CAPÍTULO I

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

CONTENIDO

CAPÍTULO I.....1

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 2

I.1.1 Nombre del proyecto. 2

I.1.2 Ubicación del proyecto 2

I.1.3 Duración del proyecto..... 7

I.1.4 Presentación de la documentación legal 7

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 7

I.2.1 Nombre o razón social 7

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente..... 7

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 7

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 8

I.2.5 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 8

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "**EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12**".

I.1.2 Ubicación del proyecto

El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual 12, que se encuentra en la Cuenca Cordilleras Mexicanas, ubicada en el Golfo de México a 65 km aproximadamente del puerto de Tampico, Tamaulipas. 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-R02-L04-AP-CM-G03/2018.

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 200 millas marinas (370, 400 metros).

Por otro lado, el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) marina 184 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) (DOF, 24/11/2012).

En la Figura I-1 se presenta la macro localización del Proyecto, en Figura I-2 ubicación general del proyecto y Figura I-3 muestra localización del Bloque 12.

En el **Anexo 1 del Capítulo I** se presenta las siguientes cartas temáticas:

1	Delimitación del Sistema Ambiental Regional.	24	Riesgo baja temperatura.
2	Municipios.	25	Provincias fisiográficas.
3	Clima.	26	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y del Mar del Caribe.
4	Temperatura media anual.	27	Geomorfología Marina.
5	Precipitación media anual.	28	Municipios Vulnerables ante el Cambio Climático.
6	Geología	29	Peligro por Sequia.
7	Edafología	30	Vulnerabilidad por Inundación.
8	Hidrología.	31	Hidrogeología
9	Uso de Suelo y Vegetación, SERIE VI, SAR.	32	Estaciones meteorológicas.
10	Trayectoria de Ciclones	33	Provincias geológicas.
11	Riesgo por Heladas	34	Provincias petroleras.

12	Áreas Naturales Protegidas Federales.	35	Ubicación Área Contractual y SAR.
13	Áreas Naturales Protegidas Estatales.	36	Peligro por Ondas Cálidas.
14	Regiones Terrestres Prioritarias.	37	Vulnerabilidad a Inundaciones.
15	Regiones Hidrológicas Prioritarias.	38	Regiones Potenciales de Deslizamiento.
16	Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves.	39	Ubicación del Pozo Sayulita-1EXP
17	Sitio RAMSAR.	40	Área de Interés del Pozo Sayulita-1EXP.
18	Regiones Marinas Prioritarias.	41	Ubicación General del Proyecto.
19	Distribución Manglares	42	Representación Gráfica Local
20	Volcanes activos.	43	Macro localización del Proyecto
21	Regionalización Sísmicas.	44	EIF Total columna inferior
22	Batimetría.	45	EIF Total columna superior
23	Riesgo por granizadas.	46	EIF Total para sedimentos

En el **Anexo 1 del Capítulo I** se incluyen los siguientes archivos KMZ:

1	Polígono del Sistema Ambiental Regional.	4	Pozo Sayulita-1EXP
2	Polígono del Proyecto.	5	Coordenadas Áreas de Interés.
3	Polígono del Área de Interés.		

En el **Anexo 1 Capítulo I** se presenta el Excel de vértices y área del Bloque 12

