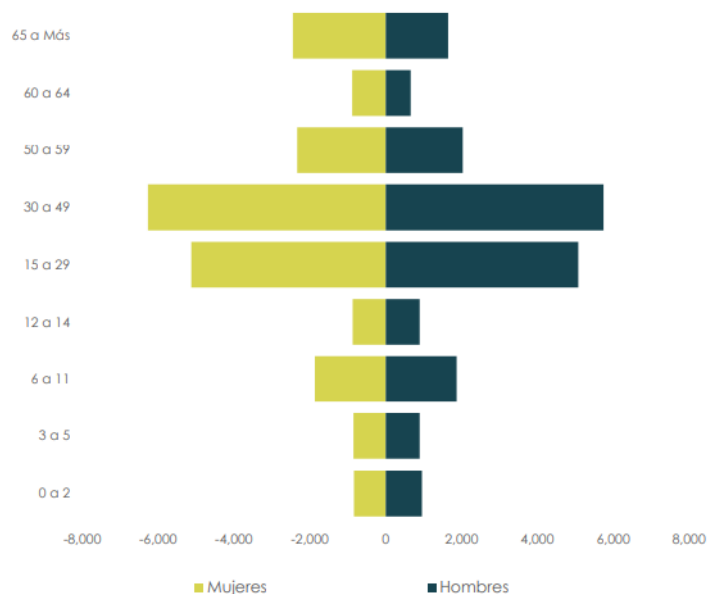
El municipio de Tampico tiene la siguiente descripción de etnicidad, el 0.92% habla una lengua indígena, el 0.61% de la población no habla español y tiene como la lengua indígena es la materna. Las lenguas con más frecuencia son la náhuatl con un 58.6% y el huasteco con 31.2%. Además, el 1.56% de la población se considera afroamericana negra o afrodescendiente.

El municipio de Tampico cuenta con 319 alumnos de educación especial, 1,067 alumnos de educación inicial, 8,256 en preescolar, 29,590 en primaria, 13,161 en secundaria, en 4,425 en formación para el trabajo, 11,617 en bachillerato, 502 profesional medio superior y 27,489 en superior.

Grupos de edad

Para el año 2010 y teniendo como referencia la población por manzanas, el área de estudio alcanzó 41,275 habitantes distribuidos a lo largo de 575 manzanas. De este total de habitantes 21,498 (52%) son mujeres y 19,777 hombres (48%). Siendo el grupo de 30 a 49 años el más numeroso, tanto en hombres como en mujeres.

Por su parte la población menor a 14 años en conjunto alcanza el 22%, mientras que la mayor a 65 años representa únicamente el 10%, lo que trae como consecuencia que la carga que soporta la población activa con relación a la población inactiva sea de 48 por cada 100 como razón de dependencia.



Indicadores de Salud

La visualización presenta la evolución de los contagios diarios por COVID-19 en Tampico. Con el selector en la parte superior es posible cambiar la visualización a la evolución de fallecidos por COVID-19 (diarios o acumulados). También se da la opción de visualizar los datos con promedio móvil de siete días o tasa cada 100 mil habitantes.

Evolución de casos de COVID-19

Indicador: Casos positivos diarios

☐ Datos sin métricas
 ☒ Promedio móvil de 7 días
 ☐ Tasa cada 100 mil habitantes

Escala: ☒ Lineal ☐ Logarítmica

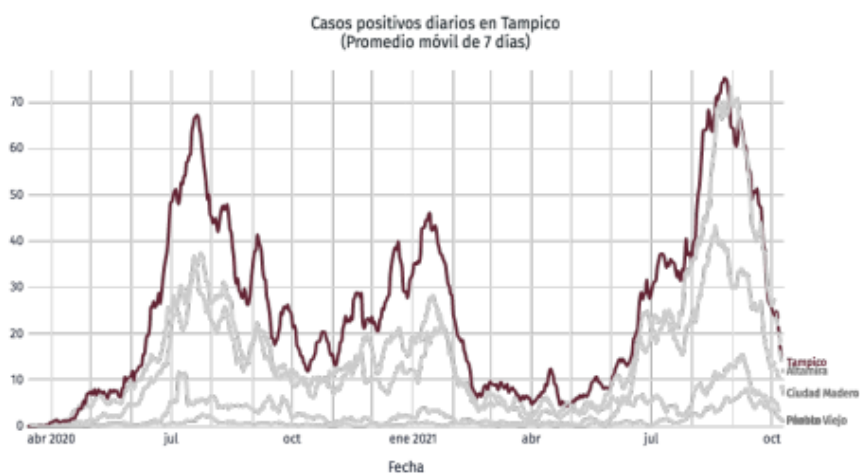
Eje Temporal: ☒ Fecha ☐ Días

* La línea punteada indica datos preliminares que serán confirmados durante los próximos 7 días.

La visualización presenta la evolución de los contagios diarios por COVID-19 en Tampico.

Con el selector en la parte superior es posible cambiar la visualización a la evolución de fallecidos por COVID-19 (diarios o acumulados). También se da la opción de visualizar los datos con promedio móvil de siete días o tasa cada 100 mil habitantes.

Fuente: Dirección General de Epidemiología.



Comorbilidad de los contagiados

Confirmados Fallecidos Hospitalizados

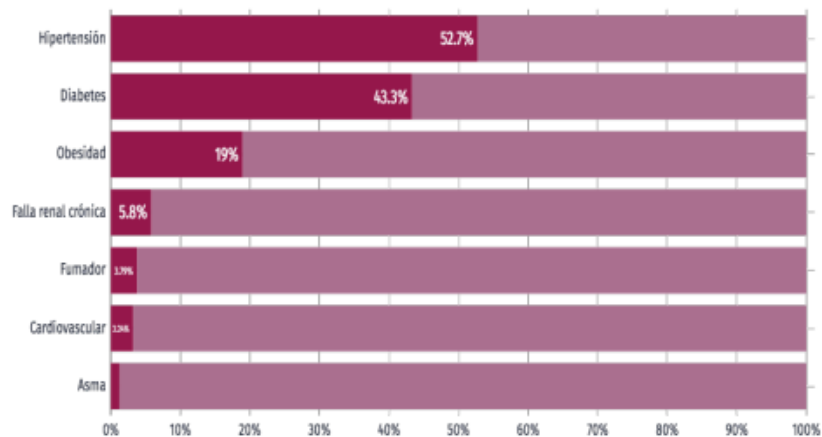
La visualización muestra la distribución de fallecidos según comorbilidad en Tampico. Se consideran todos los fallecidos informados a la fecha.

Los botones en la parte superior permiten ver esta distribución para el total de casos confirmados y hospitalizados a la fecha en Tampico.

17 de agosto de 2020

Fuente: Dirección General de Epidemiología.

Comorbilidad de fallecidos



Indicadores de seguridad

El objetivo de comprender la Seguridad Pública de México, la presente sección analiza dos conceptos principales correspondientes a aproximaciones teóricas desde las cuales se aborda el nivel de Seguridad Pública: a) Percepción y b) Denuncia.

Confianza en autoridades

Total Hombres Mujeres

2020

* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Tamaulipas, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.

En 2020, 10% de la población de Tamaulipas aseguró tener mucha confianza en la policía estatal, mientras que un 20.2% indicó tener mucha desconfianza.

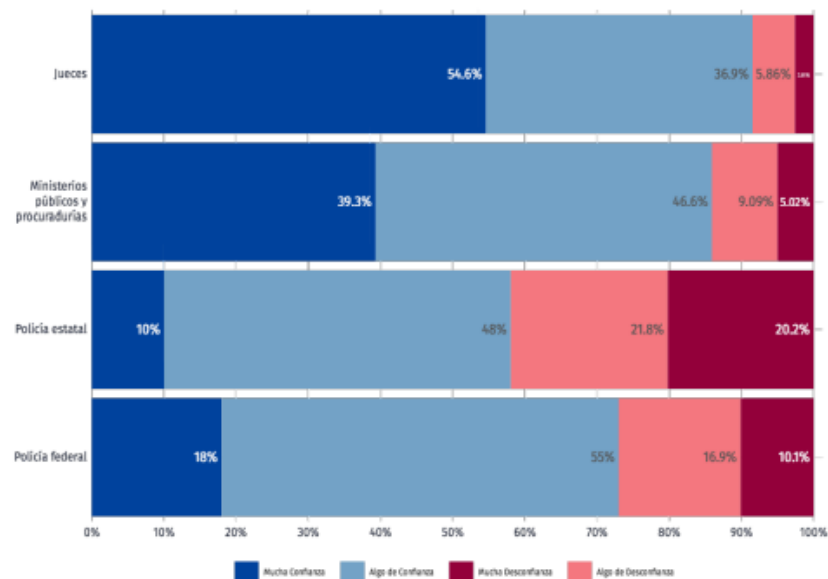
Del mismo modo, un 39.3% de la población aseguró tener mucha confianza en el Ministerio Público y Procuradurías, un 54.6% en los jueces y un 18% en la Policía Federal, mientras que un 5.02%, un 2.61% y un 10.1% aseguró tener mucha desconfianza en ellos, respectivamente.

Al comparar por género y la opción *mucha confianza*, las mujeres de Tamaulipas aseguraron sentir menos confianza en la Policía Estatal frente a los hombres; menos confianza en la Policía Federal, menos confianza en Jueces y menos confianza en el Ministerio Público y Procuradurías.

* Porcentajes excluyen la opción "No sabe / no responde".

Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

Confianza en autoridades - Total (2020)



Denuncias según bien afectado

Lineal Logarítmica

Denuncias Variación Variación (%)

Abril 2021

342 DENUNCIAS TOTALES

Violencia Familiar
PRINCIPAL DENUNCIA

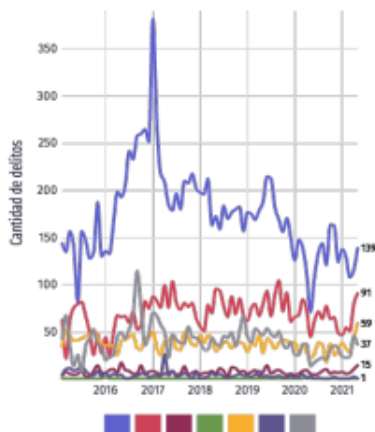
Las denuncias con mayor ocurrencia durante abril de 2021 fueron Violencia Familiar (76), Robo (54) y Daño a la Propiedad (51), las cuales abarcaron un 52.9% del total de denuncias del mes.

Al comparar el número de denuncias en abril de 2020 y abril de 2021, aquellas con mayor crecimiento fueron Incumplimiento de Obligaciones de Asistencia Familiar (400%), Abuso de Confianza (300%) y Otros Delitos del Fuero Común (300%).

Fuente: [Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública \(SESNSP\)](#).

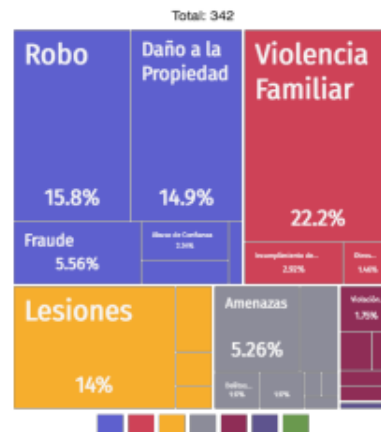
Denuncias según bien afectado en Tampico

[Clic en el gráfico para seleccionar]



Denuncias en Tampico (Abr-2021)

[Clic en el gráfico para seleccionar]



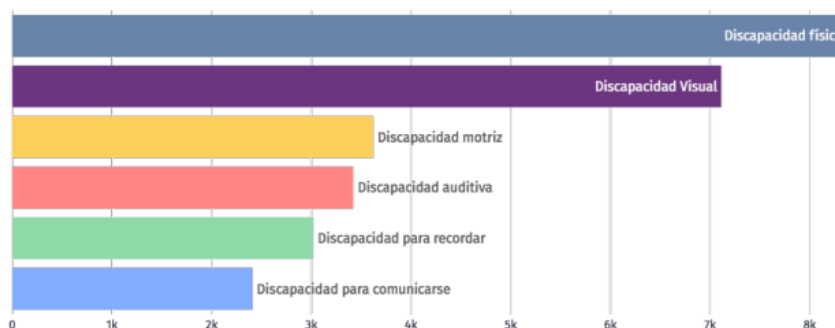
Dificultades para realizar actividades cotidianas

En 2020, las principales discapacidades presentes en la población de Tampico fueron discapacidad física (8.37k personas), discapacidad visual (7.11k personas) y discapacidad motriz (3.62k personas).

* Una persona puede tener más de una discapacidad y aparecer contabilizada en más de una categoría.

Fuente: [Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico](#).

Discapacidades por tipo de actividad cotidiana en la población de Tampico



Percepción de seguridad

2020

Percepción de seguridad en su entidad federativa

22.7% HOMBRES

18% MUJERES

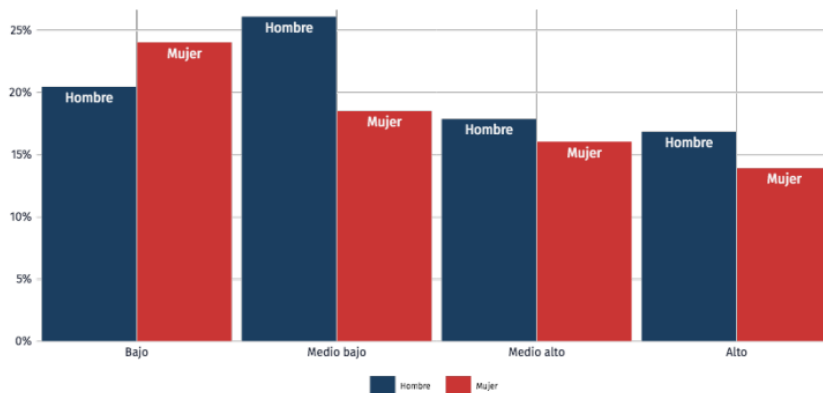
* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Tamaulipas, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.

En 2020, 22.7% de los hombres mayores de 18 años de Tamaulipas percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 18% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel de personas, los hombres del estrato sociodemográfico medio bajo percibieron mayor seguridad (26.1%), mientras que las mujeres percibieron mayor seguridad en el estrato socioeconómico bajo (24%).

Fuente: [Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública \(ENVIPE\)](#).

Percepción de seguridad según estrato sociodemográfico y sexo en Tamaulipas (2020)



Indicadores económicos:

Indicadores económicos

Unidades económicas

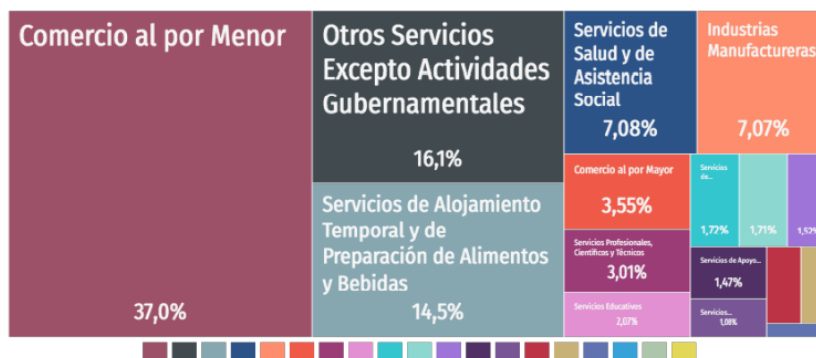
2004

Según datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Tampico fueron Comercio al por Menor (5,045 unidades), Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (2,198 unidades) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (1,985 unidades).

* Se recomienda considerar los valores como aproximaciones del valor real debido a que algunos registros han sido anonimizados por principios de confidencialidad.

Fuente: Censos Económicos.

Unidades económicas según sector económico en 2019

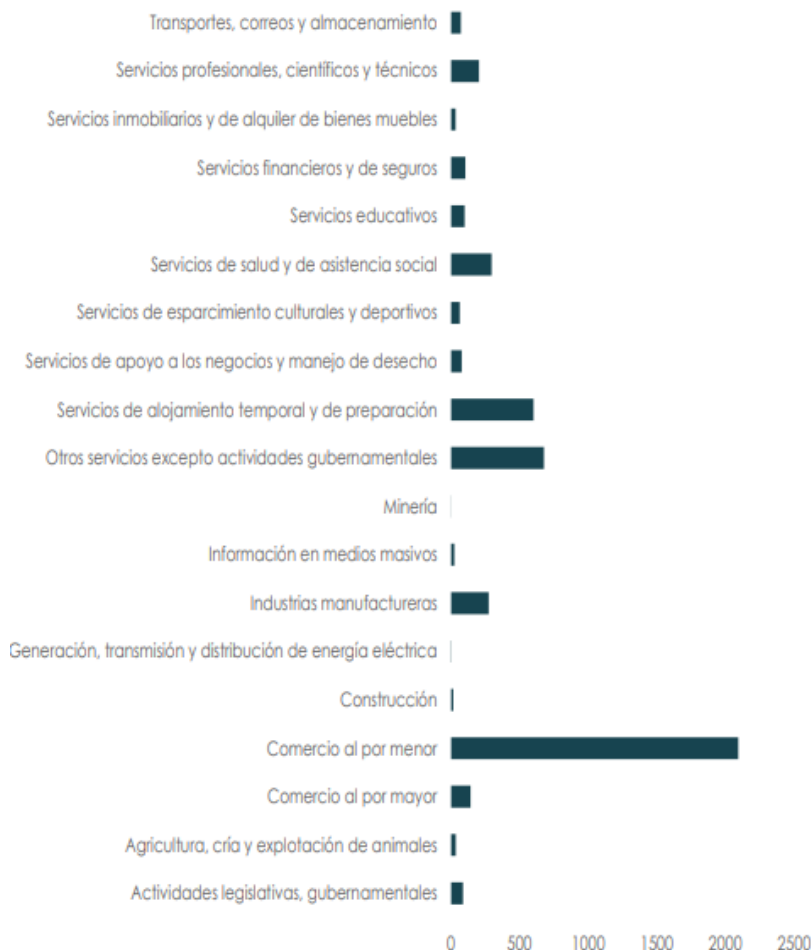


Económico

El total de unidades económicas es de 4,909, de las cuales las más numerosas son aquellas dedicadas al comercio al por menor con 2,093 (43%). En referencia al personal ocupado las unidades que más empleados registran por número de unidad son las que emplean de cero a cinco.

Se estima que el total del personal ocupado es de 30,756 personas; el comercio menor concentra el número más alto de empleos, con 10, 523 empleados lo que representa el 34 % del total.

Con base en ello se tiene que por sector de actividad existe una marcada terciarización de la economía. El sector terciario, con 4,577 unidades económicas y un estimado de 28,306 empleos, representa el 93% de las unidades económicas y los empleos, mientras que el sector primario representa tan solo el 1%.



Infraestructura

Agua potable

El principal problema en la red de abastecimiento de agua es la antigüedad de su infraestructura. Según datos del Plan de Desarrollo Integral de la Zona Conurbada, las tuberías más antiguas tienen hasta 60 años y son de asbesto – cemento o de fierro fundido. Al no existir un programa específico para el reemplazo de las redes, la estrategia que ha seguido el municipio es aprovechar las obras municipales de pavimentación para sustituir redes antiguas de agua en la Zona Centro. Actualmente no existen problemas graves de abastecimiento, sin embargo, se pierde un gran porcentaje del agua producida en fugas, tomas clandestinas y falta de medición, en las zonas operativas de Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Tampico-Madero (COMAPA).

El agua que abastece a toda la Zona Conurbada proviene del sistema lagunario formado principalmente por las lagunas Chairel y Champayán, que son alimentadas por el Río Tamesí, y tienen una superficie aproximada de 40,000 ha. El agua captada del sistema lagunario se

distribuye a seis plantas potabilizadoras. La planta potabilizadora del sistema Altavista 1, ubicada en la margen derecha de la laguna de Chairel con una capacidad de casi 2 m³/seg, es la que abastece a la zona de estudio.

Drenaje sanitario

Al igual que en el caso de las líneas de agua potable, la red de atarjeas y colectores sanitarios en la Zona Centro es muy antigua y se encuentra en malas condiciones. Además de su antigüedad, este sistema presenta dificultades debido a la topografía de la zona, requiriendo rebombeos, a la reducida infraestructura de tratamiento, y a la mezcla con aguas pluviales en las zonas de inundación.

Los principales puntos de descarga de la zona de estudio se encuentran en la zona sur-poniente y zona sur de Tampico.

En la zona sur-poniente de la colonia Cascajal a la colonia Morelos se encuentran la estación de bombeo Cascajal No. 1, Cascajal No. 2 y Cascajal No. 3, estas descargan a un emisor cuyo destino es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la Colonia Morelos. Mientras que en el sur de la Zona Centro se encuentra la estación de bombeo Planta No. 5 y la estación de bombeo No.1, estas en conjunto con la estación de bombeo Planta No. 7 que está en la colonia Guadalupe Victoria sobre la calle Volantín, descargan a un emisor cuyo destino es la PTAR Tierra Negra, ubicada hacia el norte de la ciudad de Madero en la colonia Revolución Verde. El transporte de esta agua genera altos costos de operación para la COMAPA. Actualmente entre la PTAR Morelos y Tierra Negra se tienen 1,800 lts/seg de capacidad y se estima que el gasto total es de 2,240 lts/seg, teniendo un déficit de 440 lts/seg.

Drenaje Pluvial

Bajo el Plan Estratégico para el Drenaje Pluvial del Sur de Tamaulipas del año 2009, se realizaron una serie de obras para el alivio de aguas pluviales en la zona de estudio. Se destacan las obras pluviales del Frente Democrático, los ductos y Cárcamo de Bombeo de la Zona Centro – Calle Esperanza, el Talud del Cerro Andonegui, así como los cárcamos Morelos 4 y 5. Actualmente se han ejecutado todas las obras que engloba el plan antes mencionado que inciden dentro de la zona de estudio. Cabe recalcar que, a pesar de estas obras, existen zonas muy bajas en la zona sur del polígono y en las márgenes de los cuerpos de agua, que se encuentran en constante riesgo de inundación.

La estación de Bombeo No. 1 ubicada en el Paso Casa Blanca, es un cárcamo de bombeo de

aguas mixtas (aguas residuales y aguas pluviales), al haber fuertes precipitaciones este se satura, lo que provoca el desborde de aguas mixtas en las zonas aledañas. En el caso de la Puntilla se tiene una zona baja en la cual el agua no tiene salida. COMAPA tiene identificadas dos descargas pluviales que cruzan la vía ferroviaria hacia el Río Pánuco, las cuales se encuentran clausuradas por parte de API, y podrían apoyar en el desalojo de avenidas pluviales.

Energía eléctrica

La energía eléctrica que abastece a la zona de estudio proviene del Sistema Oriental Interconectado Puebla – Veracruz, siendo recibida en la subestación reductora de Tampico, ubicada en el Centro Histórico, de ahí se distribuye a los centros de consumo.

La infraestructura existente cuenta con la capacidad suficiente para suministrar hasta el doble de la carga demandada actualmente, de acuerdo con el personal de CFE.

Las redes de transmisión son principalmente aéreas, con la excepción de algunas cuantas calles en el primer cuadro en las que ya se realizó la transición de aéreo a subterráneo. También se comentó que se han tenido algunos problemas con instalaciones subterráneas debido a las inundaciones y constante humedad que se presentan.

Transporte

Dentro de la zona de estudio, se observa una gran concentración de transporte público. De las 120 rutas que brindan servicio al municipio, más del 50% tiene su origen o destino dentro de la misma.

En el municipio de Tampico, se cuenta con un total de 1,529 concesiones de transporte público, de las cuales el 68% les pertenecen a los autos de ruta y el 32% restante a los camiones, las rutas de camiones tienen una cobertura del 89% de las vialidades del municipio, con un sobrepiso de 4.7 y un índice de sinuosidad de 1.5, lo cual genera que las rutas no sean eficientes para llevar a los usuarios a su destino. En el periodo 2016 – 2018, solo el 35% de las unidades de camiones de ruta han sido modernizadas, dejándonos con un 65% de unidades operando fuera del marco legal, el cual genera una baja en la calidad del servicio.