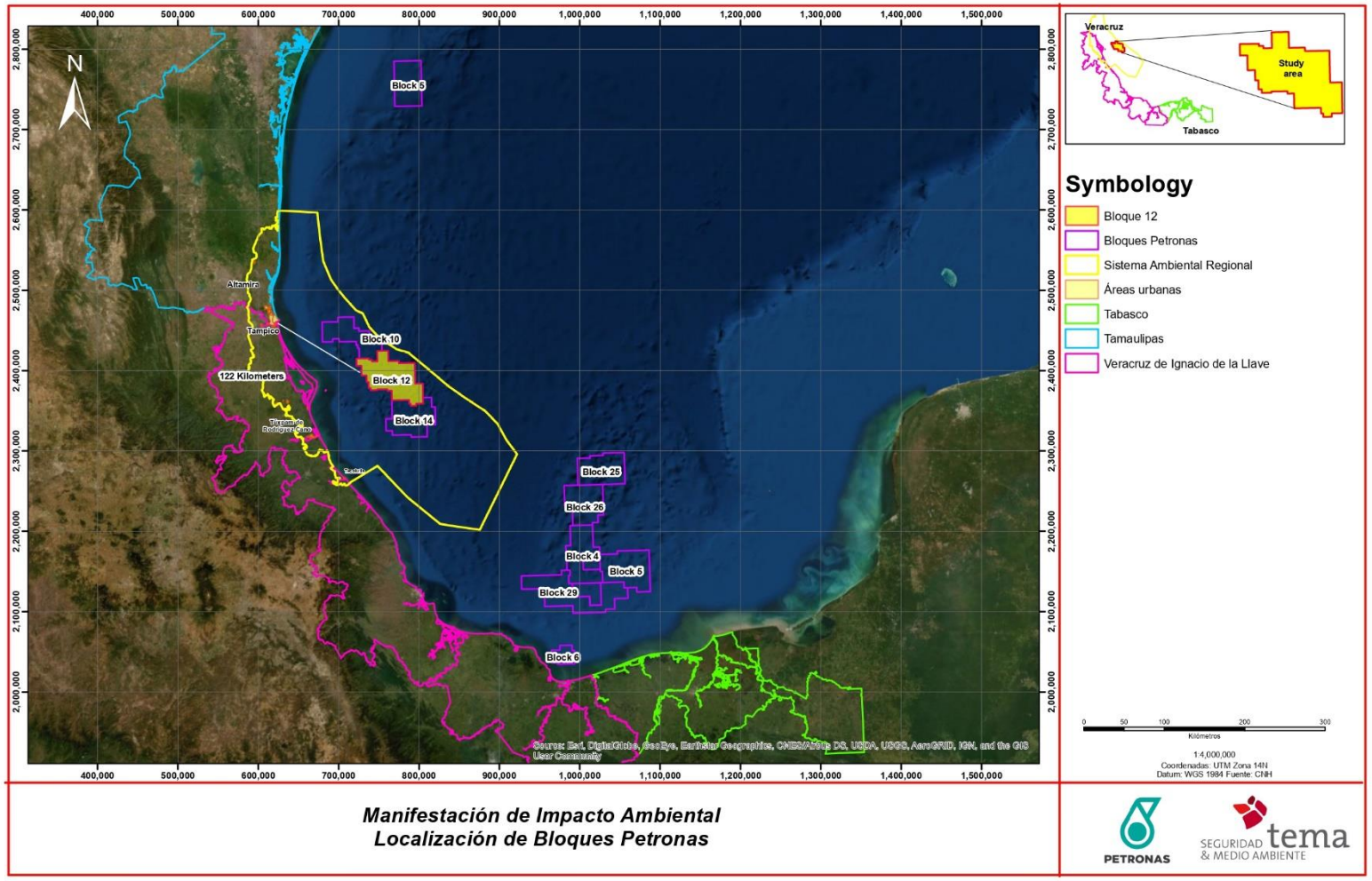


Figura I-1. Macro localización del proyecto

Fuente: TEMA, 2020

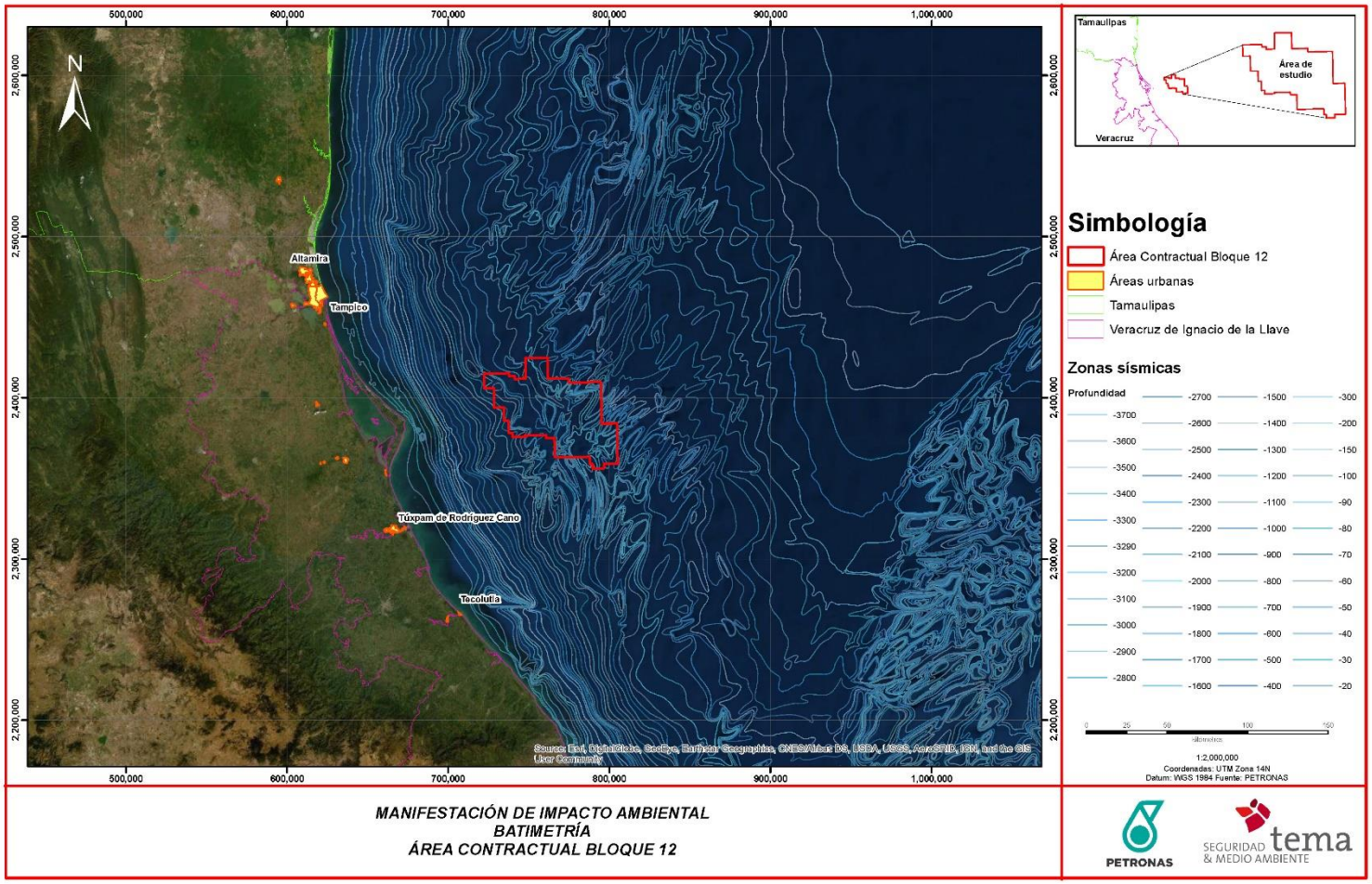


Figura I-2. Ubicación general del proyecto

Fuente: TEMA, 2020

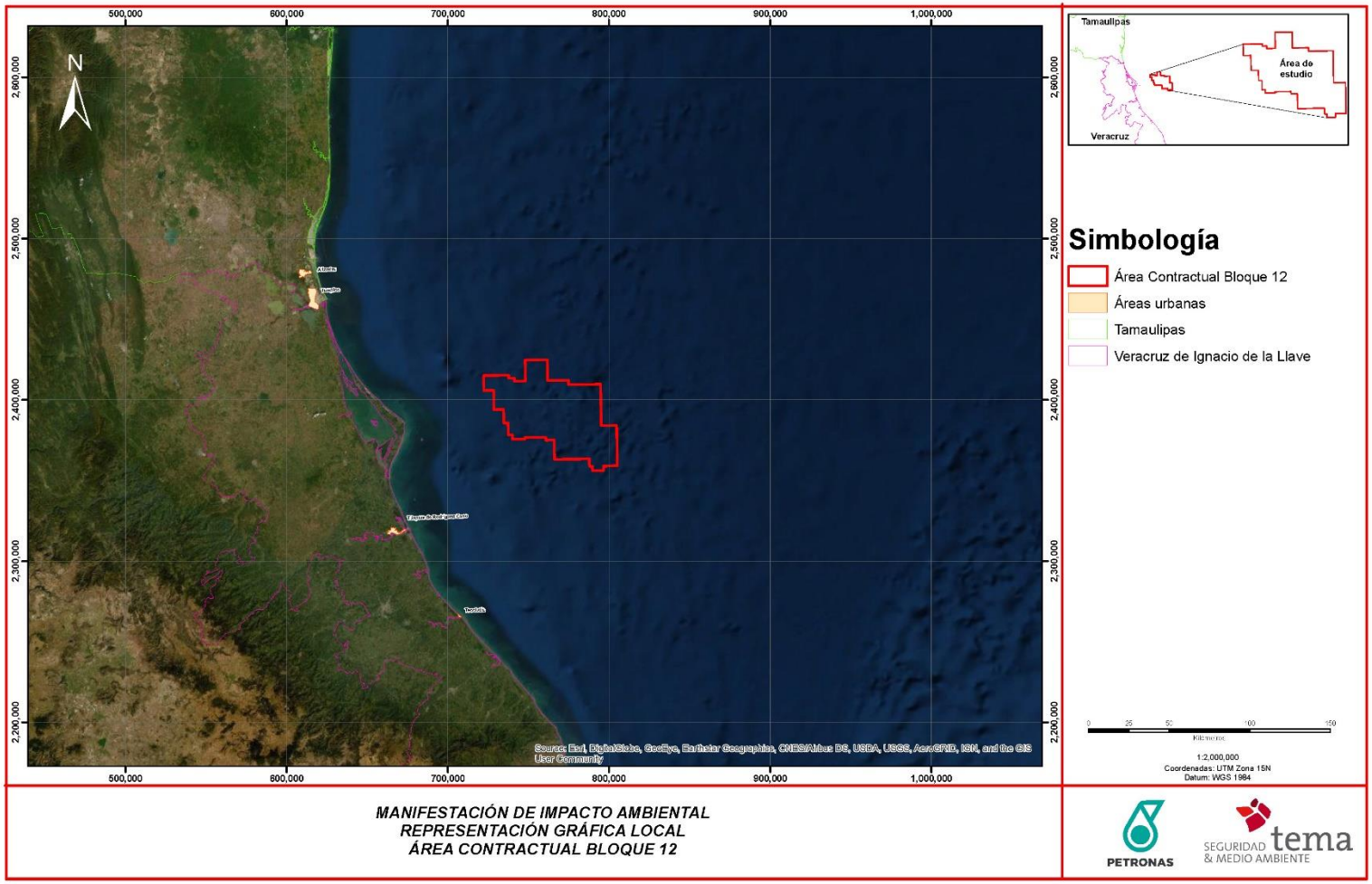


Figura I-3. Localización del Área Contractual 12

Fuente: TEMA, 2020

I.1.3 Duración del proyecto

La duración máxima de la perforación será de 66 días, y se realizará con el buque de perforación "PACIFIC KHAMSIN", nave de perforación mejorada de doble trayectoria de carga Samsung 12, 000 de diseño dinámico y con capacidad de doble gradiente.

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 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 182 días, por lo que, aunque la duración máxima de la perforación será de 66 días, se podrá realizar durante la vigencia de la autorización.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

En el **Anexo 2 del Capítulo I** se presenta copia simple del Contrato No. No. CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018 entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la empresa PC Carigali México Operations; S.A. de C.V (PC Carigali) de fecha 7 de mayo del 2018.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

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

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

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

PCM151215UX9.

En el **Anexo 4 del Capítulo I** se incluye RFC.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Nombre: Emry Hisham Bin Yusoff.

Cargo: Representante Legal.

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

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Calle:

Colonia:

CP:

Teléfono:

Alcaldía:

Entidad Federativa

Correo Electrónico:

Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal. Información protegida bajo los artículos Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP

I.2.5 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.1.1.1 Nombre o Razón Social

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

I.1.1.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

TMA-950131PI9.

I.1.1.3 Nombre de los Responsables Técnicos del Estudio

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

I.1.1.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio

Calle:

Colonia:

Código Postal:

Domicilio del responsable técnico. Información protegida bajo los artículos Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP

Teléfonos:	Domicilio y telefóno del responsable técnico. Información protegida bajo los artículos Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP
Entidad Federativa:	
Correo Electrónico:	Correo electrónico de personas físicas, datos protegidos conforme al Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP.

CAPÍTULO II

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

CONTENIDO

CAPÍTULO II 1

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 2

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa 2

II.1.2 Justificación 5

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 5

II.1.4 Inversión requerida 10

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 11

II.2.1 Descripción de Servicios Requeridos 11

II.2.2 Programa general de trabajo 13

II.2.2.1 Representación gráfica regional 14

II.2.2.2 Representación gráfica local 14

II.2.3 Etapa de Movilización 16

II.2.4 Etapa de Perforación Exploratoria 22

II.2.4.1 Objetivos y profundidad programados 23

II.2.4.2 Descripción de secciones de perforación 26

II.2.4.3 Requerimientos de insumos 31

II.2.5 Abandono 34

II.2.6 Residuos, descargas, emisiones 35

II.2.6.1 Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos 35

II.2.6.1.1 Aguas residuales 36

II.2.6.1.2 Generación de residuos 38

II.2.6.2 Emisiones a la atmósfera 40

II.2.6.3 Emisiones de ruido 40

II.2.6.4 Manejo de residuos, descargas 40

II.2.6.4.1 Manejo de residuos provenientes de perforación 41

II.2.6.5 Planes de prevención 56

II.2.6.5.1 Modelado de respuesta y contingencia ante derrames de petróleo 59

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

PC Carigali pretende la realización de exploración en el Área Contractual 12 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 12, ubicada 65 km aproximadamente del Puerto de Tampico, Tamaulipas. 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 contrato No. CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018.

Para el presente proyecto se contempla las siguientes actividades generales:

1. Exploración superficial y de riesgos: PC Carigali determinará los riesgos potenciales que afectan la perforación futura de pozos exploratorios (Incluido en el Capítulo IX el Análisis de Riesgo del Sector hidrocarburo (ARSH)). PC Carigali anticipa que dentro del Área Contractual 12, se explorarán tres (3) prospectos: Sayulita-1EXP, considerado como prospecto principal, y Álamos-1EXP y Adelta-1EXP (ambos aun sin ubicación), considerados como potenciales prospectos.

2. Exploración por perforación: Una vez recibidos los resultados de la exploración superficial y de riesgos, se llevará a cabo la perforación del Pozo Sayulita-1EXP. En caso de éxito en la exploración, el estimado tentativo es de 12 pozos de desarrollo, 6 pozos inyectores de agua y 2 pozos inyectores de gas.

3. Terminación y abandono: Una vez terminadas las actividades de exploración, el pozo será permanentemente 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. 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 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 la 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.

No existen campos, pozos o instalaciones petrolíferas en esta Área Contractual (Figura II-1).