A pesar de que los patrones de movilidad del municipio de Tampico han cambiado, debido a la aparición de otros focos generadores de viajes, se sigue considerando al Centro como un punto nodal del movimiento urbano. La mayoría de los recorridos de taxis de ruta, tiene como origen el centro del municipio, siendo una de sus funciones el enlazar a los embarcaderos que comunican Tampico con Veracruz.

En la zona de estudio se cuenta con 4,419 concesiones de taxis, de las cuales 206 son taxi de sitio y 4,213 son taxi de ruta, dentro del periodo 2016-2018 solo el 25% de las unidades han sido modernizadas, esto nos deja con un 75% de unidades que no se encuentran operando dentro del marco legal. Por otro lado, el personal de la Subsecretaría de Transporte Público comenta que parte de las unidades de taxi de sitio han estado operando como taxis de ruta, lo cual genera mayor congestionamiento vial dentro de la zona de estudio.

Además, se destaca el congestionamiento vial generado parcialmente por la cantidad de rutas de transporte que circulan sobre la Av. Miguel Hidalgo, Blvd. Adolfo López Mateos, Gral. Cesar López de Lara, Isauro Alfaro, Álvaro Obregón, Altamira, Cristóbal Colon, Aduana y Tamaulipas.

Cabe recalcar que el equipamiento y señalamiento en paradas oficiales es muy limitado o inexistente en la Zona Centro, además de que muchas de las unidades de transporte son viejas y se encuentran en mal estado.

En la zona de Tampico – Ciudad Madero se localizan seis pasos fluviales que ofrecen servicio de transporte público con 51 embarcaciones habilitadas para movilizar hasta 20 pasajeros por unidad. Estos cruces se han convertido en un esencial medio de transporte entre el norte de Veracruz y el sur de Tamaulipas. De acuerdo con datos del programa de Ordenamiento Territorial de Tampico, 2015, el total de pasajeros reportado en viaje redondo es en promedio de 36,786 usuarios por día hábil, y en fin de semana se incrementa el número de embarcaciones a 60.

En el análisis urbanístico del “Proyecto Ejecutivo para las Terminales y Zonas de Desembarque en Diversos Cruceros de Lancha del Río Panuco en la Zona Sur del Estado de Tamaulipas”, se encontró una disminución de un 10% en el número de usuarios con respecto a los conteos incluidos en el Plan Municipal de Ordenamiento Territorial, contando 32,710 usuarios en el día laboral promedio, y 26,782 usuarios diarios durante el fin de semana. Estos conteos y encuestas fueron realizados durante el mes de noviembre del 2017, por lo que no se ve reflejado el tránsito generado por turistas en temporada vacacional.

Dentro de la Zona de estudio se encuentran tres cruces fluviales, el Paso del Humo, el Paso Casa Blanca y el Paso la Puntilla. El Paso del Humo concentra casi la mitad de los usuarios diarios del total de los seis puntos de cruce. La infraestructura utilizada para estos cruces se encuentra altamente deteriorada, en algunos presentando serios riesgos para sus usuarios y operadores, y se destaca su falta de conectividad e integración a la trama vial y sistemas de transporte de la ciudad.

Del total de los usuarios encuestados en el estudio antes mencionado, el 89% reside en Veracruz,

el 6% en Tampico, el 4% en Madero, y solamente el 2% declaro lugar de residencia Altamira. Los destinos del Centro de Tampico y Centro de Madero fueron los principales mencionados con 40% y 33% respectivamente. El resto de las menciones fueron Zona Norte de Tampico (6%), Zona Norte de Madero (6%), Altamira (5%), Pemex y Playa Miramar (5%), Aeropuerto (1%), otro (4%). Dentro de las razones de cruce que destacan, el 25% de los encuestados totales asiste a una institución educativa mientras que el 57% se traslada por temas laborales.

La razón por la que tantas personas utilizan este medio de transporte es que es más económico que utilizar vehículo, para el cual requiere el pago del cruce por el Puente Tampico de \$32.00 por automóvil y \$16.00 por motocicleta, más el costo de la gasolina y estacionamiento. De la muestra encuestada se encontró que la cuota para el cruce de lancha sencillo es de \$3.00 por adulto y \$2.00 por niño (\$6.00 viaje redondo), las personas que toman un taxi hacia su destino final pagan en promedio de \$68.23 hasta \$156.81, y las que viajan en camión gastan en promedio de \$17.33 a \$21.22; el promedio ponderado que gasta un usuario por viaje tomando en cuenta todos los tipos de transporte va de \$24.84 a \$29.64 (por debajo de la tarifa del Puente Tampico).

El “Proyecto Ejecutivo para las Terminales y Zonas de Desembarque en Diversos Cruceros de Lancha del Río Pánuco en la Zona Sur del Estado de Tamaulipas”, cuenta con proyectos constructivos para los cruces Paso del Humo y Paso Casa Blanca. Incluyendo su conectividad vial y peatonal, edificio terminal, modernización de muelles con estructura flotante, alumbrado y espacios públicos. Dentro del mismo no se incluye el Paso de la Puntilla, pero su ubicación actual es bajo el puente de la Aduana por lo que es conveniente su reubicación.

Equipamiento Urbano

De acuerdo con el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano (SNEU) creado por la SEDESOL, el equipamiento urbano define como el conjunto de edificios, instalaciones y espacios abiertos acondicionados, donde la comunidad efectúa actividades distintas o complementarias a las de habitación y trabajo. Este sistema normativo clasifica al equipamiento en subsistemas, siendo educación, cultura, salud, asistencia social, comercio, abasto, recreación, deporte, administración pública y servicios urbanos; en este sentido se realiza la descripción por subsistema para cada una de estas unidades territoriales.

Educación

En la zona de estudio se encuentran varios planteles educativos, desde nivel preescolar hasta niveles de estudios superiores. En particular se cuenta con 26 planteles de nivel básico, 16 planteles de nivel medio y 7 planteles de nivel superior. Se ubicaron 69 predios destinados a

equipamiento educativo, sumando un total de 9.01 ha.

Del equipamiento en cuestión destaca la Escuela Náutica Mercante Cap. Luis Gonzaga Priego González, que depende del Sistema de Educación Náutica Nacional (FIDENA) ubicada sobre el Blvd. A. López Mateos, dedicada a la capacitación del personal subalterno de la Marina mercante y pescadores, así como la formación de profesionales del mar impactando en gran medida el área de estudio. Utilizando la normativa de SEDESOL para evaluar la capacidad de la infraestructura educativa, con respecto a la población total de la zona de estudio, estimada en 36,545 habitantes. Al realizar este análisis se observa que la infraestructura de educación básica (primaria y secundaria) cuenta con mayor capacidad de la requerida, este hecho es consistente con la pérdida de población que ha tenido la Zona Centro de la ciudad; inclusive se cuenta con una escuela primaria y dos secundarias clausuradas. En cuanto la educación media superior y superior, vemos que la demanda supera por mucho la esperada en base a la población, esto se debe principalmente a que estos están atendiendo también a los habitantes de la zona norte de Veracruz, donde no existe una gran oferta de estos planteles.

Salud

Dentro de la poligonal de estudio solo se cuenta con un solo hospital, el Hospital Militar; un centro de salud con servicios de consulta, un centro de atención de la Cruz Roja, una Unidad de Especialidades Médicas de la Secretaria de Salud y una buena oferta de servicios médicos privados, dentistas, consultorios de ginecología entre otros, pero los que destacan son la Torre Medica Plaza ubicada sobre la calle Cristóbal Colón a un costado de la Presidencia Municipal y la Torre Medica Tampico ubicada sobre la Av. Miguel Hidalgo muy cerca del área de estudio.

Abasto

Al sur del Centro Histórico se encuentra en proceso de construcción el nuevo mercado Juárez-Hidalgo, el cual contará con dos niveles y un área gastronómica; los locatarios del viejo edificio del mercado Juárez Hidalgo y mercado Gastronómico “Las Tablitas”, están ubicados en las bodegas que están sobre la calle Héroe de Nacozari. Una vez terminado se reubicarán estos dos mercados sobre la nueva construcción. Al costado poniente del nuevo mercado, se encuentra el mercado Francisco I. Madero, el cual cuenta con proyecto para ser remodelado y construir un estacionamiento en su parte superior, y conexión peatonal entre ambas edificaciones.

Este conjunto de mercados tiene un importante movimiento comercial y forman parte del principal abasto del Centro, del municipio y localidades cercanas de Veracruz. También se encuentra una serie de bodegas sobre la calle Héroe de Nacozari. Junta a la zona de los mercados, las calles

Fray Andrés de Olmos y Benito Juárez se encuentra bloqueadas por comercio informal en el tramo ubicado entre la calle Héroes del Cañonero y Pedro J. Méndez.

Situado sobre el Paseo la Cortadura entre las calles Sol y 2 de enero, se ubica el Mercado Manuel Ávila Camacho, remodelado en el 2013, y hacia la Laguna el Carpintero a un costado de las instalaciones del Parque Metropolitano se encuentra de manera provisional el Mercado el Macalito.

El Mercado Manuel Ávila Camacho se encuentra subutilizado, de acuerdo con la información recabada del levantamiento de campo, éste cuenta con 119 locales, de los cuales, se observó que tan solo 19 locales se encontraban en ocupación. Esto viene a confirmar que los consumos de la población han cambiado y ahora se abastecen en tiendas de autoservicio como Chedraui o Arteli entre otras, la mayoría fuera de la zona de estudio.

Al poniente del polígono de estudio en la colonia el Cascajal, se encuentra el Mercado de Mariscos de La Puntilla, en el cual se recibe el producto de los pescadores de la zona diariamente, sin embargo, las instalaciones se encuentran en muy mal estado.

Administración Pública

El equipamiento administrativo gubernamental se concentra en su mayoría en la Zona Centro y aledañas a la Plaza de Armas de la Libertad.

Destaca la Presidencia Municipal ubicada sobre la calle Cristóbal Colon frente a la Plaza de Armas, cuya edificación data del año 1933 y es un inmueble de tres pisos y un sótano. Mientras que en contra esquina se encuentra el actual edificio del DIF Tampico, inmueble de dos plantas, con una arquitectura europea que data del año 1925. Sobre la calle Emilio Carranza entre Cristóbal Colon y 20 de noviembre se encuentran las oficinas de la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Hacia el sur de la Plaza de la Libertad se encuentra el Edificio de la Luz, en el cual se ubican las oficinas del Servicio de Administración Tributaria de Tampico, edificio hecho a base de muros de tabique y cubierta de rieles de acero con ladrillo de seis niveles que data del siglo XIX.

Cruzando la calle peatonal Centenario hacia el puerto pasando la actual Plaza de las Hijas de Tampico se sitúan las nuevas oficinas de la Administración Portuaria Integral de Tampico creada en 1994 y frente a ellas uno de los edificios más emblemáticos del sur de Tamaulipas, la antigua Aduana Marítima, edificio que data del año 1896.

Sobre la calle Tamaulipas entre la calle Benito Juárez y la calle Aduana tenemos las oficinas de la Comisión Federal de Electricidad.

Cultura

En cuanto al equipamiento cultural se destacan los siguientes destinos:

- La Antigua Aduana, edificio que alberga al Museo “La Victoria de Tampico de 1829”.
- La Casa de la Cultura en la calle Lauro Aguirre que alberga espacios para exposiciones temporales y permanentes, actividades culturales, el archivo de la ciudad y una biblioteca.
- Un auditorio ubicado en Lauro Aguirre frente a la Casa de la Cultura.
- Planetario de la Escuela Náutica.
- Centro de Convenciones y el Centro Cultural de Tampico donde se realizan talleres y conferencias.
- Museo de la Cultura Huasteca.
- Barco Museo del Niño.
- Fuera de la zona de estudio se ubican otros equipamientos de gran importancia que cubren la demanda de la población: la Biblioteca Municipal, la Biblioteca Omega y la de Petróleos mexicanos.

Espacios Públicos

Dentro de los espacios públicos importantes en el centro histórico, se encuentran la Plaza de Armas, la Plaza de la Libertad, la Plaza de las Hijas de Tampico, Parque Pedro J. Méndez y hacia el norponiente está el Paseo la Cortadura. También se encuentra el Parque Metropolitano, la unidad deportiva, terrenos de la feria, y una reserva ecológica dentro de los terrenos adyacentes a la Laguna del Carpintero.

Otros espacios de menor tamaño son la Plaza de las Artes que está ubicada donde termina la Av. Hidalgo, cerca de los mercados en la denominada zona del triángulo, se encuentra la Plaza del Mariachi rodeada de cantinas y hoteles, el cual alberga el Monumento a los Tres Mariachis. Dentro de la zona noreste del área de estudio, frente a la Parroquia de Nuestra Señora de Guadalupe, se encuentra la Plaza Primero de Mayo, mejor conocida como la Plaza del Golfo.

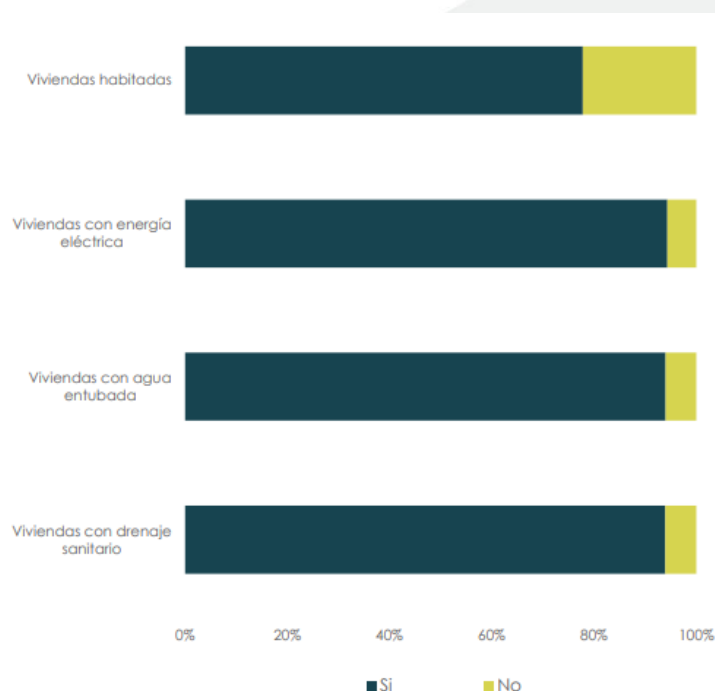
Comunicaciones

En cuanto a equipamiento de comunicaciones destacan dos importantes edificaciones que se encuentran sobre la calle Francisco I. Madero entre la calle Benito Juárez y la calle Aduana, frente

a la Plaza de la Libertad. Una de ellas es la oficina de Correos que fue construida en el año 1907 y es un inmueble utilizado desde su construcción para fines de oficinas públicas. Se compone de tres niveles construida a base de muros de tabique, con losa de concreto y fachada plana. Mientras que a un costado se encuentran las oficinas de Telégrafos Nacionales restaurada a principios del siglo XX, de dos plantas, construida a base de muros de tabique, losa de concreto y forma plana, iniciando operaciones en el año 1908.

Vivienda

Según datos del Censo 2010, el total de viviendas en el área de estudio es de 16,206, de las cuales 12,611 (78%) son viviendas habitadas y el restante 22% correspondería a viviendas deshabitadas. Del conjunto de viviendas particulares habitadas (12,291) se tiene que el 97% disponen de luz eléctrica mientras que el 96% cuentan con agua entubada en el ámbito de la vivienda, así como con excusado o sanitario y drenaje.



Turismo

El Programa Sectorial de Turismo 2013-2018 menciona que, en los años recientes, el turismo internacional muestra cambios respecto a sus preferencias, existe una tendencia a la búsqueda de viajes cortos y de bajo costo que combinen el negocio con el placer. El turismo es un motor de desarrollo para la economía de las poblaciones, generando empleos y mejorando la calidad de vida de sus habitantes. Tampoco tiene sin duda un gran potencial turístico tanto recreativo como

de negocios. Las líneas de acción para el fomento productivo señalan la colaboración en el fortalecimiento de la competitividad de destinos y regiones turísticas, para su consolidación, además del desarrollo de nuevos centros turísticos en sitios con amplio potencial de crecimiento.

Dentro de los atractivos turísticos de la zona de estudio, resalta el gran patrimonio edificado ubicado en el Centro Histórico, en el cual se encuentran 284 edificaciones y monumentos históricos. La ciudad de Tampico es reconocida por su arquitectura única, la cual abarca el siglo XIX y XX. En sus fachadas se ve representada la arquitectura de la época del porfiriato, de la cual destaca la Antigua Aduana Marítima de Tampico, que conserva su estructura original. Los espacios como la Plaza de Armas, la Plaza de la Libertad, y la Plaza Hijas de Tampico conectadas por vialidades peatonales y semipeatonales, también presentan grandes ejemplos de edificios históricos, como la Presidencia Municipal, el Quiosco, la Catedral de la Inmaculada Concepción, el Edificio de la Luz, la Estación de Ferrocarril, entre otras casonas y edificios de importancia.

La Laguna del Carpintero se encuentra ubicada en el corazón del Tampico con una superficie de 157 ha, de las cuales 80 son de espacio terrestre y 77 componen el cuerpo de agua. Se comunica mediante el Canal de la Cortadura hacia el Río Pánuco, el cual desemboca en el Golfo de México ubicado a 8 km de distancia de la laguna. Antiguamente, el total de su superficie terrestre era un humedal que se vio mermado por la edificación de espacios deportivos, recreativos y culturales, hasta reducirse a tan sólo 16 ha de terreno inundable con presencia de manglar. En el polígono de 16 ha, el cual es considerado como predio municipal, se determinó mediante un estudio satelital de los años 2005, 2010, 2011 y 2012, que existían cerca de 7 ha de manglar.

Dentro de las 157 ha que componen la Laguna del Carpintero, se encuentran diversos sitios de interés, tales como el Parque Metropolitano, el cual cuenta con una zona de estacionamiento, cafetería, zonas de descanso, siendo el sitio donde empieza el recorrido en náutico de la laguna; también se encuentra la Unidad Deportiva Olímpica ubicada en la zona sur poniente a un costado de la Escuela Náutica Naval; un recinto ferial en el cual se podrán llevar a cabo Ferias Regionales; finalmente también se encuentra ahí el conjunto del Espacio Cultural Metropolitano, el cual se dedica a crear, promover, fomentar y divulgar las artes en todas sus manifestaciones, y el Centro de Convenciones y Exposiciones el cual se dedica a albergar congresos y espectáculos de primer nivel y eventos sociales.

El Canal de la Cortadura es uno más de los atractivos dentro de la zona de estudio, este sirve como conexión hidráulica de la Laguna del Carpintero con el Río Pánuco. Está conformado por un parque lineal (Paseo La Cortadura) de 1.5 km de longitud, el cual se encuentra equipado con

pasarelas, jardines, plazas y terrazas integrando diversas zonas de descanso y juego en toda su extensión; también cuenta en su entorno inmediato con el mercado Ávila Camacho. Dentro de las actividades que se pueden desarrollar en este espacio, está el recorrido en lancha, la cual baja desde el mercado Ávila Camacho hasta la Laguna del Carpintero. Además, se llevan a cabo múltiples festividades a lo largo del año.

Industria y Desarrollo Portuario

El Puerto de Tampico ha sido históricamente uno de los motores económicos de Tampico y una de las principales influencias en el desarrollo del primer cuadro de la ciudad. Establecida por decreto en 1827, la Aduana Marítima de Tampico, empezó a tener auge comercial portuario en 1850 con la construcción de las escolleras y canal de acceso. A finales del siglo XIX, el General Porfirio Díaz fue uno de los grandes promotores de este Puerto, inaugurando el primer muelle en 1870, concluyendo las escolleras en 1889, y la construcción de la Antigua Aduana Marítima en 1896; este último es un edificio de corte inglés y uno de los edificios más emblemáticos del sur de Tamaulipas.

El puerto se extiende por 22 km de la margen del Río Pánuco desde la desembocadura en el Golfo de México y aguas arriba hacia a los municipios de Tampico, Pueblo Viejo y Pánuco Veracruz. Dentro de la concesión como recinto portuario cuenta con una extensión de 109.65 ha de tierra y 789.86 ha de agua. Cuenta con 11 terminales públicas de atraque con una longitud total de 2,149 m lineales.

La vocación del puerto es eminentemente petrolera, tanto en actividades logísticas marítimo-portuarias, desarrollo y suministro de artefactos, insumos y servicios para la industria de hidrocarburos. Adicionalmente a la industria petrolera y sus derivados, la cual representó el 71% de la carga total del puerto en el 2015 (PMDP 2016-2021), se destacan las industrias de granel mineral, carga general, y otros fluidos. En cuanto a origen y destinos de la carga, se distinguen tres mercados principales, el primero es el local compuesto por el Puerto de Altamira, la Zona Conurbada y el resto del estado de Tamaulipas, el cual representa el 44% de la carga; el segundo mercado es el de cabotaje a los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, el cual consisten en un 45%; el tercero y último es el mercado Noreste compuesto por los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí con un 8% del mercado; el 3% restante se distribuye por el resto de los estados del país.

El puerto cuenta con conectividad ferroviaria por medio de la línea Tampico-San Luis Potosí a cargo de la empresa Kansas City Southern de México, y de la línea Monterrey - Tampico a cargo

de la empresa Ferromex; ambas líneas presentan sus limitaciones, siendo que la línea hacia San Luis Potosí presenta fuertes pendientes y limitantes en altura para la doble estiba, y la de Monterrey debe cruzar 16 km de la Zona Conurbada y otras ciudades en Tamaulipas y Nuevo León antes de llegar a su destino final. Aproximadamente un 15% de la carga del puerto se mueve por ferrocarril, mientras que la gran mayoría de la carga se mueve por autotransporte. Debido a que la ciudad creció rodeando al puerto, se ha visto mermada su conectividad vial, por lo que el transporte de carga debe circular por las angostas calles del centro hasta la Av. Monterrey para salir hacia el norte o hacia el Puente el Moralillo hacia el poniente y Veracruz.

El volumen de carga en el puerto se ha reducido de manera constante, de 11,611,242 ton en el año 2006 a 6,461,204 en el 2015 (PMDP 2016-2021). No obstante, se ha logrado una recuperación considerable en el movimiento de carga, llegando en el 2018 a 8,158,486 ton. Esta tendencia de disminución de la carga en Tampico va directamente relacionada con un incremento en la carga en el Puerto de Altamira. Sin embargo, esta correlación no significa que el desarrollo del Puerto de Altamira sea la única causal de la disminución de la carga en Tampico, la falta de espacio de almacenaje y maniobra, y la pobre conectividad vial y ferroviaria, limitan el crecimiento y desarrollo del Puerto.

Dentro de la zona de estudio se encuentra las partes más antiguas del Puerto de Tampico. En el frente de agua la Administración Portuario Integral (API) cuenta con los muelles del 1 al 9, las oficinas administrativas de la API y Capitanía de Puerto, la Antigua Aduana, más de 18,000 m² de bodegas de la época del Porfiriato, y una serie de vías y espuelas ferroviarias. Tanto la Antigua Aduana como las bodegas adyacentes están catalogadas como Monumentos Históricos por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, sin embargo, el edificio administrativo es un edificio más reciente y no se encuentra catalogado. De acuerdo con el personal de la API los muelles 1 a 3 se encuentran fuera de funcionamiento ya que no son recinto fiscalizado y no cuentan con el dragado necesario. Sin embargo, se espera la próxima reactivación de esta zona, con la entrada en operación de una terminal de cabotaje y transporte marítimo de corta distancia; los muelles 4 y 5 se encuentran muy limitados al no contar con patios de almacenamiento, su saturación suele generar conflictos con las vialidades interiores. También se comentó la intención de la API de cerrar las bodegas adyacentes a la Antigua Aduana para su renta como espacios de almacenamiento.

Desde hace varios años existe la propuesta o intención de darle un giro turístico al puerto ubicado en la Zona Centro, en particular áreas adyacentes a los tramos 2 al 4 del Puerto. Este proyecto es mencionado en el Programa Parcial del Centro Histórico de Tampico del 2008, así como aparece

como “Proyecto Turístico Comercial” en el Plan Maestro de Desarrollo Portuario 2016-2021. Existen un gran número de propuestas conceptuales, aunque personal de la API confirma que actualmente no se cuenta con un proyecto o programa definitivo para la conversión turística del Puerto.