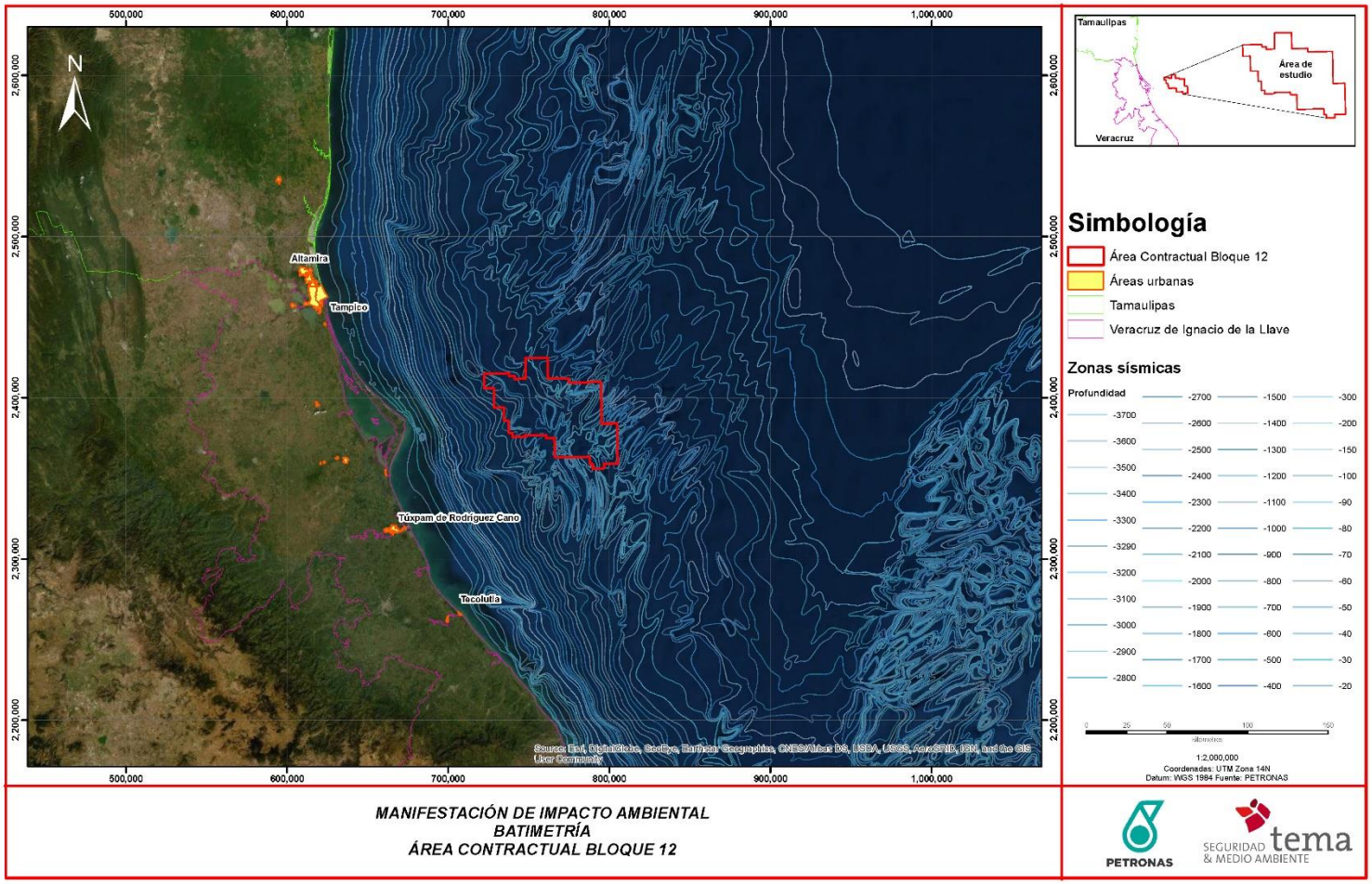


Figura II-1. Ubicación del proyecto

Fuente: TEMA (2020)

II.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-R02-L04-AP-CM-G03/2018 de la CNH; en la cual el área comprendida para esta licitación se encuentra en Aguas Profundas de la Cuenca Cordilleras Mexicanas 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 AP-CM-G03 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.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual 12, ubicada 65 km aproximadamente del Puerto de Tampico, Tamaulipas; misma que fue asignada por la CNH para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de Licencia en Aguas Profundas según contrato No. CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018.

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 UGA marina 184 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) (DOF, 24/11/2012).

En la Tabla II-1 se incluyen las coordenadas geográficas WGS84 del Área del proyecto de acuerdo con lo señalado en el contrato No. CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018.

Tabla II-1. Coordenadas geográficas del área de proyecto, Datum ITRF08 época 2010.0 (equivalente a WGS84 UTM 14EPSG 32614)

Vértice	Latitud Norte	Longitud Oeste
1	21° 47' 30"	96° 28' 00"
2	21° 47' 30"	96° 20' 30"
3	21° 46' 00"	96° 20' 30"
4	21° 46' 00"	96° 09' 00"
5	21° 32' 00"	96° 09' 00"
6	21° 32' 00"	96° 03' 30"
7	21° 18' 30"	96° 03' 30"
8	21° 18' 30"	96° 08' 30"
9	21° 17' 00"	96° 08' 30"
10	21° 17' 00"	96° 12' 30"
11	21° 18' 30"	96° 12' 30"
12	21° 18' 30"	96° 13' 30"
13	21° 21' 00"	96° 13' 30"
14	21° 21' 00"	96° 26' 00"
15	21° 27' 30"	96° 26' 00"
16	21° 27' 30"	96° 29' 00"
17	21° 28' 30"	96° 29' 00"
18	21° 28' 30"	96° 36' 30"
19	21° 28' 00"	96° 36' 30"
20	21° 28' 00"	96° 41' 00"
21	21° 29' 30"	96° 41' 00"
22	21° 29' 30"	96° 42' 30"
23	21° 33' 30"	96° 42' 30"
24	21° 33' 30"	96° 44' 00"
25	21° 38' 00"	96° 44' 00"
26	21° 38' 00"	96° 47' 30"
27	21° 44' 30"	96° 47' 30"
28	21° 44' 30"	96° 51' 00"
29	21° 49' 30"	96° 51' 00"
30	21° 49' 30"	96° 42' 00"
31	21° 48' 30"	96° 42' 00"
32	21° 48' 30"	96° 40' 00"
33	21° 47' 30"	96° 40' 30"
34	21° 47' 30"	96° 36' 00"
35	21° 54' 30"	96° 36' 00"
36	21° 54' 30"	96° 28' 00"

El proyecto tiene una superficie de 3,099.432 km² y la profundidad del agua varía entre 1,400 m – 2,300 m aproximadamente.

El pozo denominado Sayulita-1EXP que será perforado se ubica en las coordenadas [redacted] Para este pozo se requiere una superficie (lecho marino) de 1 m² (Figura II-2).

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

El segundo prospecto es Álamos-1EXP y el tercer prospecto Adelta -1EXP, al momento no se cuenta con su ubicación definitiva.

En caso de éxito en la exploración, el estimado tentativo es de 12 pozos de desarrollo, 6 pozos inyectores de agua y 2 pozos inyectores de gas.