4.5 Paisaje

El paisaje constituye un recurso natural sujeto a aprovechamiento, aspecto que ha propiciado que su análisis y entendimiento sea considerado relevante para la toma de decisiones. Debido a esto, los paisajes son evaluados en tres de sus atributos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. La importancia de los análisis de paisaje radica en que permiten evaluar desde una perspectiva visual los efectos de los procesos de deterioro en los sistemas naturales.

En este caso, el Área Contractual 4 se desarrollará en aguas territoriales del Golfo de México, donde actualmente existen complejos petroleros; por lo que no se modificará el Paisaje, el cual se considera ya alterado debido a la instalación de las Plataformas petroleras ya autorizados en los campos.

Fragilidad del paisaje

El Proyecto no afectará la fragilidad del paisaje ya que no se contempla realizar ninguna actividad relacionada a la extracción de hidrocarburos en las zonas consideradas como frágiles como son las Áreas Naturales Protegidas.

Visibilidad

Tomando en cuenta el argumento anterior, y como referencia a las localidades costeras de Tampico, Tamaulipas, Tuxpan y Coatzacoalcos, Veracruz, y hasta Paraíso, Tabasco; como puntos de observador, se determinó que el Proyecto no podrá ser visible para las localidades cercanas a los puertos.

El Proyecto no es visible desde ninguno de los puntos de localidades costeras; la distancia es suficiente como para no ser apreciada por ningún observador. Esto ocurre porque la visibilidad disminuye rápidamente con la distancia y el Proyecto se ubicará a 275 millas náuticas (510 km) al sureste del puerto de Tampico, Tamaulipas, respecto a la superficie continental. Donde se ubicará la base logística para el pre – arranque de las operaciones de exploración.

Calidad paisajística y fragilidad del paisaje

Desde el punto de vista del paisaje, la calidad paisajística en el Área Contractual 4 es baja, dado

que no hay coberturas vegetales o elementos intrínsecos al sitio que puedan cambiar o perturbarse. Como se mencionó previamente, dado que ya existe infraestructura petrolera instalada en el área del Proyecto, el impacto visual no sería significativo.

4.6 Diagnóstico ambiental

El pozo para explorar Naajal – 1EXP ubicado dentro del Área Contractual 4, se encuentra aproximadamente 510 km de distancia del puerto de Tampico, Tamaulipas; base logística para el desarrollo de actividades de pre - arranque del presente proyecto.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, el tipo de clima dominante en el municipio de Tampico es cálido subhúmedo con lluvias en verano.

La temporada más calurosa durante el semestre de mayo a octubre superando los 30°C; las mínimas son de noviembre a abril, siendo enero el mes más frío con temperaturas de 15.2°C. La temperatura media anual dentro de la zona de la Laguna del Carpintero es de 25.1°C. Se tiene una suma anual de 1, 136 mm de agua, siendo marzo el mes con menos probabilidad de lluvias y septiembre el mes de mayor probabilidad de lluvia y la evaporación mensual y anual (1, 526.10).

Debido a la ubicación geográfica de Tampico, la zona es propensa a tener temperaturas extremas, en sí de ondas de calor, lo cual provoca fenómenos climatológicos que afectan las actividades cotidianas; tal es el caso de la canícula, el cual es un evento climático que sucede durante la estación de verano y se caracteriza por ser una sequía, es decir una disminución o ausencia de lluvia.

Los huracanes y tormentas tropicales se presentan en los meses de junio a octubre y de acuerdo con sus trayectorias, se ha observado que estos fenómenos afectan principalmente las costas de Veracruz y Tamaulipas.

El gobierno de Tamaulipas desarrolló el Programa Especial de Protección Civil Temporada de Sequía, Estiaje e Incendios Forestales 2021, donde Tampico cae en la clasificación D0 y D1, es decir que se encuentra en sequía moderada y anormalmente seco de acuerdo con la categorización realizada por CONAGUA.

El Cambio Climático afecta en gran manera las costas, en el caso del SAR, dentro de las vulnerabilidades de los escenarios de Cambio Climático que se prevén para el Golfo de México se encuentran los eventos extremos del clima, como son: sequías, lluvias abundantes, mayor incidencia de huracanes y depresiones tropicales que se acentuarán en los años por venir. A este escenario se suman dos fenómenos mayores: el cambio en las condiciones térmicas de la corriente

del Golfo y el aumento en el nivel de los mares relacionado con el deshielo de los glaciares continentales y la dilatación térmica. Pese a ello, el único municipio del SAR que presenta alta vulnerabilidad ante el Cambio Climático es Altamira.

El estado de Tamaulipas cuenta con una ubicación geográfica privilegiada, es el punto de encuentro de tres provincias fisiográficas de gran importancia biológica: la Sierra Madre Oriental, la llanura costera del Golfo Norte, donde también se ubican la Sierra de Tamaulipas, y la Sierra de San Carlos, y las grandes planicies de Norteamérica, además de que se presenta la Llanura Costera del Golfo Norte.

El municipio de Tampico se ubica en una extensión terreno donde la variedad de vegetación natural y la geomorfología (incluso actividades antropogénicas), han dado pie a que se presenten varios tipos de suelo. De acuerdo con la Ficha de caracterización en Tampico se cuenta con los siguientes tipos de suelo: Regosol, Solonchak y Cambisol.

La zona de estudio cuenta con la Subprovincia de la Llanura Costera Inundable Tamaulipeca, la cual abarca un 21.5% del total de la superficie del municipio de Tampico.

Esta Subprovincia está cubierta por sedimentos marinos no consolidados, con altitud muy próxima al nivel del mar. La región cuenta con una superficie donde predominan las llanuras, que son inundables hacia la costa y están interrumpidas al oeste por lomeríos muy tendidos.

Las provincias geológicas presentes en el SAR, son: Tampico – Misantla, Cinturón Extensional Quetzalcóatl, Cinturón Plegado Catemaco, Cordilleras Mexicanas, Escarpe de Campeche, Pilar Reforma Akal, La Cuenca Salina del Istmo y la Plataforma de Yucatán. Mientras que las provincias petroleras dentro del SAR son: Golfo de México Profundo, Sureste, Tampico – Misantla y Veracruz.

El SAR comprende las plataformas de Tampico – Misantla, el Golfo y Yucatán, estas a su vez tienen intercambio con la plataforma de Texas y está fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa. La influencia de los remolinos es mayor en la zona de Tamaulipas.

La Geomorfología Marina, descrita en la Carta Batimétrica Internacional del Mar Caribe y Golfo de México, muestra que el SAR presenta condiciones batimétricas que varían entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,500 m de profundidad en la zona marina. Asimismo, se observa que el Área Contractual 4 se encuentra a una profundidad entre 500 m y 2000 m.

En cuanto a Regiones Marinas Prioritarias, dentro del SAR predominan los Pantanos de Centla, siguiendo Cayos de Campeche, el Sistema Lagunar de Alvarado y los Tuxtlas.

La susceptibilidad hace referencia a la propiedad del terreno que indica si las condiciones de una ladera son favorables o desfavorables para la estabilidad, haciendo referencia únicamente a los factores intrínsecos de los suelos y/o las rocas. En cuanto a la sismicidad, geológicamente la zona del puerto de Tampico se encuentra en una región sísmica de menor frecuencia con aceleración de terreno menor al 70% de gravedad, la cual presenta una gran estabilidad.

En el caso de deslizamientos, el municipio de Tampico no se presenta en ninguna de las zonas de deslizamientos, siendo las más cercanas las regiones Golfo de México y Golfo Norte. Y para el caso de hundimientos De acuerdo con el Resumen ejecutivo del Atlas Municipal del Estado de Tamaulipas, elaborado por el Gobierno de Tamaulipas en conjunto con el Servicio Geológico Mexicano se expone que respecto a hundimientos generados por fenómenos cársticos.

Existen un punto crítico de inundación dentro del estado de Tamaulipas colindante a la zona de logística del presente proyecto, el cual está en el centro del municipio de Altamira, Tamaulipas.

Para el caso de actividad volcánica, sólo existe la presencia de un volcán activo en el municipio de Aldama, Tamaulipas. En el resto del área circundante al puerto de Tampico, existen sistemas montañosos, pero ninguno con actividad volcánica, los cuales no afectan en el Proyecto.

En el estado de Tamaulipas cuenta con la región VI Río Bravo y comparte con el estado de Veracruz la región IX Golfo Norte. En cuanto al estudio de los alrededores del puerto logístico de Tampico para el presente proyecto, se encuentran dentro de su delimitación las Regiones Hidrológicas: 25. San Fernando Soto la Marina y 26. Las cuencas pertenecientes son la del Río Pánuco y Ríos San Fernando – Soto La Marina.

La superficie del SAR comprende un porcentaje muy bajo de superficie terrestre en comparación de la zona marina. En este sentido, es importante describir las características oceánicas e interacciones marinas que lo rodean.

Las corrientes superficiales presentan un flujo de agua casi constante y con pocos cambios significativos en su dirección, aunque la velocidad incrementa en verano, y es menor en invierno.

La circulación de las aguas de la corriente del Golfo son una derivación que describe una elipse que se dirige al sur y este formando una circulación ciclónica asociada principalmente a las variaciones de transporte del canal de Yucatán.

La Plataforma de Tamaulipas y Veracruz cuenta con vientos que permiten la mezcla vertical del Golfo de México, siendo en invierno los nortes y en verano tormentas tropicales y huracanes, haciendo más profunda la capa mezclada e incorporando nutrientes a la zona fótica.

Se establecieron 20 puntos de muestreo para la caracterización de componentes de los medios abiótico y biótico, conforme la Guía para la Elaboración de la Línea Base Ambiental previo al Inicio de las Actividades Marinas de Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Se realizó el muestreo de agua superficial, media y fondo, además sedimentos.

La hidrogeología representativa del municipio de Tampico se compone en su mayoría de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, en segundo lugar, hay existencia de terrazas marinas, gravas, arenas, limos, depósitos aluviales y lacustres, también hay presencia de rocas sedimentarias predominantemente arcillosas y en mucho menor proporción rocas volcánicas.

Los vientos durante los meses de marzo a septiembre presentan velocidades de 3 m/s con una componente sureste – noroeste, predominando la mayor parte del año.

De octubre a febrero son más frecuentes los vientos del norte con una velocidad entre 3.07 y 6.13 m/s, con una componente norte – noroeste – sureste. La frecuencia de vientos del norte registrados denominados “nortes”, establece un promedio superior a los 30 eventos, iniciando regularmente en septiembre y octubre, continuando hasta marzo y abril.

Las Áreas Naturales Protegidas y sitios RAMSAR circundantes al SAR son: Laguna de Términos, Los Tuxtlas, Pantanos de Centla, Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan, Sistema Arrecifal Veracruzano y las AICAS desglosadas en la Figura 4-18.

Tampico se ubica en un área de importancia ecológica debido a su colindancia con dos importantes afluentes, el Río Pánuco y el Río Tamesí, un gran número de lagunas como la del Chairel, Carpintero, entre otras, y finalmente la desembocadura de estos cuerpos de agua en el Golfo de México. Esta situación hidrográfica genera que exista una gran biodiversidad de especies acuáticas y marinas, aves, reptiles, mamíferos y flora. Dentro de la zona de estudio se ubican algunas de las principales áreas verdes, parques, espacios públicos y reservas ecológicas del municipio.

Para el caso del estado de Tamaulipas, debido a la orografía y el clima presente en la Llanura Costera del Golfo, hay abundancia de bosques bajos de encino, matorrales altos y en algunas partes de las cañadas se desarrolla bosque mesófilo; además de que en algunas partes hay selva baja.

Así, es posible encontrar varios tipos de vegetación que se distribuyen fundamentalmente paralelos a la costa: cálido húmedo en la costa, cálido subhúmedo en la planicie costera, templados húmedos en la parte este de la vertiente del Golfo de México (barlovento), templado subhúmedo

en la parte oeste de la vertiente (sotavento).

En cuanto a la vegetación marina, se realizó un muestreo dentro del Estudio de Línea Ambiental, en el cual se incluyó un muestreo de fitoplancton estuvo dirigido a la determinación de las especies más representativas del eslabón inicial de la cadena trófica marina, así como también a la identificación de microalgas consideradas potencialmente tóxicas y de aquellas comúnmente involucradas en ciertos eventos de importancia ecológica: “mareas rojas”, “floraciones algales nocivas” o procesos de eutrofización.

En cuanto a la Fauna terrestre, dentro del municipio de Tampico se ubica la Laguna del Carpintero, la cual es reconocida por la presencia de reptiles. De todas las especies que aquí viven, considerando las residentes y migratorias, ninguna es más simbólica que el cocodrilo mexicano o cocodrilo de morelet (*Crocodylus moreletti*).

Dentro de las especies de mamíferos presentes en la entidad están: ardilla tropical, lince americano, ardillón punteado, coyote, coatí norteño, miotis mexicano, murciélago moreno norteño, tamandúa norteño, entre otros. De especies de anfibios son: sapo nebuloso, tlaconete tamaulipeco, rana de hojarasca decorada, rana de coro manchada, rana de bigotes, salamandra, ranita grillo y tlaconete de Galeana, y otras. De reptiles: tortuga del desierto de Tamaulipas, boa, tortuga lora, cascabel de cola negra, víbora de cascabel totonaca, lagartija espinosa del noreste, iguana verde, culebra caracolera de oriente, entre otros (INEGI, 2014).

Al igual que para la calidad del agua y vegetación marina, dentro del muestreo realizado para el estudio de LBA se analizaron zooplancton e inctioplancton. Los organismos presentes fueron determinados hasta el menor nivel taxonómico posible diferenciando su pertenencia a los grupos de copépodos, cladóceros, apendicularias, cnidarios, ictioplancton (huevos y larvas de peces), entre otros; y los resultados de los conteos fueron expresados cuantitativamente en términos de número de organismos por m³ de agua de mar.

En cuanto a la macrofauna, se hizo un avistamiento de mamíferos marinos y aves marinas se registraron 10 individuos corresponden a una sola especie “delfín moteado” *Stenella attenuata*. En cuanto a tortugas marinas no hubo avistamiento durante el recorrido, sin embargo, de acuerdo con información bibliográfica se sabe de la presencia de 5 especies características del Golfo de México, en orden de abundancia: “tortuga blanca” *Chelonia mydas*, “tortuga caguama” *Caretta c. caretta*, “tortuga Carey” *Eretmochelys i. imbricata*, “tortuga lora” *Lepidochelys kempi* y “tortuga laúd” *Dermochelys coriacea*. (CONACYT, 2017).

La población de Tampico ronda entre los 297,562 habitantes de los cuales 52.4% son mujeres y

47.6% son hombres. La población del municipio representa 8.4% de la población estatal y ubica a Tampico como el cuarto municipio con mayor población en Tamaulipas, con una densidad poblacional de 2,598.5 habitantes por kilómetro cuadrado. La mitad de la población tiene 35 años o menos.

La situación conyugal de la población en Tampico, el 36.9% se encuentra casada, el 35.9% se encuentra soltera, el 13.2% en unión libre, 4.7% separada, el 3.1% divorciada y el 6% en estado de viudez.

Por su parte la población menor a 14 años en conjunto alcanza el 22%, mientras que la mayor a 65 años representa únicamente el 10%, lo que trae como consecuencia que la carga que soporta la población activa con relación a la población inactiva sea de 48 por cada 100 como razón de dependencia.

En su mayoría la población cuenta con electrodomésticos básicos y con tecnologías de información y comunicación, m por debajo del 40% de la población son quienes no cuentan con el acceso a estos servicios.

En el sector Salud, y referente a la pandemia del 2020, los datos arrojados por instituciones públicas del municipio de Tampico indican que la visualización presenta la evolución de los contagios diarios por COVID-19 en Tampico. Con el selector en la parte superior es posible cambiar la visualización a la evolución de fallecidos por COVID-19 (diarios o acumulados). También se da la opción de visualizar los datos con promedio móvil de siete días o tasa cada 100 mil habitantes. Mejorando esto con las estrategias establecidas por el mismo gobierno.

La seguridad se resume en que hay una confianza promedio del 40% en autoridades, las principales denuncias son por violencia familiar, siguiendo robo, daño a la propiedad y lesiones.

En el sector económico se estima que el total del personal ocupado es de 30,756 personas; el comercio menor concentra el número más alto de empleos, con 10, 523 empleados lo que representa el 34 % del total.

Con base en ello se tiene que por sector de actividad existe una marcada terciarización de la economía. El sector terciario, con 4,577 unidades económicas y un estimado de 28,306 empleos, representa el 93% de las unidades económicas y los empleos, mientras que el sector primario representa tan solo el 1%.

Se cuenta con los servicios para la población, como son agua potable, el principal problema en la red de abastecimiento de agua es la antigüedad de su infraestructura. Actualmente no existen

problemas graves de abastecimiento, sin embargo, se pierde un gran porcentaje del agua producida en fugas, tomas clandestinas y falta de medición, en las zonas operativas de Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Tampico-Madero (COMAPA); drenaje sanitario, pluvial, energía eléctrica, transporte público y equipamiento urbano.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

**“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL -
1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA
SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”**

CAPÍTULO 5

5 IDENTIFICCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

5	identificcción, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.....	2
5.1	Identificación de impactos.	3
5.1.1	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	3
5.2	Caracterización de los impactos.....	5
5.2.1	Indicadores de impacto y de cambio climático.	9
5.3	Valoración de los impactos.....	13
5.4	Impactos residuales.....	29
5.5	Impactos acumulativos.	29
5.6	Resumen y conclusiones.....	29

5.1 Identificación de impactos.

5.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

En este capítulo se analizarán e identificarán los posibles impactos ambientales que ocasionará el proyecto.

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa.

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el Medio Ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos generales, con pretensiones de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático unos, dinámicos, entre otros.

Para el presente estudio se utilizará la Metodología propuesta por Vicente Conesa (2003); que se basa en la utilización de matices causa-efecto.

El uso de matrices puede llevarse a cabo con una recolección moderada de datos técnicos y ecológicos, pero requiere en forma imprescindible de una cierta familiaridad con el área afectada por el proyecto y con la naturaleza de este. Las matrices de causa-efecto consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones para establecer interacciones, definir impactos secundarios o terciarios y realizar consideraciones temporales o espaciales.

Evaluación y Justificación de la metodología seleccionada.

Conesa (2003) establece que, previo a realizar la evaluación matricial, es necesario considerar dos aspectos del proyecto:

- Análisis general del proyecto (Capítulo II, Descripción del proyecto).
- Definición del entorno del proyecto (Capítulo IV, Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental).

El proceso de identificación y evaluación de los impactos consiste en un análisis sistemático numérico en donde se consideran las siguientes fases:

- Identificación de fuentes de impacto. Se realiza un concentrado de la información referente a las actividades y obras que se realizarán en cada etapa del proyecto.
- Matriz de Identificación de Impactos Ambientales. El objetivo de esta matriz es obtener las interacciones entre las actividades y los factores ambientales. Para ello, previamente se hace una revisión exhaustiva con base en literatura y estudios ambientales equivalentes al presente proyecto, con el fin de identificar los factores e indicadores ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto.

Con la información obtenida, se realiza una matriz de doble entrada cruzando cada actividad con los factores e indicadores ambientales identificados, asignando un “punto” en aquellas casillas donde se identifique una interacción entre ambos elementos.

- Matriz de Evaluación de positivos y negativos: De las interacciones obtenidas en la matriz anterior, se realiza otra matriz; esta vez, asignando un símbolo negativo, en la acción que provoque un cambio perjudicial en un factor ambiental, y un símbolo positivo, cuando las interacciones sean potenciales de provocar impactos benéficos. El fin de ello, es identificar las principales actividades que generarán un impacto negativo al ambiente.
- Matriz de Importancia: Se realiza una matriz del tipo causa-efecto con base a la fórmula de Conesa. La matriz consiste en un cuadro cuyas columnas figurarán los valores establecidos en base a los Criterios de Conesa (2003). En tanto que, dispuestas en las filas, se colocan las etapas y actividades que generarán únicamente un impacto negativo; así como el componente y factor ambiental susceptible de ser afectado describiendo el tipo de impacto ambiental identificado,

De este modo, se asigna un valor para cada criterio con base al impacto ambiental identificado. El desarrollo de la fórmula dará como resultado un valor, el cual se clasificará de acuerdo con las categorías propuesta por Conesa.

Esta última matriz nos permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el medio para posteriormente obtener una valoración de estos.

En forma secuencial se analizan en las tres matrices los efectos de cada acción o actividad de la obra sobre los factores ambientales del sitio en donde se localiza, por lo que la información de la descripción a detalle de las actividades y las condiciones ambientales son base para el desarrollo adecuado de la metodología y la aplicación de los criterios establecidos para la evaluación.

5.2 Caracterización de los impactos.

Los criterios pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o su actuación sobre el medio ambiente.

Los criterios establecidos por dicha metodología se describen en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Criterios según Conesa (2003).

Criterio	Carácter	Definición	Escala de Calificación
NATURALEZA	Impacto benéfico	Aquel admitido por la población en general y la comunidad científica que hace alusión al carácter benéfico.	(+)
	Impacto perjudicial	Aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales.	(-)
INTENSIDAD (I) Grado de incidencia de la acción sobre el factor	Baja	Aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	1
	Media	Aquel cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	2
	Alta	Aquel cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	4
	Muy alta	Aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del medio, de los recursos naturales, que expresa una destrucción casi total del factor.	8
	Total	Aquel cuyo efecto se manifiesta en la destrucción total del medio, de sus procesos fundamentales de funcionamiento.	12
EXTENSIÓN (EX) Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	Puntual	Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.	1
	Parcial	Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.	2
	Extenso	Aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.	4
	Total	Aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	8
	Crítica	Aquel en que la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente se da en impactos puntuales.	4
MOMENTO (MO)	Largo plazo	Es aquel cuyo efecto tarda en	1

Criterio	Carácter	Definición	Escala de Calificación
Plazo de manifestación del impacto (tiempo en que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto).		manifestarse más de cinco años.	
	Mediano plazo	Es aquel cuyo efecto tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	2
	Inmediato	Cuando el tiempo de manifestación del efecto sea nulo.	4
	Crítico	Aquel en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	8
PERSISTENCIA (PE) Tiempo que permanece el efecto desde su aparición	Fugaz	Si la duración del efecto es inferior a un año.	1
	Temporal	Si la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	2
	Permanente	Aquel cuyo efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	4
REVERSIBILIDAD (RV): Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto	Corto Plazo	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente	1
	Mediano Plazo	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a mediano plazo, ya que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma lenta, debido al funcionamiento de los procesos naturales	2
	Irreversible	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar	4
SINERGIA (SI): Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	Sin Sinergismo (simple)	Sin sinergismos, ya que su efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos	1
	Sinérgico	Sinérgico, cuando el total de la manifestación es la suma de los efectos simples provocados por acciones que actúan simultáneamente.	2
	Muy Sinérgico	Muy sinérgico, cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor	4
ACUMULACIÓN (AC): Incremento progresivo de la manifestación el efecto	Simple	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio	1
	Acumulativo	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto que al	4

Criterio	Carácter	Definición	Escala de Calificación
		prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
EFECTO (EF): Forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Indirecto	El efecto es indirecto, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro	1
	Directo	El efecto es directo, ya que su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.	4
PERIODICIDAD (PR): Regularidad de la manifestación del efecto	Irregular, aperiódico y discontinuo	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia	1
	Periódico	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo	2
	Continuo	La periodicidad es continua, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia	4
RECUPERABILIDAD (MC): Posibilidad de reconstrucción del factor afectado	Recuperable de manera inmediata	La recuperabilidad se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que la posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo	2
	Mitigable	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana	4
	Irrecuperable	Se considera irrecuperable, aquel en el que la alteración del medio o pérdida es imposible de reparar	8

FUENTE: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Conesa, 2003.

Fuente: TEMA (2022)

Caracterización de los impactos.

Una vez obtenida la Matriz de Evaluación de Impactos, se podrá elaborar la Matriz de Importancia de acuerdo con los valores del siguiente algoritmo.

$$I = (\pm) [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

I= es la Importancia del Impacto.

±= Naturaleza del impacto.

i= Intensidad o grado probable de destrucción.

EX= Extensión o área de influencia del impacto.

MO= Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto.

PE= Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto.

RV = Reversibilidad.

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples.

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo.

EF = Efecto (tipo directo o indirecto).

PR = Periodicidad.

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

Los elementos de la matriz de importancia identifican el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado. La importancia del impacto está en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como la extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Tabla 5-2. Calificación de Impactos

Valor	Calificación	Descripción
< 25	Bajo	La afectación del impacto es irrelevante en comparación con los propósitos y objetivos del proyecto.
$25 \leq i < 50$	Moderado	La afectación no requiere prácticas de protección correctivas o intensivas.
$50 \leq i < 75$	Alto	La afectación exige la recuperación de las condiciones ambientales a través de medidas correctivas o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es un período prolongado.
≥ 75	Crítico	La afectación es más alta que el umbral aceptable. Hay una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación.

Fuente: TEMA (2022)

5.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático.

Identificación de fuentes de impacto.

A continuación, se muestran las actividades a realizar para el presente proyecto:

ETAPA DE OPERACIÓN

1. MOVILIZACIÓN DE EMBARCACIONES.

2. PERFORACIÓN EXPLORATORIA.

- a. Perforación de Pozo Exploratorio.

ETAPA DE ABANDONO

3. ABANDONO

- a. Suspensión de pozo
- b. Taponamiento y Abandono del Pozo.
- c. Desmovilización de embarcaciones y equipo.

Para la perforación del pozo exploratorio se hará la identificación de los impactos ambientales para dos escenarios:

1. Perforación del Pozo Exploratorio (condiciones normales de perforación).
2. Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del pozo, impacto potencial).

El descontrol del pozo es una situación con una baja probabilidad de ocurrencia; sin embargo, de presentarse, se considera como potencial y su efecto al medio biótico es alto.

La etapa de Operación también incluirá las siguientes actividades: operación de la planta desalinizadora, uso de explosivos y uso de sustancias radioactivas. Esta primera actividad se incluye, ya que se hará uso de la planta para la obtención de agua para el uso y servicio de la tripulación; por lo que, el desalojo de agua de lastre será cotidiano.

El uso de explosivos y sustancias radioactivas no se consideran dentro de las operaciones rutinarias del proyecto; sin embargo, se incluyen dentro de las actividades generadoras de impacto dado que pueden alterar algunos factores ambientales contemplados.

Identificación de factores e indicadores ambientales.

Los factores ambientales son todos los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, considerando la complejidad del ambiente y su carácter de sistema. En este caso, fueron seleccionados los considerados como relevantes, medibles y que ofrecen información del estado y funcionamiento del ambiente.

Los indicadores de impacto son los elementos del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio, que permiten evaluar de manera puntual la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un proyecto y/o desarrollo de una actividad, así como su integración al ambiente. De tal forma que el impacto de un proyecto se concreta en un valor que dimensiona la desviación de éste.

Para ser de utilidad, los indicadores también cumplen con criterios (representatividad, relevancia, excluyentes y de fácil identificación) que proporcionan información para establecer un comparativo del antes y del después de la ejecución del proyecto, pudiendo dimensionar los impactos producidos.

Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por la ejecución del proyecto, tomando en consideración la información obtenida en campo y la de fuentes bibliográficas.

A continuación, se presentan los factores e indicadores ambientales que pudieran recibir algún impacto ambiental por el desarrollo del proyecto.

A MEDIO ABIÓTICO.

A.1 ATMÓSFERA.

A.1.1 Calidad.

A.1.2 Ruido.

A.2 LECHO MARINO.

A.2.1 Superficie.

A.2.2 Sedimentos Marinos

A.3 AGUA.

A.3.1 Calidad.

A.3.2 Turbidez

B. MEDIO BIÓTICO.

B.1 ARRECIFES CORALINOS

B 1.1 Distribución

B.1.1 Abundancia.

B.1.2 NOM-059-SEMARNAT-2010.

B.2 COMUNIDAD PLANCTÓNICA

B.2.1 Distribución.

B.2.2 Abundancia.

B.3 COMUNIDAD BENTÓNICA

B.3.1 Distribución.

B.3.2 Abundancia.

B.4 MAMÍFEROS MARINOS.

- B.4.1 Distribución.
 - B.4.2 Abundancia.
 - B.4.3 NOM-059-SEMARNAT-2010.
- B.5 TORTUGAS MARINAS.
 - B.5.1 Distribución.
 - B.5.2 Abundancia.
 - B.5.3 NOM-059-SEMARNAT-2010.
- B.6 AVES MARINAS
 - B.6.1 Distribución.
 - B.6.2 Abundancia.
 - B.6.3 NOM-059-SEMARNAT-2010.
- B.7 PAISAJE.
 - B.7.1 Calidad Visual.
 - B.7.2 Fondo Escénico.
- C. MEDIO SOCIOECONÓMICO.**
 - C.1 ECONOMÍA.
 - C.1.1 Local.
 - C.1.2 Regional.
 - C.2 INFRAESTRUCTURA
 - C.1.3 Demanda de servicios

5.3 Valoración de los impactos.

La Tabla 5-3 muestra la matriz de efectos o impactos ambientales. Las columnas muestran las etapas y actividades, mientras que las filas presentan los factores ambientales. El modo en que se realizó el cruce fue señalando con un punto la celda que presenta una relación entre la actividad y el factor ambiental. De este modo, se correlacionaron las fuentes de impacto con los factores ambientales susceptibles de afectación, a fin de identificar las interacciones causa-efecto en el medio.

Tabla 5-3. Matriz de Identificación de Efectos o Impactos Ambientales

Factor Ambiental			Exploración del Área Contractual 4								
			Etapa de Operación						Etapa de Abandono		
			Perforación Exploratoria						Suspensión. Taponamiento y Desmovilización		
			Movilización de Embarcaciones	Perforación del Pozo Exploratorio	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto)	Operación de la planta desactivada	Uso de explosivos	Uso de sustancias radioactivas	Suspensión de Pozo	Taponamiento y Abandono del Pozo	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos
Medio Abiótico	Atmósfera	Calidad	.	.						.	.
		Ruido	.	.			.			.	.
	Lecho marino	Superficie		.	.					.	
		Sedimentos Marinos		.	.		.				
	Agua	Calidad		.	.	.		.			
		Turbidez		.	.		.				
Medio Biótico	Arrecifes coralinos	Distribución			.						
		Abundancia			.						
		Nom-059			.						
	Comunidad Planctónica	Distribución			.	.					
		Abundancia			.	.		.			
	Comunidad Bentónica	Distribución		.	.	.	.				
		Abundancia		.	.	.		.			
	Mamíferos marinos	Distribución			.	.					
		Abundancia			.	.		.			
		Nom-059			.	.		.			
	Tortugas marinas	Distribución			.	.					
		Abundancia			.	.		.			
		Nom-059			.	.		.			

Factor Ambiental			Exploración del Área Contractual 4								
			Etapa de Operación						Etapa de Abandono		
			Perforación Exploratoria						Suspensión. Taponamiento y Desmovilización		
			Movilización de Embarcaciones	Perforación del Pozo Exploratorio	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto)	Operación de la planta desactivada	Uso de explosivos	Uso de sustancias radioactivas	Suspensión de Pozo	Taponamiento y Abandono del Pozo	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos
	Aves Marinas	Distribución			.						
		Abundancia			.						
		Nom-059			.						
	Paisaje	Calidad visual		.	.						
		Fondo escénico		.	.						
Medio Socioeconómico	Economía	Local	.	.	.				.		.
		Regional	.	.	.				.	.	.
	Infraestructura	Demanda de Servicios	.	.	.				.	.	.

*Corresponde a especies enlistadas dentro de la NOM-059; Fuente: TEMA (2022)

Otro modo de poder representar los efectos de estas interacciones fue asignando un símbolo negativo en la acción que provoque un cambio en un factor ambiental, y un símbolo positivo, cuando las interacciones sean potenciales de provocar impactos benéficos.

La Tabla 5-4, muestra la matriz de evaluación de impactos positivos y negativos que se generan con el proyecto. De acuerdo con los resultados, podemos observar una matriz donde cada casilla de cruce en la matriz o elemento muestra si el impacto es positivo (+) o negativo (-). También existieron casos en los que no se presenta interacción, debido a que la actividad no genera un impacto en el indicador.

Tabla 5-4. Matriz de impactos (positivos y negativos) por etapas del proyecto.

Factor Ambiental			Exploración del Área Contractual 4								
			Etapa de Operación						Etapa de Abandono		
			Perforación Exploratoria						Suspensión. Taponamiento y Desmovilización		
			Movilización de Embarcaciones	Perforación del Pozo Exploratorio	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Operación de la planta desalinizadora	Uso de explosivos	Uso de sustancias radioactivas	Suspensión de Pozo	Taponamiento y Abandono del Pozo	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos
Medio Abiótico	Atmósfera	Calidad	-	-						-	-
		Ruido	-	-			-			-	-
	Lecho marino	Superficie		-	-					-	
		Sedimentos Marinos		-	-		-				
	Agua	Calidad		-	-	-		-			
		Turbidez		-	-		-				
Medio Biótico	Arrecifes coralinos	Distribución			-						
		Abundancia			-						
		Nom-059			-						
	Comunidad Planctónica	Distribución			-	-					
		Abundancia			-	-		-			
	Comunidad Bentónica	Distribución		-	-	-	-				
		Abundancia		-	-	-		-			
	Mamíferos marinos	Distribución			-	-					
		Abundancia			-	-		-			
		Nom-059			-	-		-			
	Tortugas marinas	Distribución			-	-					
		Abundancia			-	-		-			
		Nom-059			-	-		-			
	Aves Marinas	Distribución			-						
		Abundancia			-						
		Nom-059			-						
	Paisaje	Calidad visual		-	-						
		Fondo escénico		-	-						
Medio Socioeconómico	Economía	Local	+	+	+				+		+
		Regional	+	+	+				+	+	+
	Infraestructura	Demanda de Servicios	+	+	+				+	+	+

*Corresponde a especies enlistadas dentro de la NOM-059; Fuente: TEMA (2020)

Con base en los resultados de la Matriz de Impactos, se detectaron un total de 78 interacciones. La etapa de Operación presentó un mayor número de interacciones (65), lo que representa el 83 % del total. Mientras que la etapa de Abandono presentó un total de 13 interacciones; es decir, el 17 % del total.

Del total de interacciones, 17 (22 %) son positivos y 61 (78 %) son negativos.

En la Tabla 5-5, se muestra el total de impactos positivos y negativos que se podrían presentar durante el desarrollo del presente proyecto. La Figura 5-1, muestra el comportamiento de los impactos negativos para las etapas del proyecto y en la Figura 5-2, se muestra el comportamiento de los impactos positivos en las diferentes etapas del proyecto.

Tabla 5-5. Total de impactos positivos y negativos por etapa

Etapas Del Proyecto	Impactos					
	Positivos		Negativos		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Operación	9	12	56	72	65	83
Abandono	8	10	5	6	13	17
Total	17	22	61	78	78	100

Fuente: TEMA (2022)

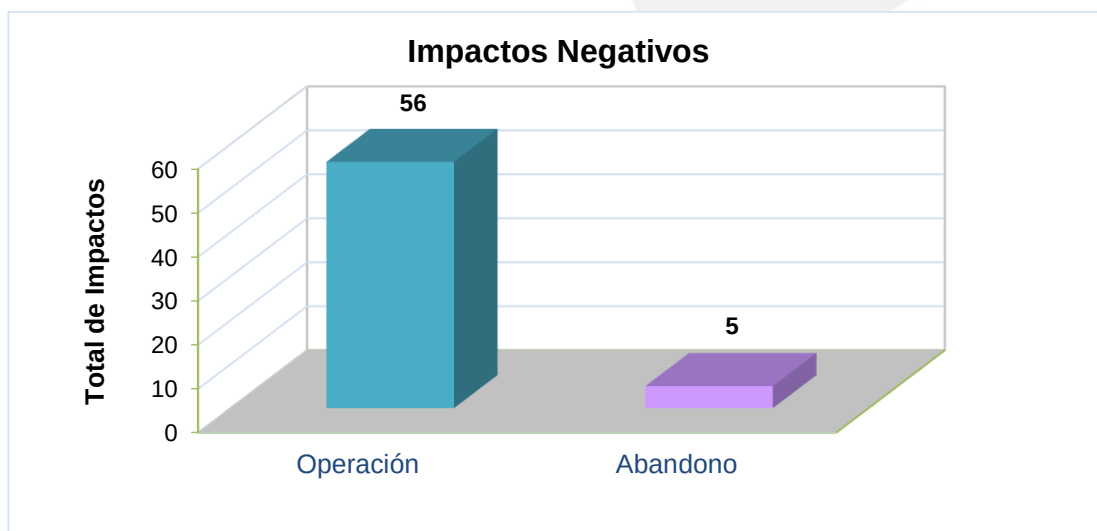


Figura 5-1. Impactos Negativos identificados por etapa de proyecto

Fuente: TEMA (2022)

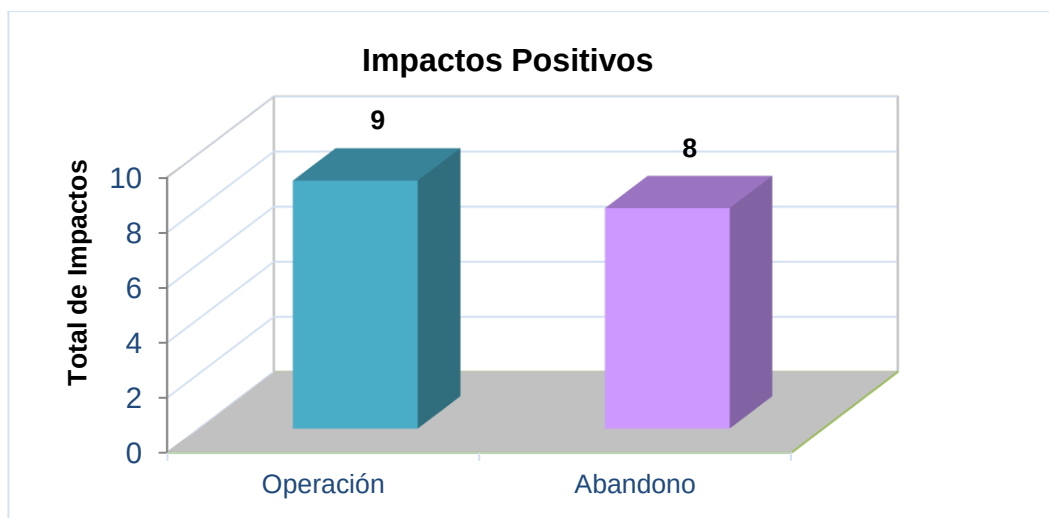


Figura 5-2. Impactos Positivos identificados por etapa de proyecto

Fuente: TEMA (2022)

V.1.1.1.1 Matriz de Importancia

Una vez identificados los factores ambientales impactados, se procedió a desarrollar la Matriz de Importancia con base en la fórmula de Conesa para las etapas del proyecto. En la Tabla 5-6, se presenta únicamente los impactos identificados negativos para el desarrollo del proyecto.

Tabla 5-6. Matriz de Importancia

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA										VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA	
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]
Operación	Movilización de embarcaciones	Atmósfera	Calidad	Emisiones a la atmósfera generada por los equipos de combustión interna	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	23	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Atmósfera	Calidad	Emisiones a la atmósfera generada por los equipos de combustión interna	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	23	BAJO
Abandono	Taponamiento y Abandono del Pozo	Atmósfera	Calidad	Emisiones a la atmósfera generada por los equipos de combustión interna	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	23	BAJO
Abandono	Desmovilización de embarcaciones y equipos	Atmósfera	Calidad	Emisiones a la atmósfera generada por los equipos de combustión interna	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	23	BAJO
Operación	Movilización de embarcaciones	Atmósfera	Ruido	Generación de ruido por equipos de combustión interna, motores de embarcaciones y buque de perforación.	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	BAJO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA										VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA	
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Atmósfera	Ruido	Generación de ruido por equipos de combustión interna, motores de embarcaciones y buque de perforación.	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	23	BAJO
Operación	Uso de explosivos	Atmósfera	Ruido	Generación de ruido por uso de explosivos	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19	BAJO
Abandono	Taponamiento y Abandono del Pozo	Atmósfera	Ruido	Generación de ruido por equipos de combustión interna, motores de embarcaciones y buque de perforación.	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	BAJO
Abandono	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos	Atmósfera	Ruido	Generación de ruido por equipos de combustión interna, motores de embarcaciones y buque de perforación.	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Lecho Marino	Superficie	Modificación de la superficie durante la perforación del Pozo	-1	1	1	4	4	4	1	1	4	4	8	35	MODERADO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA											VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Lecho Marino	Superficie	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	2	4	4	4	4	2	1	4	4	8	45	MODERADO
Abandono	Taponamiento y Abandono del Pozo	Lecho Marino	Superficie	Modificación de la superficie durante la cementación del Pozo	-1	1	1	4	4	4	1	1	4	4	8	35	MODERADO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Lecho Marino	Sedimentos Marinos	Remoción de partículas durante la perforación del Pozo y Descarga de fluidos lodo con base sintética (SBM).	-1	1	2	4	2	2	2	1	4	2	2	26	MODERADO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Lecho Marino	Sedimentos marinos	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	1	4	4	4	2	1	4	4	8	45	MODERADO
Operación	Uso de explosivos	Lecho Marino	Sedimentos marinos	Pérdida de sedimentos por el uso de explosivos	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	24	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Agua	Calidad	Descarga de fluidos lodo con base sintética (SBM)	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	22	BAJO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA										VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA	
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Agua	Calidad	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	4	4	4	4	2	4	4	1	4	47	MODERADO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Agua	Calidad	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	2	1	1	1	1	4	2	1	18	BAJO
Operación	Uso de sustancias radioactivas	Agua	Calidad	Alteración por el uso de sustancias radioactivas	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Agua	Turbidez	Dispersión de sedimentos en la columna de agua durante la perforación y cementación del pozo.	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	22	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Agua	Turbidez	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	2	4	2	1	2	1	1	4	1	2	28	MODERADO
Operación	Uso de explosivos	Agua	Turbidez	Aumentos de sólidos en suspensión por el uso de explosivos	-1	1	2	4	1	1	1	1	4	1	2	22	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Arrecife coralino	Distribución	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	8	8	2	4	4	2	4	1	1	4	62	ALTO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTAL											VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		
	Potencial)																
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Arrecife coralino	Abundancia	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	8	8	2	4	4	2	4	1	1	4	62	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Arrecife coralino	NOM-059*	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	8	8	2	4	4	2	4	1	1	4	62	ALTO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Planctónica	Distribución	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Planctónica	Abundancia	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Uso de sustancias radioactivas	Comunidad Planctónica	Abundancia	Disminución de la comunidad planctónica por el uso de sustancias radioactivas	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Planctónica	Distribución	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA										VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA	
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Planctónica	Abundancia	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Comunidad Bentónica	Distribución	Descarga de fluidos lodo con base sintética (SBM)	-1	1	2	2	2	2	2	4	4	2	4	29	MODERADO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Comunidad Bentónica	Abundancia	Descarga de fluidos lodo con base sintética (SBM)	-1	1	2	2	2	2	2	4	4	2	4	29	MODERADO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Bentónica	Distribución	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Bentónica	Abundancia	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Bentónica	Distribución	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Bentónica	Abundancia	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Uso de explosivos	Comunidad Bentónica	Distribución	Alteración de la distribución de la Comunidad Bentónica por	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	24	BAJO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA										VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA	
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]
				el uso de explosivos													
Operación	Uso de sustancias radioactivas	Comunidad Bentónica	Abundancia	Disminución de la comunidad bentónica por el uso de sustancias radioactivas	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Mamíferos marinos	Distribución	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Mamíferos marinos	Abundancia	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Mamíferos marinos	NOM-059*	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Mamíferos marinos	Distribución	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Mamíferos marinos	Abundancia	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Operación de la planta	Mamíferos marinos	NOM-059*	Descarga de salmuera al	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTAL											VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		
	desalinizadora			mar													
Operación	Uso de sustancias radioactivas	Mamíferos marinos	Abundancia	Disminución de Mamíferos marinos por el uso de sustancias radioactivas	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	BAJO
Operación	Uso de sustancias radioactivas	Mamíferos marinos	NOM-059*	Disminución de mamíferos marinos por el uso de sustancias radioactivas	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Tortugas marinas	Distribución	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Tortugas marinas	Abundancia	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Tortugas marinas	NOM-059*	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Tortugas marinas	Distribución	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA										VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA	
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Tortugas marinas	Abundancia	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Operación de la planta desalinizadora	Tortugas marinas	NOM-059*	Descarga de salmuera al mar	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	BAJO
Operación	Uso de sustancias radioactivas	Tortugas marinas	Abundancia	Disminución de Tortugas marinas por el uso de sustancias radioactivas	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	BAJO
Operación	Uso de sustancias radioactivas	Tortugas marinas	NOM-059*	Disminución de Tortugas marinas por el uso de sustancias radioactivas	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Aves marinas	Distribución	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Aves marinas	Abundancia	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Aves marinas	NOM-059*	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	4	8	8	2	2	2	4	4	1	4	55	ALTO

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO	IMPACTO AMBIENTAL	CARACTERIZACIÓN DEL ASPECTO E IMPACTO AMBIENTA										VALORACIÓN	IMPORTANCIA /SIGNIFICANCIA	
					NATURALEZA	INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)		I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Paisaje	Calidad visual	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	22	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Paisaje	Calidad visual	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	22	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio	Paisaje	Fondo escénico	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	22	BAJO
Operación	Perforación de Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Paisaje	Fondo escénico	Potencial derrame de hidrocarburo	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	22	BAJO

*Corresponde a especies enlistadas dentro de la NOM-059

Fuente: TEMA (2022)

De acuerdo con los valores de ponderación obtenidos de la ecuación de Conesa (2003), del total de interacciones identificadas como negativas, 36 se clasifican de categoría baja, 9 moderadas y 16 altas.

En la Figura 5-3 se presenta el total de impactos negativos con base a la ecuación de Conesa.

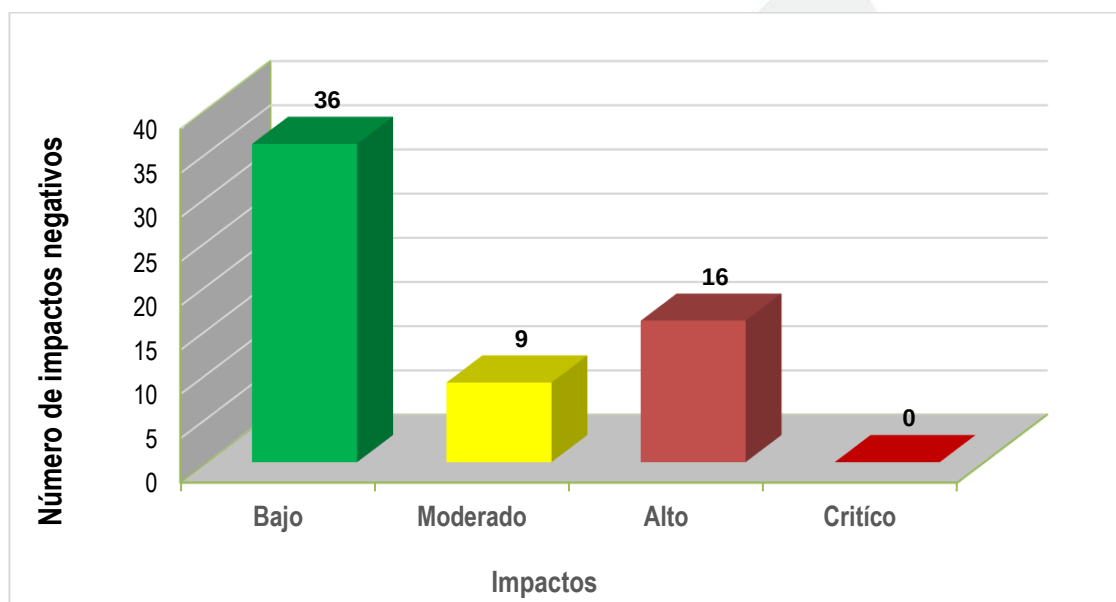


Figura 5-3. Impactos negativos con base a Conesa

Fuente: TEMA (2022)

La Figura 5-3 presenta los impactos totales negativos con base a las actividades. En este caso, la perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), generará: 2 impactos bajos, 4 moderados, 16 altos. En el Capítulo IX se presentará el estudio de Análisis de Riesgo con la probabilidad del evento final.