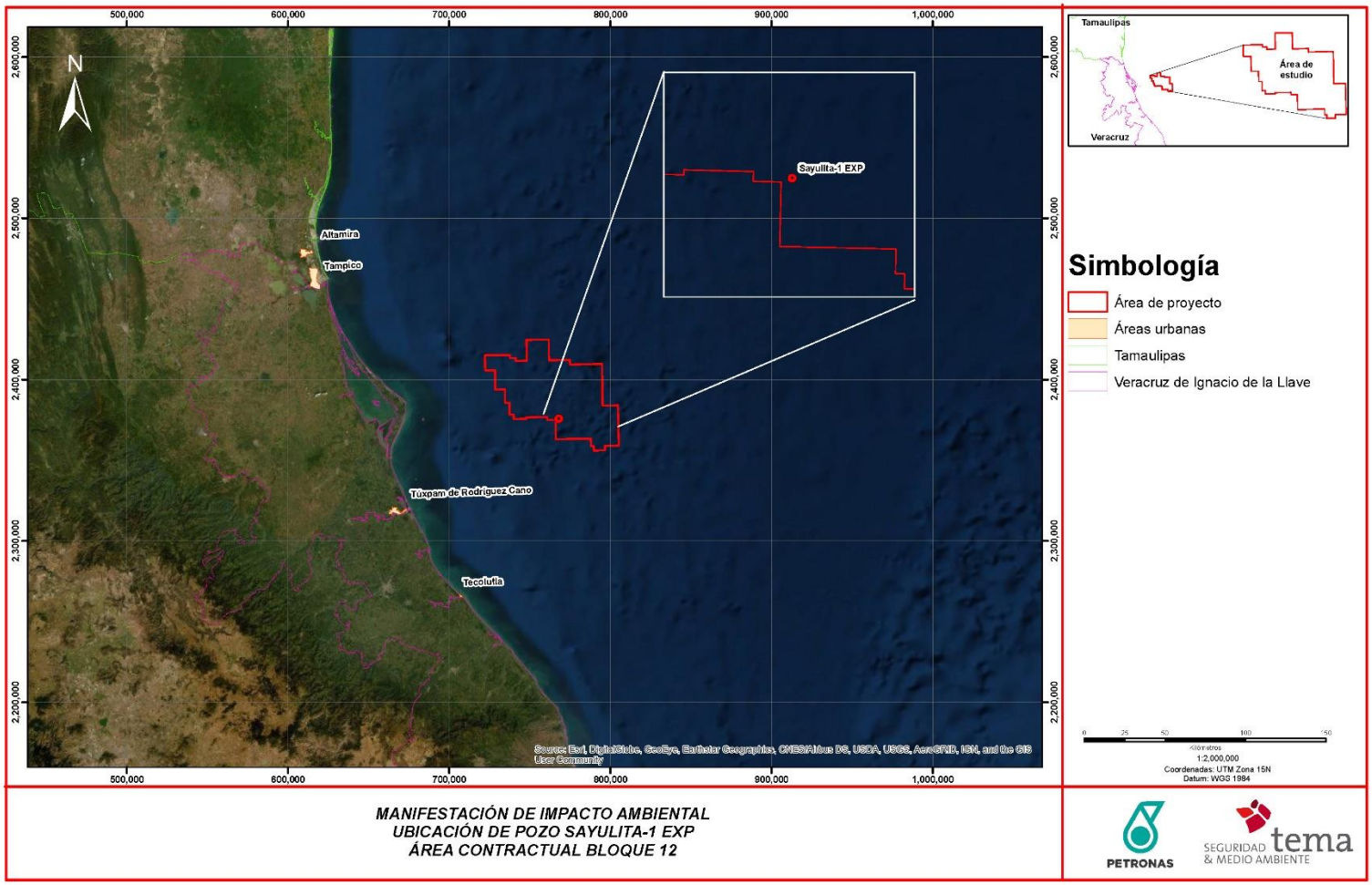


Figura II-2. Ubicación Pozo Sayulita -1EXP.

Fuente: TEMA (2020)

Es importante señalar que el área del proyecto conforma la totalidad del Bloque 12, que es de 3,099.432 km² (309,043.2 Ha); sin embargo, se seleccionó un área de interés donde se encuentra el prospecto principal Sayulita-1EXP, cuya superficie es de 2,226.79 Km^2 (222,678.58 Ha).

El polígono de interés que se muestra en la Figura II-3 se conformó tomando en consideración riesgos geológico-superficiales, como la inclinación del fondo marino y la posible presencia de cuerpos de hidrato de metano en la parte superficial del yacimiento, así como características del yacimiento obtenidas mediante estudios de inversión cuantitativa. Las posibles localizaciones superficiales del pozo que entran en este polígono tienen como objetivo la misma coordenada de fondo, por lo que se buscó cubrir un área con condiciones geológicas superficiales y de subsuelo óptimas para minimizar el riesgo de perforación. Además, conforme los resultados obtenidos en el primer pozo exploratorio se podría continuar la exploración con otros pozos que también se encontrarían dentro del área de este polígono.

Por lo anterior, en el supuesto de requerirse una modificación a la localización del pozo descrito en el Plan de Exploración, dicho cambio se daría dentro de esta área.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del área de interés y en el **Anexo 1 del Capítulo II** se incluyen las coordenadas UTM de dichas áreas.

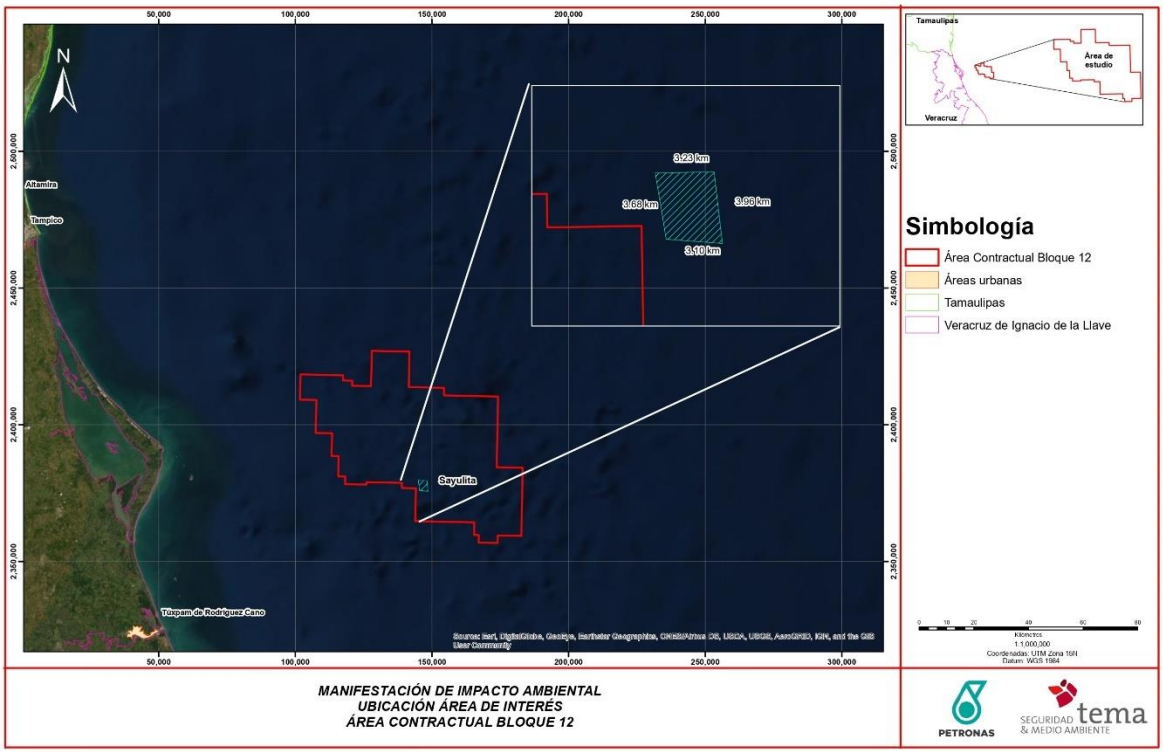


Figura II-3. Ubicación Áreas de interés

Fuente: TEMA (2020)