Cabe señalar que no se identificaron impactos críticos para el proyecto.

De los 61 impactos negativos, todos presentan medidas de mitigación.

5.4 Impactos residuales.

Para el presente Proyecto considerando una operación rutinaria, el único impacto residual será el área ocupada por el taponamiento del pozo, la superficie que no se volverá a recuperar en el lecho marino es de 1 m².

5.5 Impactos acumulativos.

Considerando una operación rutinaria no se identificaron impactos acumulativos lo cual es consistente ya que actualmente en el Área Contractual 4 no se encuentra ningún tipo de infraestructura marina para el manejo de hidrocarburos.

Para el caso del impacto potencial por un descontrol del pozo que es una situación con una baja probabilidad de ocurrencia; y que, de presentarse, se considera como potencial y su efecto al medio biótico es alto y será acumulativo.

5.6 Resumen y conclusiones.

Con base en los resultados de la Matriz de Impactos, se detectaron un total de 78 interacciones. La etapa de Operación presentó un mayor número de interacciones (65), lo que representa el 83 % del total. Mientras que la etapa de Abandono presentó un total de 13 interacciones; es decir, el 17 % del total.

Del total de interacciones, 17 (22 %) son positivos y 61 (78 %) son negativos.

De acuerdo con los valores de ponderación obtenidos de la ecuación de Conesa (2003), del total de interacciones identificadas como negativas, 36 se clasifican de categoría baja (irrelevantes), 9 moderadas y 16 altas.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

**“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL -
1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA
SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”**

CAPÍTULO 6

6 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

6 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL2

6.1	Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental Nombre del proyecto	3
6.1.1	Descripción y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental	18
6.1.1.1	Plan de Monitoreo Ambiental	18
6.1.1.2	Plan de Manejo de Residuos Sólidos.....	21
6.1.1.3	Plan de Manejo de Aguas Residuales	22
6.1.2	Información necesaria para la fijación de montos para finanzas	23

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental Nombre del proyecto

A continuación, se describen las medidas de prevención y mitigación propuestas para reducir los efectos negativos de los impactos ambientales para la etapa de Operación y Abandono.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 5 -5. del Capítulo 5 (Total de impactos positivos y negativos por etapa), se detectaron en total 78 interacciones. La etapa de Operación presentó un mayor número de interacciones (65); lo que representa el 83 % del total. Mientras que la etapa de Abandono presentó un total de 13 interacciones; es decir, el 17 % del total.

Del total de interacciones, 17 (22 %) son positivos y 61 (78 %) son negativos.

Una vez caracterizados los impactos ambientales, se determinó la importancia del impacto con base al algoritmo propuesto por Conesa (2003). Los valores de ponderación muestran que, del total de interacciones identificadas como negativas, 36 se encuentran en la categoría baja, 9 moderadas y 13 altas.

En este caso, los impactos catalogados como altos corresponden únicamente al escenario con derrame; es decir, al descontrol del Pozo; por lo que representan por un evento no deseado. Para ello, PC Carigali cuenta con los instrumentos de seguridad para evitar dicha situación y de presentarse se tiene una Plan de Respuesta a Emergencia para atender la contingencia y evitar que este llega a la zona costera. En el estudio de Análisis de Riesgo se presentará la probabilidad del evento final.

Es importante señalar que, de no contenerse el derrame de manera inmediata y de llegar a la zona costera, ubicada a 130 Km aproximadamente, se deberá iniciar una Evaluación de Daños Ambientales en la zona costera e iniciar con los trabajos de restauración correspondientes de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento; así como lo señalado en la Ley General de Responsabilidad Ambiental.

Durante los trabajos de perforación del pozo Naajal-1EXP se utilizará el Buque “NOBLE Rig Globetrotter GT1”. La superficie (lecho marino) requerida para este pozo es de 1 m². Esta actividad se realizará en un periodo máximo de 70 días para cada pozo a perforar. Una vez terminadas las actividades de exploración, el pozo será cerrado a nivel de la línea de lodo o lecho marino como parte de un futuro programa de desarrollo o producción en caso de haber éxito durante dicha actividad.

Además de las medidas de mitigación indicadas en el Capítulo 5, de manera particular para la

perforación se dará cumplimiento con lo señalado en la NOM-149-SEMARNAT-2006.

Tabla 6-1 Vinculación NOM-149-SEMARNAT-2006

Disposiciones generales	Vinculación
El responsable de las actividades de perforación de pozos petroleros marinos debe obtener la autorización en materia de impacto ambiental, que debe solicitarse en la modalidad de Informe Preventivo, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y conforme al campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana.	PC Carigali ingresa para su evaluación y dictaminación a la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA); la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional con Estudio de Riesgo.
Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, la descripción del ambiente para la actividad de perforación de pozos petroleros marinos, solicitada en el Informe Preventivo, debe presentarse con apego al Anexo A y conforme al último crucero oceanográfico realizado por PEMEX-PEP.	Para elaborar la presente MIA-R, se utilizó la información de la Línea Base Ambiental (LBA) del Área Contractual 4, misma que ingresó a la ASEA mediante el contrato CNH-R01-L04-A4.CS/2016. El estudio LBA se encuentra en el Anexo 2 del Capítulo 3 .
El responsable debe dar instrucciones a su personal para que, durante las actividades de perforación o mantenimiento de pozos, no realice actividades de pesca comercial o afecte las especies de flora y fauna acuáticas que habiten en el área del proyecto o de sus instalaciones, así como informarle sobre el manejo de residuos.	PC Carigali, contará con un Programa de Concientización para el personal que participante, el cual incluirá temas de prohibición de pesca y/o aprovechamiento de especies de flora y fauna. Así mismo, se contará con un Programa para el Manejo de Residuos Sólidos.
Se debe contar con letreros alusivos en las instalaciones que induzcan al personal a no arrojar basura ni materiales hacia el medio marino ni afectar especies de flora y fauna acuáticas.	Se contará con Programas de Concientización en materia ambiental y se colocarán letreros alusivos a las prohibiciones sobre arrojar cualquier tipo de materia ya sea sólido o líquidos al medio marino.
Los lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos petroleros, así como los recortes de perforación impregnados con los mismos no deben verterse al mar.	Se cumplirá con lo estipulado en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento. PC Carigali se compromete a usar lodo base de agua y lodo base sintética, durante toda la campaña de perforación. También se cumplirán las disposiciones administrativas generales que establecen las

Disposiciones generales	Vinculación
	pautas para la gestión integral de Residuos de Manejo Especial del Sector de Hidrocarburos; con lo cual, se podrá realizar la descarga al mar, previa autorización de la autoridad correspondiente. Se utilizarán materiales biodegradables durante los trabajos de cementación del Pozo con la finalidad de no afectar el medio marino. Es importante señalar que la dispersión de estos materiales a la columna de agua y lecho marino es mínima. Para el presente proyecto, PC Carigali cuenta con dos posibles escenarios: 1. Cero descargas Con base en un Plan de Manejo de Control de Sólidos, se busca mediante las siguientes etapas, la recolección y el traslado para la disposición final de los residuos de los recortes de perforación: I. Tamizado: El buque cuenta con pantallas tamizadoras con la capacidad pertinente para el caudal pretendido. Esta etapa controla los sólidos. II. Centrifugación: se cuenta con dos unidades de centrifugación, lo cual permite la eliminación del sólido de baja gravedad (Low Mer Solid, LGS) del lodo y controlar el peso del lodo (Mud Weight MW). III. Cajas de almacenamiento de los recortes de perforación: todos los recortes de perforación se recolectarán en las cajas de recortes de perforación (Drill Cutting Boxes, DCB), las cuales posteriormente se enviarán mediante embarcaciones a la costa, donde se pasarán a un vehículo

Disposiciones generales	Vinculación
	terrestre hasta el sitio de disposición final en el cual se les dará el tratamiento adecuado IV. Disposición Final: las cajas de almacenamiento que contienen los recortes, los traspasarán mediante un sistema de barrena para su posterior tratamiento térmico, secando los lodos se introducen en recipientes especiales para poder ser enterrados en áreas especiales. 2. Descarga de lodos de recortes de perforación al mar. En caso de ser autorizada la descarga de los lodos de recortes de perforación ante la Secretaría de Marina (SEMAR) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Para poder realizar la descarga en el mar, se establece como porcentaje de aceite en los recortes un límite menor a 6.9 %, el cual está establecido por la EPA (US EPA, 2000) y las políticas y normativas internas de la compañía (PETRONAS, 2017). Una descarga menor a este límite permite un óptimo de biodegradabilidad (esto está considerado para base húmeda). Cabe mencionar que la descarga puede ser en la superficie o en el fondo marino. Además, se cuenta con un plan de control y tratamiento previo a la descarga al mar, el cual considera los siguientes puntos: I. Gestión del Control de Sólidos: El buque cuenta con pantallas tamizadoras con la capacidad pertinente para el caudal pretendido. Esta etapa controla los sólidos. II. Centrifugación: se cuenta con dos unidades de centrifugación, lo cual

Disposiciones generales	Vinculación
	permite la eliminación del LGS del lodo y controlar el MW. III. Secado de lodos: Se planea instalar un secador de esquejes para eliminar el exceso de líquido de las descargas del agitador de los recortes. El rendimiento anticipado de esta unidad es reducir el aceite en los recortes a alrededor del 4-6% en peso, según los tipos de formación. La medición de la cantidad de impregnación de crudo en los recortes (Oil On Cuttings, OOC) cuando se realiza la descarga del secador debe realizarse al menos una vez cada 12 horas. Un beneficio adicional de usar un secador aguas abajo de los agitadores, es que debería permitir el uso de pantallas más finas en los agitadores. El lodo recuperado del tintorero debe procesarse a través de una centrífuga antes de volver a agregarlo al sistema de lodo. Esto es vital para evitar la carga de sólidos de perforación del sistema de lodo. Para tal efecto PC Carigali (previo al vertimiento), realizará el trámite ante la SEMAR para obtener la autorización para el vertimiento de sustancias al mar. Dentro de la información que contendrá dicha solicitud se encuentra: 1. La necesidad de efectuar el vertimiento. 2. El tipo, naturaleza y cantidad de los desechos o materias que pretendan verse y el peligro que puede representar el vertimiento para la salud humana o el medio ambiente, considerando la biota costera y marina, los recursos minerales marinos, la dinámica costera y marina, las

Disposiciones generales	Vinculación
	playas, los valores económicos, recreativos, escénicos y los usos legítimos del mar. 3. La transferencia, concentración y dispersión de las sustancias que se pretendan verter y sus metabolitos (bioproductos). 4. Los cambios sustanciales en la diversidad, productividad y estabilidad de los ecosistemas marinos. 5. La permanencia y persistencia de las sustancias vertidas. 6. Alternativas en tierra y sus impactos ambientales probables, lugares y métodos para llevarlos a cabo, tomando en cuenta el interés público y la posibilidad de un impacto adverso en las zonas marinas mexicanas. 7. El efecto que cause en los océanos y su influjo en los estudios científicos, pesca y otras exploraciones de los recursos vivos e inertes del mar. 8. El método, frecuencia y la fecha en que deberá realizarse el vertimiento. 9. La forma de almacenar, contener, cargar, transportar y descargar la sustancia o material a verter. La ubicación para el vertimiento, la distancia más próxima a la costa, profundidad en el área y técnica, será proporcionada por el interesado.
Los residuos domésticos deberán clasificarse y trasladarse a tierra en contenedores, atendiendo a lo dispuesto en el artículo 18 de la LGPGIR.	Se dará cumplimiento a lo señalado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.

Disposiciones generales	Vinculación
Para la eliminación de los residuos alimenticios, éstos podrán arrojarse al mar desde las plataformas o embarcaciones, previo paso por trituradores y que las partículas tengan tamaño máximo de 25 mm (veinticinco milímetros).	Se dará cumplimiento a lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento y a lo indicado en el Convenio de MARPOL.
Para el manejo de las aguas residuales se debe contar con plantas de tratamiento, a las cuales se les debe dar mantenimiento preventivo. Las descargas de aguas residuales deben cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 o con las condiciones particulares de descarga determinadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	El buque de perforación contará con planta de tratamiento que dará cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Los lodos resultantes de la planta de tratamiento de aguas no se verterán al mar, éstos serán manejados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002.	El buque de perforación contará con plantas de tratamientos, así como tanques de almacenamiento; dando cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Se debe destinar un área para los contenedores con los residuos generados en las plataformas de perforación marina durante las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros. La capacidad de captación instalada debe ser suficiente para los residuos conforme se generen	El buque de perforación contará con tanques que tendrán la capacidad suficiente para el almacenamiento de los diferentes tipos de residuos. Así mismo, se dará cumplimiento a la a lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento.
En el área se deben separar e identificar los residuos peligrosos conforme a su incompatibilidad y conforme a la normatividad en la materia	Se dará cumplimiento a lo señalado LGPGIR y su Reglamento. Se contará con los servicios de una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos.
En el área se deben observar los siguientes lineamientos: Contar con charolas de contención de capacidad suficiente para la captación de derrames o de lixiviados provenientes de los residuos. Contar con equipos contra incendio, acorde al tipo y volumen de residuos generados.	El buque cuenta con zonas de almacenamiento para cada tipo de residuo generado durante la perforación del Pozo. Además, cuenta con el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), documento en el cual se incluye los equipos contra incendio.

Disposiciones generales	Vinculación
Instalar señalamientos que indiquen que es un área de residuos. Mantenerse separada del almacén de materias primas o insumos.	
El transporte marítimo de los recortes de perforación será en los mismos contenedores en los que fueron colectados. Los contenedores deben estar cerrados para prevenir derrames durante su manejo y su diseño deber ser de tal manera que puedan soportar caídas o golpes sin que presenten daños en su estructura.	Se contará con un Plan de Gestión de Residuos de conformidad con las disposiciones de la LGPGIR y sus reglamentos y la convención MARPOL 73/78. Este plan incluirá todos los procedimientos para el almacenamiento temporal, la recolección, la separación, el procesamiento, el reciclaje, la reutilización y la disposición final de los desechos de acuerdo con su nivel de peligro.
Los contenedores identificarán el tipo de residuo recolectado y no se llenarán a más de 90% de su capacidad, a fin de evitar la contaminación por derrames	Los contenedores contarán con el señalamiento adecuado y no serán llenados a más del 90% de su capacidad a fin de evitar derrames.
Los embalajes o envases que contengan materiales peligrosos deben protegerse de la intemperie o agua de mar, de conformidad a la normatividad vigente.	Los embalajes o envases se encuentran en la cubierta de fondo donde se evita que tengan contacto con la intemperie o agua de mar.
Mantenimiento del equipo electromecánico.	Previo a los trabajos de perforación el buque recibirá mantenimiento en puerto.
Las áreas donde operen y se realice el mantenimiento a los motores de combustión interna y equipo electromecánico, debe contar con charolas de contención y/o dispositivos de captación y recuperación para evitar derrames de aceites o desengrasantes que contaminen el mar.	Previo a los trabajos de perforación el buque recibirá mantenimiento en puerto. De ser necesario realizar mantenimiento de motores de combustión interna, se colocarán charolas a fin de recolectar posibles derrames de aceites.
El proceso de abandono de un pozo petrolero marino debe contemplar el taponamiento del pozo y, en su caso, el retiro de la infraestructura de perforación del sitio.	El objetivo de esta etapa es tapar el pozo para evitar que cualquier fluido escape y contamine el ambiente marino, una vez que las actividades de perforación hayan terminado. En esta etapa se contemplan dos posibles técnicas de abandono de pozos, que se elegirán de acuerdo con la disponibilidad de material y equipo al comenzar.
Las acciones de taponamiento se deben efectuar conforme al Reglamento de Trabajos Petroleros y deben realizarse al término de la vida útil de un	

Disposiciones generales	Vinculación
pozo; suspensión temporal de actividades de este,L y cuando el pozo no puede ser explotado ni empleado para otros fines	El Operador seguirá las pautas internacionales comúnmente utilizadas por la industria del petróleo y el gas para realizar actividades de taponamiento y abandono de pozos. Por lo tanto, la primera técnica para el abandono puede basarse en los estándares aplicables de la Oficina de Seguridad y Control Ambiental (BSEE) para el Golfo de México. El Reglamento BSEE 81 FR 25888 (código de normas de los Estados Unidos) establece las pautas para los sistemas de prevención de reventones, control de pozos y abandono. Esta regulación es una de las más estrictas en la industria, ya que las pautas se reevaluaron después del incidente ambiental de 2010 en el Golfo de México. La segunda técnica de abandono podría basarse en los estándares noruegos para la industria del petróleo y el gas conocida como Norsok. D-010 es el estándar aplicable, que especifica las pautas para la integridad, perforación y operación del pozo, incluido el abandono. Estas normas proporcionan pautas para el abandono de pozos mediante un diseño, planificación y ejecución efectivos de operaciones seguras. El pozo va a ser abandonado de forma permanente, las tuberías de reabastecimiento serán cortadas debajo del nivel del fondo marino, de acuerdo con los lineamientos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH).

De acuerdo con las interacciones de riesgo identificadas en el Estudio de Riesgo se cuenta con Sistemas de Seguridad y Medidas para evitar un descontrol del pozo durante los trabajos de perforación.

La Tabla 6-2 se muestra lo referente al derrame de crudo.

Tabla 6-2 Interacciones de Riesgos

Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad (identificadas en sesiones de trabajo).	
		Medidas preventivas	Medidas mitigación
Fuga y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Personal: Lesiones o daños físicos que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad. Ambiente: Derrame con efectos fuera de los límites de la instalación.	1.Ingeniería y diseño de pozos adecuados y revisión de diseño externo. 2.Análisis de Superficie Geológica. Hidrostática ajustable por MPD (sistema de perforación controlado por presión). 3. Monitoreo de los parámetros del pozo (peso de la cadena, peso de la broca, presión de bombeo, volumen de la presa, lectura del indicador de retorno de lodo, torque), a través del panel de control MD / TOTCO RIGSENSE). 4.Las operaciones serán dos barreras probadas en todo momento de acuerdo con la Política de PC Carigali y los estándares de la industria. 5.Control de calidad y garantía de calidad en equipos y herramientas utilizados para barreras. 6.Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sistema de Gas y Fuego.	1. Sistema de agua contra incendio. 2.Sistema de supresión de gas y fuego. 3.Control de equipo en caso de fuga de aceite. 4. Sistema de paro de emergencia. 5.Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos). 6.Coordinación con autoridades marítimas, para obtener noticias de los otros barcos.

Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad (identificadas en sesiones de trabajo).	
		Medidas preventivas	Medidas mitigación
		8. Personal competente con experiencia en aguas profundas. 9. Modelación de fugas de aceite. 10. Plan de pozo de relevo. 11. Personal operativo capacitado y competente con certificados de control de pozos. 12. Política de operaciones si se pierde una barrera detener hasta que se recupere la segunda barrera. 13. Programa de inspección y aceptación para equipos de control de pozos (WCE) como BOP. 14. Procedimientos de control de pozos específicos del pozo junto con el contratista del buque. 15. 500 m como zona de exclusión. 16. DP2 o más. 17. Embarcación equipada con un sistema de posicionamiento redundante y bien calibrado. 18. Sistema de Trabajo seguro (PTWA y JSA). 19. Supervisión HSE.	

Con la finalidad de evaluar un evento no deseado, como es el descontrol del pozo, se realizó una modelación del derrame de petróleo utilizando el software OSCAR (Oil Spill Contingency and Response, por sus siglas en inglés). El modelo de respuesta y contingencia ante derrames de petróleo OSCAR, es un sistema de modelo tridimensional que calcula y registra la distribución (como masa y concentraciones) de contaminantes en la superficie del agua, en tierra, en la columna de agua y en sedimentos.

El modelo permite múltiples sitios de lanzamiento, cada uno con un determinado principio y fin del lanzamiento. Además, calcula la dispersión de la superficie, el transporte, el arrastre hacia la columna de agua, la evaporación, emulsificación e interacciones en tierra para determinar la deriva del petróleo y el destino en la superficie. Mientras que en la columna de agua se simula el transporte horizontal y vertical por corrientes, disolución, adsorción, sedimentación y degradación.

Se identificaron dos principales escenarios dentro de la simulación de derrame del petróleo. Los casos fueron:

- 1) Tiempo más corto de llegada a la costa: Donde la probabilidad de que el crudo llegue a la costa empieza a partir del día 3.7, con una cantidad de masa estimada de 273, 100 toneladas.
- 2) Cantidad total de masa acumulada de crudo en función de la probabilidad de acumulación en la costa: donde la mayor masa que podría acumularse en la costa es 289, 000 toneladas en el día 18.7 días de liberación del crudo.

De acuerdo con los resultados de simulación, el escenario 1 es el que podría presentarse, considerando que una vez que se detecte y se de alerta de dicho derrame, los tiempos de respuesta de emergencias serán inmediatos (mismos que se presentan en el ARSH), por lo que es poco probable que el derrame llegue a la costa.

Es importante señalar que, para evitar un evento no deseado durante la perforación de pozos, para evitar un descontrol se cuenta con un preventor (BOP, Preventor de Reventón del Pozo) instalado en el lecho durante la perforación.

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

La instalación y operación de los sistemas y equipos de control de pozos resultan ser

actividades de vital importancia, ya que sus prácticas deben realizarse con el nivel de seguridad requerido, reduciendo al mínimo los riesgos de un accidente o de un impacto adverso al entorno.

En la Tabla 6-3 se muestran los recursos de control de pozo para incidentes de Nivel 3 que podrían ser necesarios para cada área de operaciones de control de pozo.

Tabla 6-3 Resumen de recursos de control de la fuente

Línea	Recursos
Ingeniería	Servicios especializados de software
Inspección en el Sitio	Vehículo operado vía remota (ROV)
Intervención BOP	Vehículo operado vía remota (ROV) Herramientas de interfaz especializadas
Pozo de Alivio	Kill Fluid Supply Vessels Stimulation Vessels Ranging Equipment
Eliminación de los Escombros	Cizallas Equipo de corte liso Plataforma Vehículo operado vía remota (ROV) Patín HI-LO
Dispersante Submarino	Bombas Sistema de Inyección de Dispersantes Unidad de tubería flexible Buque de Monitoreo Monitoreo de Equipos y Tripulaciones
Contención	Cúpula de Contención Vehículo operado vía remota (ROV) Patín HI-LO Metanol
Control de Pozos	Embarcaciones/ Equipo de bombeo Fluido para controlar

Para prevenir y mitigar los efectos causados al presentarse una contingencia que resultara en el descontrol de la instalación y un posible derrame, se aplicarán los planes y programas preventivos, de seguridad, de emergencia y de remediación. Mismos que fueron desarrollados con respecto al entorno y apegados a la legislación ambiental vigente, que a continuación se enlistan:

- Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe.

- Protocolo de Cooperación para Combatir los Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe.
- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias y Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas.
- Plan de Respuestas a Emergencias de la empresa PETRONAS; revisión B, 28/01/2019.
- En caso de presentarse un derrame de hidrocarburos se tomará de referencia la Guía de buenas prácticas ambientales para el uso, la selección y aplicación de dispersantes, en el control de derrames de hidrocarburos en el medio marino, editado por la SEMARNAT, 2013.
- El Plan de Respuestas a Emergencias de la empresa PETRONAS identifica 3 niveles de respuesta a emergencias Figura VI 1.

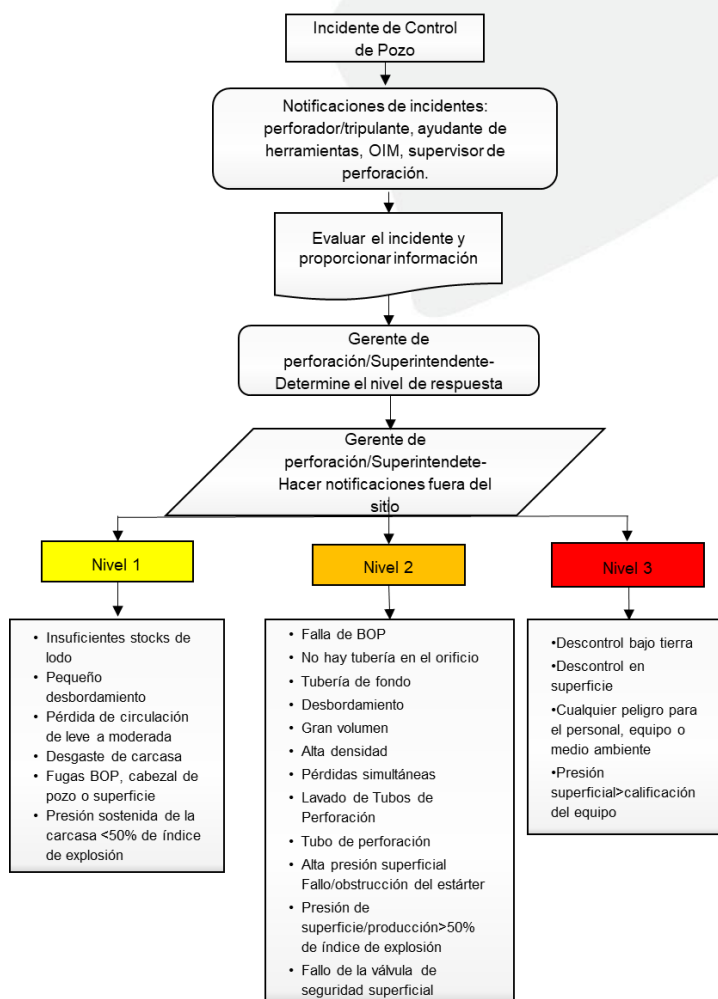


Figura 6-1 Nivel de respuesta a emergencias

Un incidente de nivel 1 involucra circunstancias que son comunes a las operaciones de rutina o que no representan un riesgo significativo para el personal y se pueden resolver, en la mayoría de los casos, utilizando el equipo, el personal y las técnicas comúnmente disponibles.

Un incidente de nivel 2 involucra circunstancias que no se encuentran comúnmente durante las operaciones de rutina; plantean el potencial de un riesgo significativo para el personal, el equipo o el medio ambiente; y requiere personal especializado, equipo y / o técnicas para resolver con seguridad.

Los incidentes de nivel 3 son aquellos en los que se ha perdido el control del pozo. Los incidentes de nivel 3 presentan serios riesgos para el personal, el medio ambiente y los activos. Estos incidentes requieren la aplicación inmediata de técnicas especializadas y programas de evaluación de seguridad y mitigación de riesgos bien desarrollados.

Como se mencionó en la Tabla 6-3, el Control de la Fuente es un término genérico para las actividades relacionadas con una intervención directa en un evento de pérdida de control de pozo en el punto de origen (wellbore). El objetivo principal es cerrar o controlar la liberación de hidrocarburos al medio ambiente.

Las actividades para el control de la fuente submarina pueden incluir:

- SIMOPS de superficie y submarinos.
- Inspección y evaluación de ROV.
- Función secundaria / Solución de problemas de BOP "fallida".
- Eliminación de escombros submarinos (acceso al pozo).
- Instalación / operación de la cúpula de contención.
- Aplicación de Dispersante Submarino.
- Perforación de pozos de alivio / Intercepción / Matar el pozo.
- Flujo de retorno controlado a la superficie para captura / disposición

Los recursos separados y distintos deben estar disponibles para cada parte del plan de contención del pozo o programarse para acomodar cada parte de la respuesta. Las

estrategias de control de fuente deben apoyar las estrategias de respuesta generales. Las estrategias de control de la fuente específicas deben abordar lo siguiente:

- Designar personal de respuesta de control de la fuente.
- Desarrollar la organización de respuesta de control de la fuente ICS.
- Movilizar recursos al sitio del incidente y comenzar las operaciones descontrol de la fuente.
- Detener el flujo del pozo en el fondo marino de la manera más rápida y segura posible.
- Asegurar permanentemente el pozo asegurando así la fuente.

En el **Anexo 2. Capítulo 2** se incluye el Plan de Respuesta a Emergencias, PETRONAS de fecha agosto 2019.

6.1.1 Descripción y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental estará conformado por los siguientes Planes:

1. Plan de Monitoreo Ambiental.
2. Plan de Manejo de Aguas Residuales.
3. Plan de Manejo de Residuos Especiales.
4. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

6.1.1.1 Plan de Monitoreo Ambiental

Se han considerado factores ambientales claves de los medios abiótico y biótico para este tipo de actividad en áreas marinas. Además, este plan estará conformado por dos posibles escenarios, relacionados a la obtención del permiso de descarga de recortes de perforación ante la SEMAR.

En ese sentido, se plantean los siguientes escenarios:

- a) Escenario 1. Obtención del permiso de descarga.
 - Monitoreo de Calidad de Agua de Mar.
 - Monitoreo de Calidad de Sedimento Marino.
 - Monitoreo de Plancton y Bentos.

b) Escenario 2. Sin obtención del permiso de descarga.

- Monitoreo de Calidad de Agua de Mar.
- Monitoreo de Calidad de Sedimento Marino.

Para el presente estudio se considera el estudio Línea Base Ambiental del Área Contractual 4 mismo que recibió opinión técnica favorable por parte de la ASEA como el estado cero, por lo que se realizará un monitoreo al finalizar la perforación del Pozo para determinar si las obras o actividades inciden sobre los atributos ambientales.

Monitoreo de la Calidad del Agua de Mar

Con el objetivo de determinar la calidad del agua marina, se considera el muestreo de la calidad de agua de mar en dos zonas de muestreo. En cada zona se tomarán 2 muestras de acuerdo con las profundidades: superficie, media y fondo.

La Tabla 6-4 presenta el total de muestras que se tomarán por cada concepto:

Tabla 6-4 Componentes para la determinación de la calidad del agua marina

Concepto	Estrato	No. muestras
<i>Parámetros fisicoquímicos en agua.</i> (Salinidad, Temperatura, pH, Fluorescencia, Turbidez, Sólidos Totales, Sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, Oxígeno disuelto, Carbono Orgánico Total)	Superficie	2
	Media agua	2
	Fondo	2
<i>Nutrientes en agua.</i> (Nitritos, Nitratos, Amonio, Silicatos, Fosfatos)	Superficie	2
	Media agua	2
	Fondo	2
Clorofila a, b y c / feopigmentos	Superficie	2
	Media agua	2
	Fondo	2
<i>Metales pesados en agua</i> (Hierro, Zinc, Cadmio, Plomo, Cobre, Cromo, Níquel, Cobalto, Vanadio, Bario, Estaño, Aluminio, Arsénico)	Superficie	2
	Media agua	2
	Fondo	2

Concepto	Estrato	No. muestras
Hidrocarburos en agua	Superficie	2
	Media agua	2
	Fondo	2

Monitoreo de la Calidad de Sedimento Marino

Con el objeto de determinar la calidad del sedimento marino y tomando como referencia la Guía de la ASEA, se tomará una muestra por cada estación o punto de muestreo; para este caso se consideran cuatro puntos de muestreo.

La Tabla 6-5 presenta el total de muestras que se tomarán por cada concepto.

Tabla 6-5 Componentes para la determinación de la calidad de sedimentos

Concepto	No. muestras
<i>Parámetros fisicoquímicos en sedimento.</i> (Materia Orgánica Total, granulometría, Textura sedimentaria, Carbono Orgánico Total, Capacidad de Intercambio Catiónico, Potencial Redox)	4
<i>Metales pesados en sedimento</i> (Arsénico, Hierro, Zinc Total, Cadmio, Plomo, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Cobalto, Vanadio, Bario, Manganeso, Selenio, Estaño, Aluminio)	4
Hidrocarburos en sedimento	4
Isotopía en sedimento. (Carbono y Nitrógeno)	4
Biomarcadores geoquímicos del petróleo	4

Monitoreo de Comunidad Planctónica y Bentónica

Para evaluar a la comunidad planctónica y bentónica se tomará una muestra por cada estación de muestreo, la cual coincidirán con las estaciones de muestreo de calidad de agua y sedimento marino.

Los parámetros que se evaluarán incluyen: la determinación de la riqueza de especies (S),

diversidad con base al índice Shannon-Wiener (H'), equidad (J) dominancia (Λ), abundancia y densidad. Además, se incluye la identificación taxonómica de especies.

La Tabla 6-6 presenta el total de muestras que se tomarán por cada concepto.

Tabla 6-6 Componentes para la determinación de la comunidad bentónica y planctónica.

Comunidad	Concepto	Profundidad	No. muestras
<i>Comunidad Planctónica</i>	Fitoplancton	Superficie y zona fótica	2
	Zooplancton	Columna de agua (zona fótica a superficie)	2
	Ictioplancton	Columna de agua (zona fótica a superficie)	2
<i>Comunidad Bentónica</i>	Macrobentos	Fondo marino	2
	Meiobentos	Fondo marino	2

6.1.1.2 Plan de Manejo de Residuos Sólidos

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos se basa los siguientes procedimientos: minimización en el origen, recolección y segregación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final.

Las diversas actividades del Proyecto que impliquen la generación de residuos sólidos deberán adecuar sus actividades de manejo de residuos a lo establecido en el presente Plan, el cual se encuentra alineado a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Toda embarcación igual o superior a 400 toneladas y/o que esté autorizado a transportar más de 15 personas, deberán cumplir los procedimientos del Plan de Manejo de Residuos Sólidos (Anexo V del MARPOL 73/78, “Reglas para Prevenir la Contaminación por las Basuras de los Buques”).

Este plan es aplicable a todas las actividades que se desarrollen como parte de la perforación exploratoria en el Área Contractual 4 y que generan residuos sólidos.

Se llevará un registro actualizado de los residuos generados por las diferentes actividades realizadas durante la ejecución del Proyecto. Este registro permitirá cumplir con las obligaciones establecidas en la legislación vigente sobre la gestión de los residuos sólidos, que incluyen la

declaración de manejo de residuos sólidos o bitácora y la caracterización de los residuos generados por el Proyecto.

Por cada traslado de residuos a su disposición final, se deberá suscribir una Bitácora o Declaración de Manejo de Residuos Sólidos. En esta Bitácora se indicará el tipo de residuo a ser transportado, peso, número de bultos, el nombre del transportista y de la embarcación, además del nombre del supervisor responsable a cargo de la verificación. Una copia de este Manifiesto deberá ser entregado al transportista que realizará el traslado de los residuos a su disposición final.

6.1.1.3 Plan de Manejo de Aguas Residuales

El Plan de Manejo de Aguas Residuales será establecido considerando la normativa ambiental nacional, así como los convenios internacionales para prevenir la contaminación del mar.

El plan establece los lineamientos generales para organizar las actividades de tratamiento de las aguas residuales domésticas, de lastre, de sentina e industriales que podrían generarse durante las actividades del Proyecto.

Este plan es aplicable a la unidad de perforación y, embarcaciones de apoyo, las cuales generarán aguas residuales domésticas, de lastre, de sentina e industriales durante las actividades de traslado y/o asociadas al desarrollo del Proyecto.

Las embarcaciones mayores de 200 toneladas o que estén autorizadas a transportar más de 10 personas y la unidad de perforación, que se encuentren dentro de las 12 millas marinas de costa, deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales. Dicha instalación cumplirá con las prescripciones operativas de la Organización Marítima Internacional (OMI).

Las embarcaciones tendrán un sistema de tratamiento de aguas servidas, para reducir los contenidos de contaminantes.

Las aguas residuales tratadas se dispondrán en el mar siempre que cumplan con los límites establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-2021, en el cual se establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) de contaminantes en las descargas de aguas residuales en el mar, en cumplimiento del convenio MARPOL 73/78.

La embarcación podrá efectuar la descarga de disposición final de las aguas servidas a una distancia superior a cuatro (4) millas náuticas de la tierra más próxima, si las aguas residuales han sido previamente tratadas. Las embarcaciones contarán con un tanque de retención, el cual tendrá una capacidad suficiente para retener todas las aguas residuales, teniendo en cuenta el servicio

que presta el barco y el número de personas a bordo.

6.1.2 Información necesaria para la fijación de montos para finanzas

PC Carigali cuenta con seguros que cubren los costos derivados de la atención a las potenciales afectaciones por eventos no planeados. Las medidas de seguimiento y mitigación de impactos esperados contarán con un presupuesto suficiente para cumplir con la totalidad de lo indicado en este documento y las condicionantes derivadas del oficio resolutivo del presente estudio. Finalmente, PC Carigali cumplirá con las fianzas y garantías solicitadas por contrato ante la CNH, incluyendo aquellas que correspondan con las medidas de manejo ambiental.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

**“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL -
1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA
SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”**

CAPÍTULO 7

PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1	Descripción y análisis del escenario sin proyecto	3
7.2	Descripción y análisis del escenario con proyecto	9
7.3	Descripción y análisis del escenario con proyecto considerando las medidas de mitigación	10
7.4	Evaluación de alternativas.....	11

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El mayor porcentaje del Sistema Ambiental Regional (SAR) se localiza dentro de la zona marina del Golfo de México. La parte terrestre que será la base logística ubicada en Tampico, Tamaulipas corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, esto de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (2004), el cual cuenta con una temperatura media anual mayor a 25°C y la más baja es de 15°C.

La temperatura media esta entre 18°C hasta 28°C (siendo los meses más calurosos: mayo, junio y julio), en cuanto a las temperaturas mínimas, oscilan de 14°C hasta 25°C, siendo los meses más fríos: diciembre, enero y febrero. Mientras que la temperatura máxima promedio se registró entre 22°C hasta 33°C, siendo agosto el mes más caluroso del año.

Otro parámetro que se analizó y tiene mucha relevancia junto con la temperatura es la precipitación pluvial. Del registro obtenido, destacó el mes de septiembre con 280 mm de agua de lluvia. Siendo marzo el mes con menos probabilidad de lluvias y septiembre el mes de mayor probabilidad de lluvia.

Los meses con mayor cantidad de evaporación concuerdan con los meses más calurosos, desde la época primaveral hasta la época de verano, donde los meses con mayor cantidad de evaporación (>100 mm) son de marzo a octubre.

Los fenómenos climatológicos importantes que afectan el sitio de la base logística son: Temperaturas extremas, Ciclones, Tormentas tropicales, Huracanes, Tormentas eléctricas, Heladas y granizadas (con baja probabilidad de ocurrencia).

En cuanto al Cambio Climático, El Programa Estatal de Cambio Climático 2015-2030 (PECC) menciona que, para la Zona Metropolitana, localizada en la Región Sur del Estado, los fenómenos extremos con mayor probabilidad de ocurrencia son las sequías meteorológicas, olas de calor y temperaturas máximas extremas, además de un incremento del nivel medio del mar.

El SAR se encuentra dentro de la llanura costera del Golfo Norte, esta provincia está entre el territorio mexicano y parte estadounidense, se extiende desde las costas de Texas hasta Lousiana, mientras que en México abarca a los estados de Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz. Esta provincia se subdivide en 4, siendo Llanuras y Lomeríos, Llanura Costera Tamaulipeca, Sierra de Tamaulipas y Sierra de San Carlos. Se caracteriza por la presencia de relieves contrastantes, amplias llanuras interrumpidas por lomeríos, sedimentos antiguos (arcillosos y/o arenosos).

EL SAR se ubica en una extensión de terreno donde la variedad de vegetación natural y la geomorfología (incluso actividades antropogénicas), han dado pie a que se presenten varios tipos de suelo. De acuerdo con la carta edafológica escala 1:250 000 (INEGI, 2014), en el municipio de Tampico se encuentran los siguientes tipos de suelo: Regosol, Solonchak, y Cambisol.

La zona de estudio cuenta con la Subprovincia de la Llanura Costera Inundable Tamaulipeca, la cual abarca un 21.5% del total de la superficie del municipio de Tampico.

Esta Subprovincia está cubierta por sedimentos marinos no consolidados, con altitud muy próxima al nivel del mar. La región cuenta con una superficie donde predominan las llanuras, que son inundables hacia la costa y están interrumpidas al oeste por lomeríos muy tendidos.

Las provincias geológicas presentes en el SAR, son: Tampico – Misantla, Cinturón Extensional Quetzalcóatl, Cinturón Plegado Catemaco, Cordilleras Mexicanas, Escarpe de Campeche, Pilar Reforma Akal, La Cuenca Salina del Istmo y la Plataforma de Yucatán. Mientras que las provincias petroleras dentro del SAR son: Golfo de México Profundo, Sureste, Tampico – Misantla y Veracruz.

El SAR comprende las plataformas de Tampico – Misantla, el Golfo y Yucatán, estas a su vez tienen intercambio con la plataforma de Texas y está fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa. La influencia de los remolinos es mayor en la zona de Tamaulipas.

La Geomorfología Marina, descrita en la Carta Batimétrica Internacional del Mar Caribe y Golfo de México, muestra que el SAR presenta condiciones batimétricas que varían entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,500 m de profundidad en la zona marina. Asimismo, se observa que el Área Contractual 4 se encuentra a una profundidad entre 500 m y 2000 m.

En cuanto a Regiones Marinas Prioritarias, dentro del SAR predominan los Pantanos de Centla, siguiendo Cayos de Campeche, el Sistema Lagunar de Alvarado y los Tuxtlas.

La susceptibilidad hace referencia a la propiedad del terreno que indica si las condiciones de una ladera son favorables o desfavorables para la estabilidad, haciendo referencia únicamente a los factores intrínsecos de los suelos y/o las rocas. En cuanto a la sismicidad, geológicamente la zona del puerto de Tampico se encuentra en una región sísmica de menor frecuencia con aceleración de terreno menor al 70% de gravedad, la cual presenta una gran estabilidad.

En el caso de deslizamientos, el municipio de Tampico no se presenta en ninguna de las zonas de deslizamientos, siendo las más cercanas las regiones Golfo de México y Golfo Norte. Y para el caso de hundimientos De acuerdo con el Resumen ejecutivo del Atlas Municipal del Estado de

Tamaulipas, elaborado por el Gobierno de Tamaulipas en conjunto con el Servicio Geológico Mexicano se expone que respecto a hundimientos generados por fenómenos cársticos.

Existen un punto crítico de inundación dentro del estado de Tamaulipas colindante a la zona de logística del presente proyecto, el cual está en el centro del municipio de Altamira, Tamaulipas.

Para el caso de actividad volcánica, sólo existe la presencia de un volcán activo en el municipio de Aldama, Tamaulipas. En el resto del área circundante al puerto de Tampico, existen sistemas montañosos, pero ninguno con actividad volcánica, los cuales no afectan en el Proyecto.

En el estado de Tamaulipas cuenta con la región VI Río Bravo y comparte con el estado de Veracruz la región IX Golfo Norte. En cuanto al estudio de los alrededores del puerto logístico de Tampico para el presente proyecto, se encuentran dentro de su delimitación las Regiones Hidrológicas: 25. San Fernando Soto la Marina y 26. Las cuencas pertenecientes son la del Río Pánuco y Ríos San Fernando – Soto La Marina.

La superficie del SAR comprende un porcentaje muy bajo de superficie terrestre en comparación de la zona marina. En este sentido, es importante describir las características oceánicas e interacciones marinas que lo rodean.

Las corrientes superficiales presentan un flujo de agua casi constante y con pocos cambios significativos en su dirección, aunque la velocidad incrementa en verano, y es menor en invierno.

La circulación de las aguas de la corriente del Golfo son una derivación que describe una elipse que se dirige al sur y este formando una circulación ciclónica asociada principalmente a las variaciones de transporte del canal de Yucatán.

La Plataforma de Tamaulipas y Veracruz cuenta con vientos que permiten la mezcla vertical del Golfo de México, siendo en invierno los nortes y en verano tormentas tropicales y huracanes, haciendo más profunda la capa mezclada e incorporando nutrientes a la zona fótica.

Se establecieron 20 puntos de muestreo para la caracterización de componentes de los medios abiótico y biótico, conforme la Guía para la Elaboración de la Línea Base Ambiental previo al Inicio de las Actividades Marinas de Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Se realizó el muestreo de agua superficial, media y fondo, además sedimentos.

La hidrogeología representativa del municipio de Tampico se compone en su mayoría de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, en segundo lugar, hay existencia de terrazas marinas, gravas, arenas, limos, depósitos aluviales y lacustres, también hay presencia de rocas

sedimentarias predominantemente arcillosas y en mucho menor proporción rocas volcánicas.

Los vientos durante los meses de marzo a septiembre presentan velocidades de 3 m/s con una componente sureste – noroeste, predominando la mayor parte del año.

De octubre a febrero son más frecuentes los vientos del norte con una velocidad entre 3.07 y 6.13 m/s, con una componente norte – noroeste – sureste. La frecuencia de vientos del norte registrados denominados “nortes”, establece un promedio superior a los 30 eventos, iniciando regularmente en septiembre y octubre, continuando hasta marzo y abril.

Las Áreas Naturales Protegidas y sitios RAMSAR circundantes al SAR son: Laguna de Términos, Los Tuxtlas, Pantanos de Centla, Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan, Sistema Arrecifal Veracruzano y las AICAS.

Tampico se ubica en un área de importancia ecológica debido a su colindancia con dos importantes afluentes, el Río Pánuco y el Río Tamesí, un gran número de lagunas como la del Chairel, Carpintero, entre otras, y finalmente la desembocadura de estos cuerpos de agua en el Golfo de México. Esta situación hidrográfica genera que exista una gran biodiversidad de especies acuáticas y marinas, aves, reptiles, mamíferos y flora. Dentro de la zona de estudio se ubican algunas de los principales áreas verdes, parques, espacios públicos y reservas ecológicas del municipio.

Para el caso del estado de Tamaulipas, debido a la orografía y el clima presente en la Llanura Costera del Golfo, hay abundancia de bosques bajos de encino, matorrales altos y en algunas partes de las cañadas se desarrolla bosque mesófilo; además de que en algunas partes hay selva baja.

As, es posible encontrar varios tipos de vegetación que se distribuyen fundamentalmente paralelos a la costa: cálido húmedo en la costa, cálido subhúmedo en la planicie costera, templados húmedos en la parte este de la vertiente del Golfo de México (barlovento), templado subhúmedo en la parte oeste de la vertiente (sotavento).

En cuanto a la vegetación marina, se realizó un muestreo dentro del Estudio de Línea Ambiental, en el cual se incluyó un muestreo de fitoplancton estuvo dirigido a la determinación de las especies más representativas del eslabón inicial de la cadena trófica marina, así como también a la identificación de microalgas consideradas potencialmente tóxicas y de aquellas comúnmente involucradas en ciertos eventos de importancia ecológica: “mareas rojas”, “floraciones algales nocivas” o procesos de eutrofización.

En cuanto a la Fauna terrestre, dentro del municipio de Tampico se ubica la Laguna del Carpintero, la cual es reconocida por la presencia de reptiles. De todas las especies que aquí viven, considerando las residentes y migratorias, ninguna es más simbólica que el cocodrilo mexicano o cocodrilo de morelet (*Crocodylus moreletti*).

Dentro de las especies de mamíferos presentes en la entidad están: ardilla tropical, lince americano, ardillón punteado, coyote, coatí norteño, miotis mexicano, murciélago moreno norteño, tamandúa norteño, entre otros. De especies de anfibios son: sapo nebuloso, tlaconete tamaulipeco, rana de hojarasca decorada, rana de coro manchada, rana de bigotes, salamandra, ranita grillo y tlaconete de Galeana, y otras. De reptiles: tortuga del desierto de Tamaulipas, boa, tortuga lora, cascabel de cola negra, víbora de cascabel totonaca, lagartija espinosa del noreste, iguana verde, culebra caracolera de oriente, entre otros (INEGI, 2014).