En el **Anexo 1 del Capítulo I** se presentan los siguientes planos:

1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.
2. Ubicación General del Proyecto.

II.1.4 Inversión requerida

Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los artículos Art. 113 fracción III de la LFTAIP, y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

Las obras y actividades por realizar en el presente proyecto son las siguientes:

- Movilización de embarcaciones.
- Perforación Exploratoria.
    - Perforación de Pozo Exploratorio
- Abandono
    - Suspensión de pozo
    - Taponamiento y Abandono del Pozo
    - Desmovilización de embarcaciones y equipo.

II.2.1 Descripción de Servicios Requeridos

Para el presente proyecto la base terrestre que se utilizará como base logística, será el Puerto de Tampico en Tamaulipas y el Puerto de Tuxpan en Veracruz; estos puertos serán los principales puntos para el cambio de personal del proyecto al igual que para llevar a cabo la logística que soportará las operaciones de perforación.

Los insumos requeridos para las actividades de perforación de pozos serán: embarcaciones abastecedoras de agua, combustible y alimentos. El buque y embarcaciones de apoyo deberán tener contenedores para almacenamiento de residuos sólidos y peligrosos (ej., aceites), contarán con servicios sanitarios, cocina, lavandería y planta de tratamiento de aguas residuales, todo requerido por el convenio internacional MARPOL 73/78 al cual México está suscrito. Las embarcaciones de apoyo servirán para la perforación y el transporte de combustible y materiales.

Puerto de Tampico, Tamaulipas.

El Puerto de Tampico está ubicado en el noreste de México, a lo largo de 22 Km en ambos márgenes del Río Pánuco, desde su desembocadura al Golfo de México hasta el puente conocido como El Prieto, e incluye áreas de los municipios de Tampico y Ciudad Madero, en el estado de Tamaulipas y de los Pueblo Viejo y Pánuco, en el estado de Veracruz.

Tampico es uno de los principales puertos en la costa este de México, sirviendo de entrada y salida, para productos mineros, petroquímicos, acero, madera y otros productos industriales.

Hoy en día, al ser uno de los puertos con mayor actividad, Tampico cuenta con dos terminales públicas, 6 privadas y 10 patios destinados a la construcción de plataformas marinas de perforación.

El Puerto de Tampico ofrece aproximadamente 20 servicios regulares de líneas navieras que lo enlazan con más de 100 países en todo el mundo incluyendo Canadá, Estados Unidos, Cuba, República Dominicana, Brasil, Venezuela, Europa, Australia y Singapur entre otros.

En lo que se refiere a su proceso de expansión, un elemento clave son sus 44 km. de frente de agua en ambas márgenes del río. La Administración Portuaria Integral de Tampico promueve intensamente el desarrollo de estos territorios, sirviendo de enlace entre inversionistas e instancias federales o estatales involucradas en este proceso de expansión.

Tampico se fundó a petición de Fray Andrés de Olmos y por licencia del Virrey Don Luís de Velasco en 1554. Seis años después se le concedió la categoría de Villa de San Luís Potosí la cual adquiere cierta importancia como puerto de altura. Mediante decreto gubernamental del 12 de noviembre de 1824, fue declarada la nueva ciudad como un puerto marítimo, lo cual ayudo a atraer colonizadores desde todas partes del mundo. Esta migración enérgica favoreció el desarrollo comercial y económico del puerto de la ciudad. Después de la salida de los españoles, el área se repobló; en 1823 el presidente de México Antonio López de Santa Anna otorgo el permiso para fundar la actual ciudad de Tampico con el nombre de Santa Anna de Tamaulipas, que mudo el nombre a Tampico a la caída de Santa Anna.

En 1863 la compañía central de ferrocarril se encargó de construir la primera línea de ferrocarril de San Luís Potosí a Tampico, lo cual comenzó con la construcción de varias instalaciones del puerto, incluyendo escolleras y muelles, el tráfico marítimo sobre un canal de navegación con una profundidad de 28 pies. El primer embarcadero se construyó en 1870; las escolleras y el dragado se complementaron en 1889 incluyendo instalaciones de carga, también fueron construidos 3 almacenes y 4 muelles de 145 metros cada uno, los cuales se concluyeron en 1903.

En ese mismo tiempo importantes campos petroleros empezaron a ser desarrollados en el área, lo que trajo como consecuencia un aumento general en el comercio de la región. En 1914 se formó el Gremio Unido de Alijadores, que 7 años después se constituye en la sociedad cooperativa de la actualidad y operador del Puerto.

Puerto de Tuxpan, Veracruz.

El puerto se localiza en el centro del litoral del Golfo de México, en el Municipio de Tuxpan de Rodríguez Cano, al norte del estado de Veracruz. El recinto portuario se ubica sobre ambas riberas

del río Tuxpan, con un canal de navegación de 11 km, en la margen derecha desde el puente de Tuxpan y, en la margen izquierda, a partir del estero de La Calzada hasta la desembocadura del río.

Tuxpan es un puerto fluvial con un Recinto Portuario preferente en la margen derecha del Río Tuxpan, en Isla de Lobos, Área de Monoboyas y Fondeo y en Chile Frío con una superficie total de 6,407 Ha. entre tierra y agua. Su infraestructura terrestre y marítima requiere de modernización de acuerdo a normas internacionales. En la actualidad cuenta con un calado oficial de 13.10 m (43 pies) en el canal exterior de navegación y 10.05m (33 pies) en el canal interior, contando además con 36 posiciones de atraque entre públicas y privadas, 152 mil m^2 en patios y bodegas y casi 73 mil m^2 en silos y tanques dentro de las áreas de almacenamiento. Tiene 11 instancias de autoridad, 41 cesionarios y 51 prestadores de servicios.

Tuxpan es el puerto comercial y petrolero más cercano a la Ciudad de México y de su área metropolitana (281 km y 2.45 horas). Dos obras de lo han convertido en un Puerto estratégico de conectividad logística a Nivel Internacional: Arco Norte y la Autopista México-Tuxpan.

Tuxpan es un puerto comercial multipropósito, especializándose en el manejo de combustibles petrolíferos de importación destinados al centro del país, así como de granel agrícola y mineral, carga general y fluidos.

También es una plataforma de apoyo logístico a la industria petrolera offshore con 5 terminales y patios de construcción y avituallamiento.

Contando con una extensa zona de influencia primaria de 500 kilómetros, integrada por el Estado de México, CDMX, Hidalgo, Morelos, Veracruz, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Jalisco y Guanajuato; mientras que su zona de influencia secundaria se extiende hasta Nuevo León, Guerrero, San Luis Potosí.

La zona de influencia del Puerto para el movimiento de carga al extranjero está orientada a países como EU, Cuba, Rusia, Canadá, China, Letonia, Ucrania, entre otros. El petróleo de EUA, Holanda, Arabia Saudita y Finlandia.

II.2.2 Programa general de trabajo

La duración máxima de la perforación será de 66 días, y se realizará con el buque de perforación "PACIFIC KHAMSIN", nave de perforación mejorada de doble trayectoria de carga Samsung 12, 000 de diseño dinámico y con capacidad de doble gradiente.

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 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 182 días; por lo que, aunque la duración máxima de la perforación será de 66 días, se podrá realizar durante la vigencia de la autorización. El programa de trabajo se muestra en la Tabla II-2.

Tabla II-2. Programa general de trabajo

Etapa	Meses (2021)																							
	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre			
Movilización de embarcaciones																								
Perforación exploratoria																								
Abandono																								

II.2.2.1 Representación gráfica regional

En el **Anexo 1 del Capítulo I** se presentan las cartas temáticas generadas.

II.2.2.2 Representación gráfica local

En la Figura II-4 se muestra la gráfica local del área del proyecto.

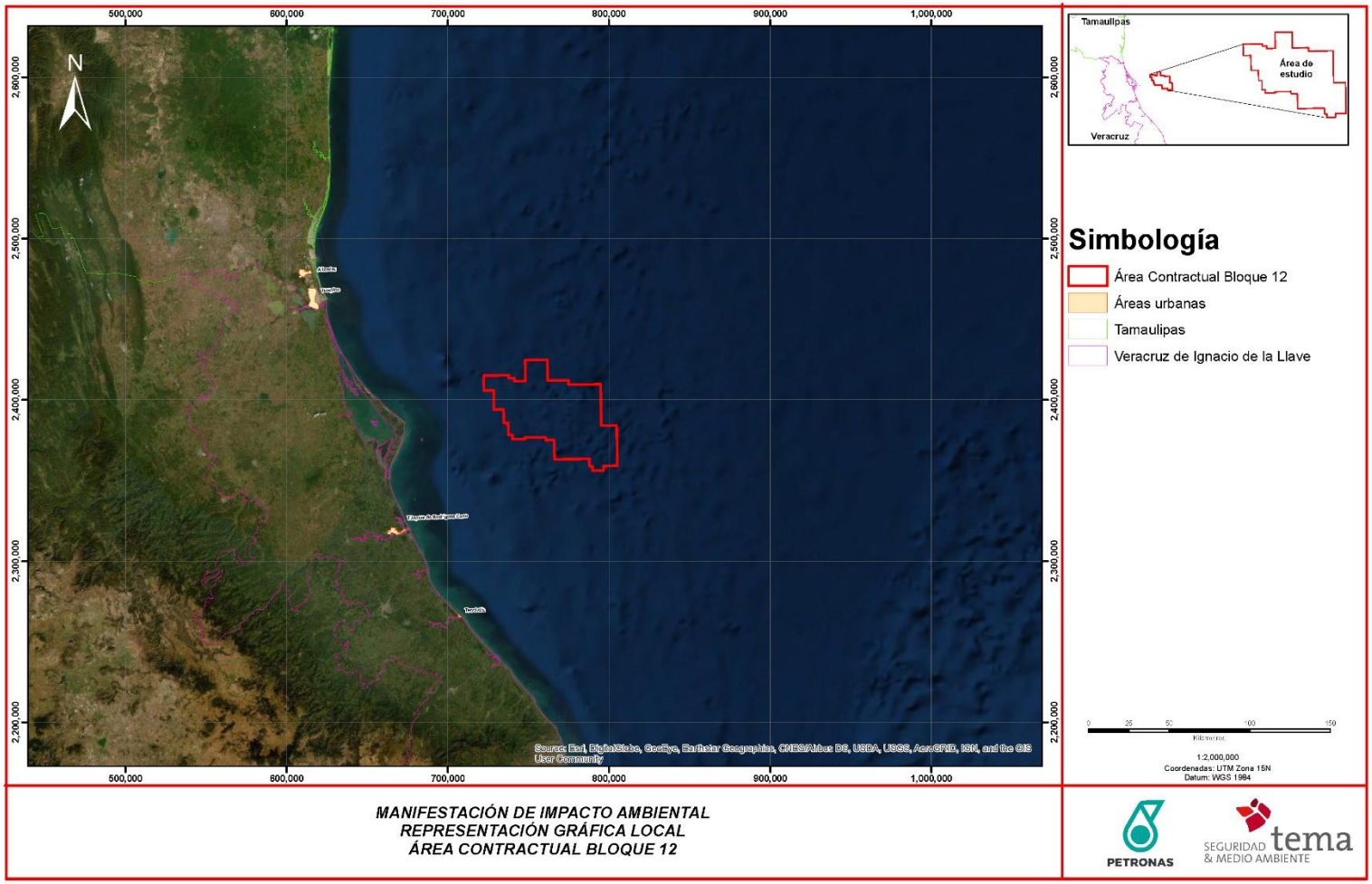


Figura II-4. Representación gráfica local

Fuente: TEMA (2020)

II.2.3 Etapa de Movilización

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 "PACIFIC KHAMSIN" para las operaciones del proyecto.

El buque será rentado por la duración total de la perforación y las pruebas previstas.

La etapa movilización inicia con las gestiones requeridas para la movilización de las embarcaciones al sitio del proyecto y tendrá una duración aproximada de dos semanas.