Al igual que para la calidad del agua y vegetación marina, dentro del muestreo realizado para el estudio de LBA se analizaron zooplancton e inctioplancton. Los organismos presentes fueron determinados hasta el menor nivel taxonómico posible diferenciando su pertenencia a los grupos de copépodos, cladóceros, apendicularias, cnidarios, ictioplancton (huevos y larvas de peces), entre otros; y los resultados de los conteos fueron expresados cuantitativamente en términos de número de organismos por m³ de agua de mar.

En cuanto a la macrofauna, se hizo un avistamiento de mamíferos marinos y aves marinas se registraron 10 individuos corresponden a una sola especie “delfín moteado” *Stenella attenuata*. En cuanto a tortugas marinas no hubo avistamiento durante el recorrido, sin embargo, de acuerdo con información bibliográfica se sabe de la presencia de 5 especies características del Golfo de México, en orden de abundancia: “tortuga blanca” *Chelonia mydas*, “tortuga caguama” *Caretta c. caretta*, “tortuga carey” *Eretmochelys i. imbricata*, “tortuga lora” *Lepidochelys kemp*i y “tortuga laúd” *Dermochelys coriacea*. (CONACYT, 2017).

La población de Tampico ronda entre los 297,562 habitantes de los cuales 52.4% son mujeres y 47.6% son hombres. La población del municipio representa 8.4% de la población estatal y ubica a Tampico como el cuarto municipio con mayor población en Tamaulipas, con una densidad poblacional de 2,598.5 habitantes por kilómetro cuadrado. La mitad de la población tiene 35 años o menos.

La situación conyugal de la población en Tampico, el 36.9% se encuentra casada, el 35.9% se encuentra soltera, el 13.2% en unión libre, 4.7% separada, el 3.1% divorciada y el 6% en estado de viudez.

Por su parte la población menor a 14 años en conjunto alcanza el 22%, mientras que la mayor a 65 años representa únicamente el 10%, lo que trae como consecuencia que la carga que soporta la población activa con relación a la población inactiva sea de 48 por cada 100 como razón de dependencia.

En su mayoría la población cuenta con electrodomésticos básicos y con tecnologías de información y comunicación, m por debajo del 40% de la población son quienes no cuentan con el acceso a estos servicios.

En el sector Salud, y referente a la pandemia del 2020, los datos arrojados por instituciones públicas del municipio de Tampico indican que la visualización presenta la evolución de los contagios diarios por COVID-19 en Tampico. Con el selector en la parte superior es posible cambiar la visualización a la evolución de fallecidos por COVID-19 (diarios o acumulados). También se da la opción de visualizar los datos con promedio móvil de siete días o tasa cada 100 mil habitantes. Mejorando esto con las estrategias establecidas por el mismo gobierno.

La seguridad se resume en que hay una confianza promedio del 40% en autoridades, las principales denuncias son por violencia familiar, siguiendo robo, daño a la propiedad y lesiones.

En el sector económico se estima que el total del personal ocupado es de 30,756 personas; el comercio menor concentra el número más alto de empleos, con 10, 523 empleados lo que representa el 34 % del total.

Con base en ello se tiene que por sector de actividad existe una marcada terciarización de la economía. El sector terciario, con 4,577 unidades económicas y un estimado de 28,306 empleos, representa el 93% de las unidades económicas y los empleos, mientras que el sector primario representa tan solo el 1%.

Se cuenta con los servicios para la población, como son agua potable, el principal problema en la red de abastecimiento de agua es la antigüedad de su infraestructura. Actualmente no existen problemas graves de abastecimiento, sin embargo, se pierde un gran porcentaje del agua producida en fugas, tomas clandestinas y falta de medición, en las zonas operativas de Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Tampico-Madero (COMAPA); drenaje sanitario, pluvial, energía eléctrica, transporte público y equipamiento urbano.

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual (en adelante Área Contractual 4), que se encuentra en la Cuenca Salina. Ubicada en el Golfo de México a 510 km aproximadamente del puerto Tampico, Tamaulipas; base logística del proyecto. Misma que fue asignada por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de Licencia en Aguas Profundas según el contrato No. CNH-R01-L04-A4.CS/2016.

Para el presente Proyecto se contempla los siguientes objetivos generales:

1. **Exploración superficial y de riesgos:** PC Carigali México Operations, S.A. de C.V. (PC Carigali) determinará los riesgos potenciales que afectan la perforación futura de pozos exploratorios. Estos se incluyen en el Capítulo IX que corresponden al Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburo (ARSH). PC Carigali anticipa que, dentro del Área Contractual se explorará un (1) prospecto potencial llamado Naajal -1EXP.
2. **Exploración por perforación:** Una vez recibidos los resultados de la exploración superficial y de riesgos, se llevará a cabo la perforación del Pozo Naajal -1EXP. En caso de éxito en la exploración, el estimado tentativo es de 8, 11 o 15 pozos productores de petróleo, de 5, 6 u 8 pozos inyectores de agua y de 1, 2 o 4 pozo inyector de gas.
3. **Terminación y abandono:** En caso de éxito y una vez terminadas las actividades de exploración, el pozo será permanentemente cerrado a nivel de la línea de lodo o lecho marino para un futuro programa de desarrollo o producción. Se realizarán todas las actividades de retiro y desmantelamiento de los materiales, incluyendo el taponamiento definitivo y abandono de pozos. Si hubiera alguna intención por parte de PC Carigali de extender el tiempo de sus actividades, éste tendrá que realizar los estudios ambientales correspondientes.

El Proyecto tiene una superficie de 2,030.405 km² y la profundidad es de 1,120 m aproximadamente.

Como prospecto principal se tiene contemplada la perforación del pozo Naajal -1EXP, ubicado en las coordenadas UTM WGS84 386, 736 m E, 2130, 424 m N. La superficie de lecho marino requerida para este pozo es de 1 m².

Con base en los resultados de la Matriz de Impactos se detectaron un total de 75 interacciones. La etapa de Operación presentó un mayor número de interacciones (62), lo que representa el 83 % del total. Mientras que la etapa de Abandono presentó un total de 13 interacciones; es decir,

el 17 % del total.

Del total de interacciones, 17 (23 %) son positivos y 58 (77 %) son negativos.

Durante los trabajos de movilización de embarcaciones, perforación del pozo, taponamiento y abandono de este; se identificaron impactos ambientales positivos y negativos.

Los impactos positivos benefician la economía local y requerirán de los servicios portuarios en el municipio de Tampico, Tamaulipas.

Los impactos negativos inciden en la calidad del aire, calidad del agua, superficie y sedimentos del lecho marino, comunidad planctónica, comunidad bentónica, mamíferos marinos, tortugas marinas, aves costeras y paisaje. Dichos impactos en su mayoría son puntuales, reversibles a corto plazo y mitigables.

Los impactos identificados para el actual proyecto fueron evaluados únicamente considerando el área contractual y las actividades y obras que se desarrollarán en el mismo, sin ninguna atribución externa que pudiera inferir en estos.

Finalmente se consideran las medidas de mitigación encaminadas a disminuir los impactos ambientales.

En caso de presentarse algún evento no deseado que implique la fuga y/o derrame de hidrocarburos que resulte en la contaminación del sitio, se aplicará lo señalado en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, específicamente a los Artículos 132 al 147 (Programas de remediación); así como lo señalado en la Ley General de Responsabilidad Ambiental.

7.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto considerando las medidas de mitigación

Con la implementación de las medidas preventivas propuestas, se reducirán de manera significativa los efectos sobre los componentes ambientales de la zona, asegurándose su conservación al sentar precedente de altos estándares de conciencia ecológica en el país para futuros proyectos tanto exploratorios como de explotación.

Por otra parte, los impactos que pudiera generar el Proyecto estarán acotados al tiempo de duración de las actividades programadas. Asimismo, en todo momento se dará cumplimiento a las disposiciones de la Convención MARPOL 73/78.

Adicionalmente se implementará el Programa de Vigilancia Ambiental que estará conformado por

los siguientes Planes:

1. Plan de Monitoreo Ambiental.
2. Plan de Manejo de Aguas Residuales.
3. Plan de Manejo de Residuos Especiales.
4. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

Basándose en lo expuesto anteriormente se determina que el Proyecto es VIABLE siempre y cuando se apliquen las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio.

7.4 Evaluación de alternativas

No se consideran alternativas para el presente proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

**“PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE NAAJAL -
1EXP, EN EL ÁREA CONTRACTUAL 4, CUENCA
SALINA, EN EL GOLFO DE MÉXICO”**

CAPÍTULO 8

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICO Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

8.1	Formatos de presentación.....	3
8.1.1	Cartas temáticas.....	3
8.1.2	Fotografías.....	4
8.1.3	Lista de Anexos	4
8.1.4	Glosario	5
8.1.5	Referencias.....	7

8.1 Formatos de presentación

8.1.1 Cartas temáticas

Anexo digital (Anexo 1 Capítulo 1)

1. Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP)
2. Área de Influencia
3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)
4. Ciclones
5. Delimitación del SAR
6. Estaciones Meteorológicas
7. EIF máximo total para el sedimento
8. EIF máximo para la columna de agua inferior
9. EIF máximo para la columna de agua superior
10. Macrolocalización del Proyecto
11. Ubicación General del Proyecto
12. Geología Marina
13. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y el Caribe (POEMyRGMyC)
14. Provincias Geológicas
15. Provincias Petroleras
16. Regiones Marinas Prioritarias
17. Sitios RAMSAR

En el **Anexo 1 del Capítulo 1** se incluyen los siguientes archivos KMZ y Excel:

1. Polígono del Sistema Ambiental Regional.
2. Pozo Naajal-1EXP.
3. Coordenadas Áreas de Interés.

8.1.2 Fotografías

Para el presente estudio no se incluye memoria fotográfica.

8.1.3 Lista de Anexos

Cartas temáticas y archivos KML del SAR y Área Contractual 4	Anexo 1 Capítulo 1
Contrato No. CNH-R01-L04-A4.CS/20 16 entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la empresa PC Carigali México Operations, S.A. de C.V (PC Carigali) de fecha 10 de marzo 2017.	Anexo 2 Capítulo 1
Acta Constitutiva PC Carigali México Operations, S.A. de C.V. (PC Carigali)	Anexo 2 Capítulo
Constancia de Situación Fiscal de PC Carigali	Anexo 4 Capítulo 1
Poder Notarial del Representante Legal y copia simple de identificación	Anexo 5 Capítulo 1
Hojas de Seguridad	Anexo 1 Capítulo 2
Plan de Respuesta a Emergencias, PETRONAS de fecha agosto 2019	Anexo 2 Capítulo 2
Reporte de lodos de perforación	Anexo 3 Capítulo 2
Reporte de simulación de derrame	Anexo 4 Capítulo 2
Lista de Equipos NOBLE Globetrotter	Anexo 5 Capítulo 2
Manual de Planta de Tratamiento	Anexo 6 Capítulo 2
Acuse y Resolutivo de Estudio EVIS	Anexo 1 Capítulo 3

Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos para la exploración del Área Contractual 4 Anexos Capítulo 9

8.1.4 Glosario

- Área del Proyecto

Polígono correspondiente al Área Contractual, Bloque 4.

- Área de interés

Polígono donde se encuentra el prospecto principal Naajal-1EXP.

- Campo petrolero

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

- Contenedor

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

- Descripción del ambiente

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

- Embarcación

Toda construcción diseñada para navegar sobre o bajo vías navegables.

- Equipos de perforación y mantenimiento de pozos petroleros marinos

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

- Flora y fauna acuáticas

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

- Humedales

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

- Lecho marino

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

- Mantenimiento a pozos petroleros

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

- Plataforma marina de perforación

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

- Perforación de pozos petroleros

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

- Pozo de exploración

Pozo perforado sin conocimiento detallado de la estructura rocosa subyacente.

- Pozo petrolero de desarrollo

Pozo perforado con la finalidad de explotar hidrocarburos.

- Recortes de perforación

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

- Pozo o prospecto principal

Se refiere al pozo con mayor potencial comercial y corresponde al Pozo Naajal 1-EXP.

- Pozos o prospectos potenciales

Naajal-1EXP

- Regulado

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

- Transporte marítimo

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

- Taponar

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

- Ubicación de equipo de perforación

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

8.1.5 Referencias

- Allaboutbirds 2018. <https://www.allaboutbirds.org/>
- Ansari ZA, Furtado R, Badesab S, Mehta P, Thwin S (2012) Benthic macroinvertebrate community structure and distribution in the Ayeyarwady continental shelf, Andaman Sea. Indian Journal of Geo Marine Sciences Vol. 41: 272–278.
- Arriaga-Cabrera, L., Aguilar, V., Espinoza, J. M., Galindo, C., Herrmann, H., Santana, E., &

Rosenzweig, L. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. Capital natural de México, 2, 433-457. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II10_Regiones%20prioritarias%20y%20planeacion%20para%20la%20conservaci.pdf.

- Baumgartner, M. F.; K. D. Mullin, L. N. May and T. D. Leming. 2001. Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin 99:219-239.
- Boltovskoy, D. (ed.). 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Netherlands. 1707 p.
- (Bevilacqua R., R. B. (Ed.). (2017). ¿Qué son los sitios Ramsar y por qué son tan importantes? (Vol. F105). Ladera Sur. <https://laderasur.com/articulo/que-son-los-sitios-ramsar-y-por-que-son-tan-importantes/>
- Brusca, R. C., Moore, W., & S.M. Shuster, 2016. Invertebrates. 3th edition Sinuauer Associates Incorporated, N. Y. 1100 p.
- Caire, G. 2004a. Implicaciones del marco institucional y de la organización gubernamental para la gestión ambiental por cuencas. El caso de la cuenca Lerma-Chapala. Gaceta ecológica 71: 55-78, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Castán, L.V., Serrano, A. and Galindo, J.A., 2009. Estudio preliminar sobre la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en aguas profundas del Golfo de México. Revista Científica UDO Agrícola, 9(4), pp.992-999.
- CAYO ARCAS, CAMPECHE. (2017). DIGAOHM, SEMAR. <https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioCayoarcas.pdf>
- CEMDA. (2018). El corredor arrecifal del suroeste del Golfo de México. Retos y oportunidades para su protección. 20 de diciembre 2019, de Centro Mexicano de Derecho Ambiental Sitio web: <https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/InfoFinalRick2.pdf>
- CENAPRED. 2016. Análisis de umbrales de lluvia que detonan deslizamientos y sus posibles aplicaciones en un sistema de alerta temprana por inestabilidad de laderas. Consultado en: http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/23.pdf
- CENAPRED. 2017. Índice de vulnerabilidad de inundación. Recuperado de:

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>

- CENAPRED. 2019. Índice de tormentas eléctricas. Recuperado de: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>
- CENAPRED-IMTA (Centro Nacional de Prevención de Desastres-Instituto Mexicano de tecnología del Agua). 2014. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. México, D. F. 108 p. [Fecha de consulta: 28 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones>
- CFE (Comisión Federal de Electricidad). 1993. Regionalización sísmica. In: Gobierno del Estado de Tamaulipas. 2011. Atlas de riesgos del municipio de Nuevo Laredo. Tamaulipas México. 266 p. [Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://proteccioncivil.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2011/12/ATLAS-DE-RIESGOS-DE-NUEVO-LAREDO.pdf>
- Chacón, D. A., G. M. Elena, V. M. Vázquez, Roe S. M., J. A. Maldonado, H. Lindquist, B. Strode, R. Anderson, C. Quiroz, J. Schreiber. 2010. Emisiones de gases de efecto invernadero en Nuevo León y proyecciones de casos de referencia 1990-2025. Fecha de consulta: 05/11/18. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41036/2010_nl_inventario.pdf
- CNA. (1992). Provincias hidrogeológicas de México . México, D.F.: Jefatura del Proyecto de Prospección Geohidrológica/Gerencia de Aguas Subterráneas/CNA .
- CNH. 2013. Atlas de aguas profundas del Golfo de México.
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). 1993. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de: <https://www.cndh.org.mx/DocTR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-II30.pdf>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México D.F.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Subsistema a de Información. Consulta de Fichas ANP. Recuperado de: https://simec.conanp.gob.mx/consulta_fichas.php
- Comité, I. 2015. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres __.

- CONABIO. 1998. Climas. Catálogo de metadatos geográficos, de CONABIO Sitio web:http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/clima1mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- CONABIO. 2005. Caracterización y regionalización de los procesos oceanográficos de los mares mexicanos . 3/11/2019, de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Recuperado de: www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanograficos.
- CONABIO. 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México D.F.
- CONABIO. 2013. Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Veracruz. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- CONABIO. (2015). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. avesmx. <http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html>
- CONABIO. Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 2017. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. (2017 a). 80. LOS TUXTLAS. CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_080.html.
- CONABIO. 2019. EncicloVida. Búsqueda de especies por región. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: <http://enciclovida.mx/explora-por-region>.
- CONABIO. 2019 a. Bosques de macroalgas. 20 de diciembre 2019, de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Sitio web: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueMacroalgas>
- CONABIO. (2002, febrero 8). Apéndice 2 Criterios utilizados en la designación de las AICAS. CONABIOWEB AICAS. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/criterios-aicas.html>
- CONAGUA. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costera de Veracruz (3006), Estado de Veracruz. Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Aguas Subterráneas, 42.

- CONAGUA. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costera de Veracruz (3006), Estado de Veracruz. Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Aguas Subterráneas, 42.
- CONAGUA. 2015a. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Sierra de San Andrés Tuxtla (3016), Estado de Veracruz. Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Aguas Subterráneas, 24.
- CONAGUA. 2017. Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS). 28/11/2019, de CONAGUA Sitio web: <https://smn.conagua.gob.mx/es/estaciones-meteorologicas-automaticas>
- CONAGUA. 2017a. Análisis de la Canícula en México . Congreso Mexicano de Meteorología, XXVI , 11. 29/11/2019, De XI Congreso Internacional de Meteorología Base de datos.
- CONAGUA. 2018. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Baro Río Bravo (2801). Estado de Tamaulipas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 4 de Enero de 2018. Consultado en:

http://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/tamaulipas/DR_2801.pdf
- CONAGUA. 2018. Atlas del Agua en México 2018. Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. 2018. Mapa de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS). 28/11/2019, de CONAGUA Sitio web: <https://smn.conagua.gob.mx/es/estaciones-meteorologicas-automaticas-3>
- CONANP. (2009). Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. https://simec.conanp.gob.mx/TTH/Terminos/Terminos_TTH_2001_2009.pdf
- CONANP. (2010). Sistema Arrecifal Lobos -Tuxpan. https://simec.conanp.gob.mx/ficha_pdf.php?anp=132&reg=5
- CONANP. 2019. Ficha SIMEC Laguna de Términos. 20 de diciembre 2019, de Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Sitio web: <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=118®=5>
- CONAPESCA. 2013. Anuario estadístico de acuacultura y pesca. Recuperado de: http://fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca-2013.pdf

- CONAPESCA. 2014. Anuario estadístico de acuacultura y pesca. Recuperado de: https://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/dgppe/2014/ANUARIO_ESTADISTICO_DE_ACUACULTURA_Y_PESCA_2014.pdf
- Davis, R.W., Ortega-Ortiz, J.G., Ribic, C.A., Evans, W.E., Biggs, D.C., Ressler, P.H., Cady, R.B., Leben, R.R., Mullin, K.D. and Würsig, B., 2002. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 49(1), pp.121-142.
- Deisy Y. García López, Luz Elena Mateo Cid y A. Catalina Mendoza González. (2017). Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Veracruz, México. 23 de diciembre 2019, de Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Sitio web: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/gbot/2017nahead/0717-6643-gbot-00104.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última Reforma DOF 28/05/2021. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_280521.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1979. Reglamento para Prevenir la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias. Recuperado de: <https://digaohm.semam.gob.mx/Promam/ImagenesPROMAM/anexos/CONVENIO%20DE%20LO NDRES%2072.pdf>.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1986. Ley Federal del Mar. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/124.pdf>.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Última reforma publicada: DOF 18/02/2021. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_180121.pdf
- DOF. 1988. 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. Última reforma publicada DOF 31-10-2014. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA_311014.pdf.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1992. Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada DOF 06-01-2020. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1993. Ley de Puertos. Última reforma publicada DOF

07-12-2020. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/65_071220.pdf

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994. Reglamento de la Ley de Puertos. Última reforma publicada DOF 02-04-2014. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LPuertos.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Ley General de Vida Silvestre. Última Reforma DOF 20/05/2021. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última Reforma DOF 18/01/2021. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico. Última reforma publicada DOF 31-10-2014. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2006. Reglamento de La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última Reforma DOF 31-10-2014. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2006. Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Última reforma DOF 07/12/2020. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LNCM_071220.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa. Última reforma publicada DOF 24-11-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279084&fecha=24/11/2012.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). Ley General de Cambio Climático. Última reforma publicada DOF 06/11/2020. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_061120.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Última Reforma. 20/05/2021. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Última reforma: 20/05/2021. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI_200521.pdf.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Ley de Hidrocarburos. Última reforma publicada DOF 20/05/2021. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_200521.pdf.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Publicado el 17-01-2014. Última Reforma 13/04/2020. Recuperado de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LVZMM.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente. Última Reforma: 20/05/2021. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI_200521.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGCC_MRNE_281014.pdf.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Reglamento de la Ley de Hidrocarburos. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LHidro.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2015. Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LNCM_040315.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2017. DECRETO Promulgatorio del Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, adoptado en Londres, el trece de febrero de dos mil cuatro, en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI). Publicada el 08 de septiembre de 2017 en el Diario Oficial de la Federación.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Última Reforma: 13/04/2020. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LVZMM_130420.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado

de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2019. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Reglamento de Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Última reforma publicada: Última Reforma DOF 31-10-2014. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- Ditty, J. G., Zieske, G., Shaw, R. F., 1988. Seasonality and depth distribution of larval fishes in the northern Gulf of Mexico above latitude 26°00'N. Fish. Bull. U. S. 86, 811-823.
- Dokulil MT, Donabaum K, Teubner K (2007) Modifications in phytoplankton size structure by environmental constraints induced by regime shifts in an urban lake. Hydrobiologia 578:59–63
- Dow, W., Eckert, K., Palmer, M. and Kramer, P., 2007. An atlas of sea turtle nesting habitat for the wider Caribbean region. The Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network and The Nature Conservancy, Beaufort, North Carolina.
- Duks Unlimited de México A. C. 2007. Estrategia de manejo para la laguna La Nacha, Tamaulipas. Consultado en: <http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/pdf/ESTARTEGIA-DE-MANEJO-LAGUNA-LA%20NACHA.pdf>
- Eckert, S.A., L. Sarti M. 1997. Distant fisheries implicated in the loss of the world's largest leatherback nesting population. Marine Turtle Newsletter, 78, pp.2-7.
- Editor. 1986. Endangered and threatened species in the Lower Rio Grande Valley. The Sabal 3(4):12. (VE)
- ESPINOSA RAMÍREZ M., ANDRADE LIMAS E, RIVERA ORTIZ P. Y ROMERO DÍAZ A. 2011. Degradación de suelos por actividades entrópicas en el norte de Tamaulipas, México. Papeles de Geografía 53- 54, 77 - 88. Editum. Universidad de Murcia. España.
- Estrada-Castillón, E., Villarreal-Quintanilla, J. A., Jurado-Ybarra, E., Cantú-Ayala, C., García-Aranda, M. A., Sánchez-Salas, J. & Pando-Moreno, M. (2012). Clasificación, estructura y diversidad del matorral submontano adyacente a la planicie costera del Golfo Norte en el Noreste de México. Botanical Sciences, 90(1), 37-52.

- Evans, D., Ordonez, C., Troeng, S., Drews, C. and Rees, A.F., 2008. Satellite tracking of leatherback turtles from Caribbean Central America reveals unexpected foraging grounds. In Proc. Twenty-Seventh Annual Symp. on Sea Turtle Biology and Conservation.
- Evans, D., Ordonez, C., Troeng, S., Drews, C. and Rees, A.F., 2008. Satellite tracking of leatherback turtles from Caribbean Central America reveals unexpected foraging grounds. In Proc. Twenty-Seventh Annual Symp. on Sea Turtle Biology and Conservation.
- FAO. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Flores Villela, O., & Gerez, P. (1994). Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo (No. 575.2 F5 1994).
- Flores-Coto, C. y U. Ordóñez-López, 1990. Larval distribution and abundance of Myctophidae, Gonostomatidae and Sternoptychidae (Pisces) from southern Gulf of Mexico (1983-1984). NOAA Technical Reports NMFS 95, 1990: 55-64.
- Flores-Coto, C., Espinosa-Fuentes, M. L., Zavala-García, F y L. Sanvicente-Añorve, 2009. Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio. Hidrobiológica, 19(1): 49-76.
- Frejomil, E. P., Crispín, Á. S., & Izquierdo, J. M. C. (2005). Las diferencias territoriales en la economía del estado de Tamaulipas, México. Cuadernos de Geografía, (14), 29-42.
- Gallardo del Ángel, J.C., Velarde, G.E. and Arreola, A.R., 2004. Aves del Golfo de México y las áreas prioritarias para su conservación. Caso, M., Pisanti, I. & Ezcurra, E.(Comp.). Diagnóstico ambiental del Golfo de México, 1, pp.301-322.
- Gallegos García Artemio. (2004). Clima oceánico: los mares mexicanos ante el cambio climático global. En Cambio Climático: una visión desde México (41 - 51). Ciudad de México: Instituto Nacional de Ecología.
- Gaona, O. y Barragán, A.R., 2016. Las tortugas marinas en México: logros y perspectivas para su conservación. ISBN 978-607-97436-0-4. Primera edición, 2016. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ,CONANP.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (No. 551.59 G37).
- García, J. F., M. O. Fuentes, y Matías, R. L. G. 2014. Series Fascículos, Sequías.

Secretaría de Gobernación; México. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

- Geissert Kientz Daniel. 1999. Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz. *Investigaciones Geográficas*, 40, 25.
- Ghinaglia, L. T., Herrera-Silveira, J. A., & Comín, F. A. 2004. Structural variations of phytoplankton in the coastal seas of Yucatan, Mexico. *Hydrobiologia*, 519(1-3), 85-102.
- González Cándara Carlos. (s.f.). La zona marina. 23 de diciembre 2019, de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Sitio web: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Veracruz/Volumen_I/Seccion_IV-B.pdf
- González-Garza, B. I., 2009. Identificación y evaluación de hábitats marinos críticos para tortugas post-anidantes de carey (*Eretmochelys imbricata*) en la península de Yucatán. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Mérida, México.
- González y Velázco Duncan, G. F. E. G. V. G. G. (2019, September). Programa Parcial de Ordenamiento y Desarrollo Urbano. Gobierno de Tamaulipas. http://tampico.gob.mx/wp-content/themes/Tampico-ReyOvando/images/Programa_Parcial_CHLC.pdf
- Greenwood, P. H., Weitzman, S. H., Myers, G.S., 1966. Phyletic studies of teleostean fishes with a provissional classification of living forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 131: 339-456 p.
- Hall, L. S., Krausman, P. R., & Morrison, M. L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 173-182. En: García Gómez, M. P. (2009). Identificación de escenarios de calidad de hábitat para fauna silvestre: caso de estudio| cuenca media y alta del río Otún (Risaralda) (Master's thesis, Facultad de Ingeniería).
- Harrison, P. 1983. *Seabirds: an identification guide*. Boston: Houghton Mifflin Company. 448 pp.
- Hastie GD, Wilson B, Wilson LJ, Parsons KM, Thompson PM. 2004. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: Hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Mar. Biol.* 144: 397–403.
- Heckel Dziendzielewski, G. 1992. Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 164 pp.

- Hernández-Becerril, D. U., García-Reséndiz, J. A., Salas-de León, D. A., Monreal-Gómez, M. A., Signoret-Poillon, M., & Aldeco-Ramírez, J. 2008. Fracción de nanoplancton en la estructura del fitoplancton en el sur del Golfo de México (abril de 2000). *Ciencias marinas*, 34(1), 77-90.
- Hernández-Becerril, D.U. & Flores Granados, C. 1998. Species of the diatom genus *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in the plankton from the southern Gulf of Mexico. *Botanica Marina* 41: 505–519.
- IMTA, Instituto de la Tecnología del Agua, I. M. (2019, July 12). ¿Qué es la canícula? Gobierno de México. <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-la-canicula>
- INECC. 2007. Capítulo II. Caracterización ambiental de México y su correlación con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales. 1/12/2019, de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Sitio web: www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/421/cap2.html
- INECC. 2007. Capítulo II. Caracterización ambiental de México y su correlación con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales. 1/12/2019, de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Recuperado de: www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/421/cap2.html
- INEGI Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal INAFED SERMANAT - Riqueza de especies conocidas por grupos de fauna, 2014
- INECC. 2007. La cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta. 23 de diciembre 2019, de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Sitio web: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/402/cuencas.html>
- INECC. 2009. Programa Veracruzano ante el Cambio Climático. Veracruz: Gobierno del Estado de Veracruz.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2016. Mapa Digital de México. Marco Censal Agropecuario 2016. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjI1Ljc5NzQ2LGxvbjotOTcuNzI4MzYsejo4LGw6Y2Fncm98YzlwMHxjMTAyfHRjMTAy&theme=ceagro>
- INEGI, 2009. Compendio de información geográfica municipal 2010. Abasolo. Tamaulipas. Fecha de consulta: 23/10/2018. En: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/28/28001.pdf

- INEGI. (1986). Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Tabasco. México, D.F.: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 1983. Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas. Geología. Consultado en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825220822/702825220822_2.pdf
- INEGI. 2000. Diccionario de datos Fisiográficos 1:1 000 000 (Vectorial) 45 pp.
- INEGI. 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica. 24 pp.
- INEGI. 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica. 24 pp.
- INEGI. 2008. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional escala 1:1 000 000 serie I (Sistema topoformas)
- INEGI. 2009. Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación : Escala 1 :250 000 : Serie III.
- INEGI. 2014. Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000 Serie II. (Continuo Nacional)', escala: 1:250000. edición: 2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. 2016. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union)', escala: 1:250 000. edición: 1.
- INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. 2018. Banco de indicadores sociodemográficos y económicos. Municipios de Nuevo León y Tamaulipas. Fecha de consulta 23/10/2018. En:
<http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/>
- INEGI. 2018. Banco de indicadores sociodemográficos y económicos. Municipios de Nuevo León y Tamaulipas. Fecha de consulta 23/10/2018. En:
<http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/>
- INEGI. 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- INEGI. 2018. Producto interno bruto (PIB) por entidad federativa 2016. Fecha de consulta: 22/10/2018. En: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/default.aspx>

- INIFAP, 2018. Datos históricos de velocidad y dirección de viento de las estaciones San Rafael China, Martín Rocha, Galeana, Los Ahíeles y San Fernando. Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2019. ¿Qué es la canícula? Recuperado: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-la-canicula>
- Inzunza Juan. (2006). Cap. 7 Presión atmosférica y vientos. . En Meteorología descriptiva(33). México: Nimbus.
- Inzunza, J., 2006. Circulación de la atmósfera. En: Meteorología Descriptiva. s.l.:s.n.
- Irvine AB, Scott MD, Wells RS, Kaufmann JH. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. Fish. Bull. 79: 671–688.
- ITTO-CONAFOR. 2014. Evaluación ambiental y valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques costeros (manglares, selvas inundables, selvas y matorrales sobre dunas) y sus agro-sistemas de reemplazo, en la planicie costera central de Veracruz, México. Organización Internacional de Maderas Tropicales y CONAFOR. RED-PD 045/11 Rev.2 (M). 2012-2014.
- JÁUREGUI OSTOS, Ernesto; SOTO MORA, Consuelo. La vertiente del Golfo de México. Algunos aspectos fisiográficos y climáticos. Investigaciones Geográficas, [S.l.], ene. 1975. ISSN 2448-7279. Disponible en: <<http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/58889>>. Fecha de acceso: 01 mar. 2020 doi:<http://dx.doi.org/10.14350/rig.58889>.
- Limas, E. D. C. A., Ramírez, M. E., & Serrato, F. B. (2010). La región agrícola del norte de Tamaulipas (México): recursos naturales, agricultura y procesos de erosión. Editum.
- López-Portillo, J. A., L. R. Gómez-Aguilar y V. Vázquez. Criterios para la selección del sitio de manglar Coatzacoalcos, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Lot Antonio, Zepeda Carmen y Mora Arturo. (2018). Vegetación acuática y subacuática de México. 18 de diciembre 2019, de Instituto de Biología, UNAM; Facultad de Ciencias, UAEM e Instituto de Ecología Aplicada, UAT Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/328729465_Catalogo_de_la_flora_y_vegetacion_de_lo

s_humedales_mexicanos

- Lugo Hubp José. (1996). VI. El piso oceánico. En La superficie de la Tierra. Un vistazo a un mundo cambiante(.). México, D.F.: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.
- Luna Niño Rosa Beatriz. (2016). Interacción de los frentes fríos con la Sierra Madre Oriental . Baja California, México: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California .
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell.
- Martínez-Serrano, I., Serrano, A., Heckel, G. and Schramm, Y., 2011. Distribución y ámbito hogareño de toninas (*Tursiops truncatus*) en Veracruz, México. Ciencias marinas, 37(4A), pp.379-392.
- May-Kú MA, Kuk-Dzul JG, Herrera-Dorantes T, Ardisson P-L (2016) Density and depth distribution of the sympatric species *Squilla chydrea* and *Squilla empusa* (Stomatopoda: Squillidae) in the southern Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science 92: 181–190.
- Meteoblue. (2019). Rosa de los vientos Puerto México. 26 de diciembre 2019, de Meteoblue Sitio web:
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/windrose/puerto-mexico_m%c3%a9xico_3530517
- Miller, J.D., 1997. Reproduction in sea turtles. In The Biology of Sea Turtles, Volume I (pp. 65-96). CRC Press.
- Monreal Gómez, María Adela, Salas de León David Alberto y Gracia Gasca Adolfo. (2004). Golfo de México, circulación y productividad. Ciencias 76, octubre-diciembre, 24-33.
- Moreno-Cáliz, E.; J. Zavala-Cruz; R. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Lagunas de Mecoacán – Julivá – Santa Anita, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Nasrallah, J. A. N. (2021). PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2021-2024. Gobierno de Tamaulipas. <https://tampico.gob.mx/transparencia/PMD2021-2024.pdf>
- Nauen, 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in shellfish, fish and fishery products. FAO Fish Circ 764:102p.
- Nelson, J.S., Grande, T. C., & M. V.H. Wilson, 2016. Fishes of the World. Fifth Edition, John

Wiley & Sons, Inc, N. York, U.S, 483 p.

- OEIDRUS (Oficinas Estatales de Información para el Desarrollo Rural Sustentable). 2015. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Estado de Tamaulipas. Distrito: DDR 157 Control. Municipios Matamoros y Valle Hermoso. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://camponl.gob.mx/agricola/identidad/index.jsp>
- OnePetro. 2000. Drilling waste management. Recuperado de: https://petrowiki.org/Drilling_waste_management
- Olivares Arias, V., L. Valverde Som, V. Quiros Rodríguez, R. García Romero, N. Muñoz, M. Navarro Alarcón & C. Cabrera Vique (2015) Níquel en alimentos y factores influyentes en sus niveles, ingesta, biodisponibilidad y toxicidad: una revisión, CyTA - Journal of Food, 13:1, 87-101.
- Organización Marítima Internacional. 2002. SOLAS. Londres. Recuperado de: <http://www.bioscafire.com/upfiles/normativa/solas.pdf>.
- Organización Marítima Internacional. Lista de enmiendas que entrarán en vigor el presente año y en los próximos años. Fecha de visita: 05/06/2021. Recuperado de: <https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/Action-Dates.aspx>
- Ortiz Bautista Leonardo Esteban. (2016). DESARROLLO DE CAMPOS PETROLEROS EN AGUAS PROFUNDAS DEL NORTE DEL GOLFO DE MÉXICO.. México, D.F.: Universidad Autónoma de México.
- Paiva PC (2001) Spatial and temporal variation of a nearshore benthic community in southern Brazil: implications for the design of monitoring programs. Estuarine, Coastal and Shelf Science 52: 423–433.
- PECCUV. 2019. Acciones mínimas 2019 -2024. Programa de Estudios de Cambio Climático de la Universidad Veracruzana, 2019-2024, 22.
- PECCUV. 2019. Acciones mínimas 2019 -2024. Programa de Estudios de Cambio Climático de la Universidad Veracruzana, 2019-2024, 22.
- PEMEX. 2013. Provincias Petroleras de México. México, D.F.: Petróleos Mexicanos.
- Pereyra Díaz Domitilo, Pérez Sesma José Antonio Agustín y Salas Ortega María del Rocío. (2010). Hidrología. Veracruz, México: Gobierno del Estado de Veracruz.
- Pérez Sánchez José Manuel. (2007). Las tierras bajas de Tabasco. En Desarrollo local en

el trópico mexicano. Los camellones Chontales de Tucta, Tabasco(Cap. I, 25 pp). México, D.F.: Universidad Iberoamericana.

- Petronas. 2011. Minimum Enviromental Specification.
- Petronas (Diciembre 2017). Informe Detallado de la Línea Base Ambiental para el Área Contractual 4 de Cuenca Salina en el Golfo de México.
- Petronas. 2018. Evaluación de Impacto Social en aguas profundas del Golfo de México Área Contractual G07. ERM México, S.A. de C. V.
- Petronas. 2019. Reporte complementario del Estudio detallado de Línea Base Ambiental y registro de Daños Ambientales y Daños Preexistentes en el Área Contractual AP-CS-G07, Cuenca Salina, Golfo de México. Ronda 2.4. ERM México, S.A. de C. V.
- PC. (2021, February). Programa Especial de Protección Civil Temporada de Sequía, Estiaje e Incendios Forestales 2021. Gobierno de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/36/2021/03/incendios-forestales-2021-tamaulipas.pdf>
- Plan de Desarrollo de la Municipalidad de Coatzacoalcos 2014-2017.
- Programa Estatal de Desarrollo Urbano del estado de Tabasco. 2007. Dirección General de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial. Secretaria de Asentamientos y Obras.
- Programa Estatal de Desarrollo Urbano del estado de Veracruz (PDUEV). 2017. Dirección General de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial. Secretaria de Asentamientos y Obras.
- Quiroz-González, N., D. León-Álvarez y M. G. Rivas-Acuña. 2017. Nuevos registros de algas verdes marinas (Ulvophyceae) para Tabasco, México. Acta Botánica Mexicana 118: 121-138. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1204>
- Raja, P., S. Veerasingam, G. Suresh, G. Marichamy and R. Venkatachalapathy, 2009. Heavy Metals Concentration in Four Commercially Valuable Marine Edible Fish Species from Parangipettai Coast, South East Coast of India. {II}International Journal of Animal and Veterinary Advances 1(1): 10-14, 2009.
- Ramírez José. (1899). Capítulo 9. Tipos de vegetación. En La vegetación de México (9). México: Secretaría de Fomento.
- Ritter, F. 2002. Behavioural observations of rough-toothed dolphins (Steno bredanensis) off

La Gomera, Canary Islands (1995-2000), with special reference to their interactions with humans. *Aquatic Mammals* 28(1): 46-59.

- Rosengaus, M., Jiménez, M. y Vásquez, M., 2002, Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación, México. 108 p.
- Rosenstock, S. S., D. R. Anderson, K. M. Giesen, T. Leukering and M. F. Carter. 2002. Landbird count techniques: current practices and an alternative. *The Auk* 119(1):46-53.
- Ruiz Corral José Ariel y otros. (2016). Regionalización del cambio climático en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13, 2451 -2464.
- Sánchez, O., P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (ed). 2011. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. La importancia de un enfoque regional para la conservación del hábitat natural en la frontera norte de México. INE-SEMARNAT. México, D. F. 49-68 pp.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Manual del Puerto de Coatzacoalcos. Recuperado de:
https://www.puertocoatzacoalcos.com.mx/coatza_docs/Manual/Manual_del_puerto.pdf
- Secretaría de Cultura. 2017. Segundo Informe de Labores 2016-2017. Recuperado de:
<https://www.cultura.gob.mx/PDF/SC-SegundoInformeLabores-Cultura.pdf>
- Secretaría de Economía. 2018a. Información económica y estatal. Estado de Tamaulipas. Fecha de consulta: 22/10/2018. En:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/302786/tamaulipas_2018_02.pdf.
- Secretaría de Energía (SENER). 2014. Estrategia Nacional de Energía 2014-2028. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf>.
- Secretaría de Marina (SM). 2019. Resumen anual de frentes fríos que afectaron aguas y Costas Mexicanas 2018-2019. Recuperado de:
<https://meteorologia.semar.gob.mx/dirmet/pdf/resumenff.pdf>
- Secretaría de Turismo y Cultura. Plan Estatal de Turismo y Cultura de Veracruz 2014-2017.
- SEDESOL. 2010. Unidad de microrregiones. Cédulas de Información Municipal (SCIM). Municipios: Nacional. En: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/Default.aspx>

- SEDESOL. 2018. Informe anual municipal sobre la situación de pobreza y rezago social 2018. En:

<https://www.gob.mx/busqueda?utf8=%E2%9C%93&site=sedesol&q=Informe+por+Municipios+y+Demarcaciones+Territoriales>

- SEDUE 1988. Manual de ordenamiento ecológico del territorio. México, Subsecretaría de Ecología. Selman, P. (2004) "Community participation in the planning and management of cultural landscapes" Journal of Environmental Planning and Management. 47, 365_392 (PDF) El ordenamiento ecológico territorial... Available from: https://www.researchgate.net/publication/307532979_El_ordenamiento_ecologico_territorial_instrumento_de_politica_ambiental_para_la_planeacion_del_desarrollo_local [accessed Aug 29 2018].

- SEMARNAT. 2015. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. México. 272 pp. Consultado en:

https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2015/Libro_Laguna_Madre_completo.pdf

- SEMARNAT. (21 de junio 2017). Sistema Arrecifal Veracruzano y el desarrollo sustentable. Blog SEMARNAT. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/sistema-arrecifal-veracruzano-y-el-desarrollo-sustentable?idiom=es>

- SEMARNAT. 2016. Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave, de desempeño ambiental y de crecimiento verde. Consultado en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

- SEMARNAT. 2018. Atlas del Agua en México. Recuperado de: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

- SERNAPAM. 2011). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Estado de Tabasco. Tabasco: Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental de Tabasco.

- Servicio Sismológico Nacional (SSN). 2018. Catálogo de Sismos del periodo 1900 a 2018. Fecha de consulta: 30/10/2018. En: <http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/>

- SGM. 2017. Hidrogeología. 2/11/2019, de Servicio Geológico Mexicano Sitio web: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Hidrogeologia.html

- SGM: 2008. Carta Geológico-Minera, Reynosa (G14-5) Tamaulipas y Nuevo León.

Consultado en: http://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/82_G14-5_GM.pdf

- SGM. (s/f). Resumen Ejecutivo del Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas. Proyecto Mesoamerica. Recuperado el 22 de abril de 2022, de http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFAtlasEstatales/TAMAULIPAS_resumen.pdf
- SGM-CENAPRED: 2019. Atlas de riesgos del Estado de Veracruz y Tabasco. Consultado en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Veracruz%20de%20Ignacio%20de%20la%20Llave&CVE_ENT=30
- Shaver, D.J., Hart, K.M., Fujisaki, I., Rubio, C., Sartain-Iverson, A.R., Peña, J., Gamez, D.G., Miron, R.D.J.G.D., Burchfield, P.M., Martinez, H.J. and Ortiz, J., 2016. Migratory corridors of adult female Kemp's ridley turtles in the Gulf of Mexico. *Biological conservation*, 194, pp.158-167.
- Söderström, B. S. Kiema and R. S. Reid. 2003. Intensified agricultural land-use and bird conservation in Burkina Faso. *Agriculture Ecosystem and Environment*. 99:113-124.
- Soto Esparza Margarita y Geissert Kientz Daniel. (s.f.). Geografía. En Veracruz (Vol. I, Secc. I, 70 pp). Veracruz: Gobierno de Veracruz.
- SOTOP. 2007. Programa Estatal de Desarrollo Urbano. Tabasco: Secretaría de Asentamientos y Obras Públicas de Tabasco.
- Spotila, J.R., 2004. Sea turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation. JHU Press.
- Subsecretaría de Planeación. 2018. Sistema de Información Municipal de Coatzacoalcos Cuadernillos Municipales.
- Suderman, K., & Thistle, D. (2003). A microcosm system for the study of pollution effects in shallow, sandy, subtidal communities. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 22(5), 1093-1099. En: Petronas. 2019. Reporte complementario del Estudio detallado de Línea Base Ambiental y registro de Daños Ambientales y Daños Preexistentes en el Área Contractual AP-CS-G07, Cuenca Salina, Golfo de México. Ronda 2.4. ERM México, S.A. de C. V.
- Texas Center for Policy Studies, 1999. Crisis del agua. Agoniza Cuenca del Río Bravo. Texas, EE.UU.
- Torres Saucedo, M. (2005). Contribución al conocimiento de las especies en estatus de conservación legal de Tamaulipas y Nuevo León, México (Doctoral dissertation, Universidad

Autónoma de Nuevo León).

- Tovar, Z. C. 2007. Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJ069. México D. F.
- Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., 2008. Metal contamination in five fish species from black, Marmara, Aegean and Mediterrean seas, Turkey. [I] J. Chil. Chem. Soc, 53, N° 1 (2008)
- UICN. 2018. Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN. Recuperado de: <https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/pol%C3%ADticas-de-biodiversidad/lista-roja-de-uicn>
- UNESCO. 1976. Plan general para la investigación del medio marino y directrices para estudios básicos.
- UNESCO. (2012, julio). Ecological Sciences for Sustainable Development. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/mexico/los-tuxtlas/>
- UNESCO. (2012a, julio). Pantanos de Centla. Ecological Sciences for Sustainable Development. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/mexico/pantanos-de-centla/>
- Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS). 2015. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Recuperado de: <http://atlasclimatico.unam.mx/atlas/Docs/unidad.html>
- UNIATMOS. (2020). Tamaulipas. 20 de febrero 2020, de Unidad Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales Sitio web: <https://atlasclimatico.unam.mx/VulnerabilidadalCC/PDFs/Tamaulipas.pdf>.
- UNIATMOS. (2020). Veracruz. 20 de febrero 2020, de Unidad Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales Sitio web: <https://atlasclimatico.unam.mx/VulnerabilidadalCC/PDFs/Veracruz.pdf>.
- United States. Environmental Protection Agency (US EPA). Office of Water. (2000). Development document for final effluent limitations guidelines and standards for synthetic-based

drilling fluids and other non-aqueous drilling fluids in the oil and gas extraction point source category. Washington, DC : U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water

- Vasconcelos Fernández, J. M., & Ramírez Fernández, J. A. (2004). Geología y petrología del complejo volcánico de Villa Aldama, Tamaulipas. Ciencia UANL, 7(1).
- Vázquez-Lule, A. D., M. T. Rodríguez-Zúñiga y P. Ramírez-García. Caracterización del sitio de manglar Sistema

Lagunar de Alvarado Veracruz, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México,

D.F

- West, K.L., Mead, J.G. and White, W., 2011. *Steno bredanensis* (Cetacea: Delphinidae). Mammalian Species, 43(1), pp.177-189.
- Wilson, R. R., D. J. Twedt and A. B. Elliott. 2000. Comparison of line transect and point count for monitoring spring migration in forest wetlands. *Journal of Field Ornithology* 71(2):345-355.
- Zentella G. J. A., R. M. Zorrilla, Welsh R. C. M., M. A. Altamirano del Carmen, V. C: Neri, E. A. Ellis, P. J. A. Lara, R. S. Guzmán, R. M. Ortega, S. A. Guevara, H. R. Margáin F. R. Aldama y C. A. Marambio (2016). Programa Estatal de Cambio Climático Tamaulipas 2015-2030. Fecha de consulta: 05/11/18. En:

https://www.researchgate.net/publication/308677587_Programa_Estatal_de_Cambio_Climatico_Tamaulipas_2015-2030

- Zonneveld, I. S. 1979. Land evaluation and land(scape) science. ITC Textbook VII.4, 2nd ed. ITC, Enschede, The Netherlands.