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 y datos de construcción:

Tabla II-3. Equipos y / o Maquinaria para Perforación (Unidad de Perforación)

Equipo de Perforación	
Criterios de diseño de perforación	
Profundidad máxima de agua	12,000 ft
Profundidad de perforación	40,000 ft
Bombas de lodo - Presión de descarga	7500 psi
Colector de tubo vertical	7500 psi
Colector de estrangulamiento	15000 psi
Colector de cemento	15000 psi
Presión de descarga de la unidad de cemento	15000 psi
18 ¾ "BOP	15000 psi
IBOP	15000 psi
Separador de gas de lodo	15 MMscfd
Máxima carga de elevación de la torre de perforación:	
Centro de pozos principales	2,500 kips
Centro de pozo auxiliar	2,500 kips

Parámetros principales:

Tabla II-4. Especificaciones de la Unidad de Perforación PACIFIC KHAMSIN

Dimensiones Principales	
Longitud total	228 m
Ancho total	42 m
Profundidad del casco	12 m
Apertura de Moonpool	25,6 m x 12,48 m
Peso (barco ligero)	37,700 MT
Calado operativo / desplazamiento relacionado	12 m / 96,000 MT
Proyecto de tránsito / desplazamiento relacionado	8.5 m / 66,500 MT
Calado de supervivencia / desplazamiento relacionado	12 m / 96,000 t
Parámetro de Operación	
Profundidad del agua hasta	12,000 ft
Profundidad de perforación	40,000 ft
Carga de cubierta variable	17,000 MT
Capacidades	
Agua de perforación.	2,500 m^3
Agua potable	1,300 m^3
Gasolina	7,400 m^3
Lodo líquido (activo)	6,702 bbls
Lodo líquido (reserva)	12,579 bbls
Barro a granel	906 m^3
Cemento a granel	528 m^3
Residuos de lodo (tanque de decantación)	3,144 bbls

BBLS: Barril de petróleo

Figura II-5. Buque Tipo para Perforación

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.

El "PACIFIC KHAMSI" es un buque de perforación con capacidad de doble gradiente dual de diseño dinámico de Samsung 12,000, capaz de operar en ambientes moderados y profundidades de agua de hasta 3,657 m (12,000 pies) utilizando un tubo de perforación marino de 18¾ "BOP y 21" OD , adaptado para perforación de gradiente simple y doble.

A continuación se presentan algunas de las especificaciones que contiene el buque. En el **Anexo 5 del Capítulo II**, se presenta la lista de equipos con los que cuenta el buque.

Tabla II-5. Información técnica del buque PACIFIC KHAMSI

Información del Buque Pacific Khamsi		
Información General		
Bandera	Liberia	
Propietario	Pacific Drilling V Ltd.	
Año de Construcción	2013	
Diseño	Samsung 12000 de doble casco	
Constructor	Samsung Heavy Industries, Corea del Sur	
Clasificación	Clasificado por ABS: A1, Drillship, AMS, ACCU, DPS-3, EFP-AM	
Parámetros de funcionamiento		
Velocidad máxima de tránsito:	11,5 nudos	
Condiciones de operación	Ola: 19 pies	Viento: 50 nudos
Condiciones de mantenimiento de la estación:	Ola: 28 pies	Viento: 60 nudos
Condiciones de tormenta:	Ola: 47 pies	Viento: 100 nudos
Profundidad del agua:	Equipado: 3.048 m (10.000 pies)	Máxima: 12.000 pies (3.657 m)
Profundidad de perforación:	Equipado: 35.000 pies (10.668 m)	Máxima: 40.000 pies (12.186 m)
Principales dimensiones/Capacidades		
Longitud	748 pies	228 m
Anchura	137 pies	42 m

Información del Buque Pacific Khamsi		
Profundidad	62 pies	19 m
Calado de transito	28 pies	8.5 m
Calado de operación	39 pies	12 m
Desplazamiento máximo de la carga	105.800 ST	96.000 MT
Carga de cubierta variable - En funcionamiento	18,740 ST	17,000 MT
Carga de cubierta variable - Supervivencia	24,250 ST	22,000 ST
Salmuera / agua de mar	4.000 bbls	640 m^3
Salmuera	15.700 bbls	2,500 m^3
Aceite base	6,200 bbls	1000 m^3
Lodo activo:	6,600 bbls	1,065 m^3
Lodo de reserva	12.400 bbls	2,000 m^3
Lodo de reserva / fluido ascendente	6.200 bbls	1,000 m^3
Lodo de desecho	3.100 bbls	500 m^3
Sacos	10,000 sacos	-
Agua de perforación:	15.700 bbls	2,500 m^3
Agua potable	8.100 bbls	1,300 m^3
Diesel	46.500 bbls	7,400 m^3
Estanterías de tuberías:	Almacenamiento para 3.000 toneladas de tubería de perforación y revestimiento	
Estanterías de ipe:	Almacenamiento para 131 conexiones de 90 pies de longitud, 21" de diámetro exterior del tubo ascendente con 54" de capacidad de flotación	
Almacenamiento en el elevador:	Zona de almacenamiento en popa diseñada para un máximo de 2.500 toneladas de equipos de pruebas de pozos	
Plataforma de aterrizaje:	22,2 x 22,2 octogonal, clasificado para los modelos Sikorsky S61N o S92	
ROV	ROV desplegado sobre el costado, con espacio para una extensión completa a babor y otra a estribor	

Información del Buque Pacific Khamsi	
Moonpool:	25,6 m x 12,5 m (84 pies x 41 pies)
Alojamiento:	200 plazas, 20 de 1 persona y 90 de 2 personas
Pluma del quemador:	1 Cada pluma de quemador de cuello de cisne de 80 pies instalada en la popa del barco
Maquinaria	
Potencia principal:	Motores HIMSEN 6 x 8.000 KW a 720 RPM, que cumplen con la norma Tier 2, cada uno de los cuales impulsa 1 generador ABB de 11kV de 7.760 kW
Distribución de energía:	Sistema de accionamiento de perforación trifásico de 11 kV, 440 V, 60 Hz
Energía de emergencia:	6 motores principales equipados para tareas de emergencia
Grúa:	4 grúas electrohidráulicas de pluma de nudo de 85 MT con un radio de 18 m (59 pies) 1 manipulador de tubos electrohidráulico de 9 toneladas con un radio de 22,3 m (73 pies) en la cubierta de tubos de proa
Mantenimiento de la estación	
Posicionamiento:	Sistema Kongsberg DYNPOS AUTRO para operaciones DP-3
Propulsión:	6 x accionamientos de CA de velocidad variable de 4.500 kW
Impulsores:	6 x Rolls Royce Aquamaster Azimuthing de paso fijo con propulsores extraíbles en el agua
Sistema de referencia:	Doble DGPS o equivalente y sistema hidroacústico de referencia de posición HiPAP
Equipo de perforación	
Grúa	Doble vía de carga principal 1.250 ST auxiliar 1.000 ST, carga máxima combinada 1.750 ST Torre de perforación de 210 pies x 60 pies x 80 pies para manejar tubulares de 135 pies. Bloque de corona con 9 poleas de 72" cada una Tablero de trasiego capaz de trasegar 3 ½" DP hasta 20" de tubería de revestimiento.
Trabajos de obra	2 x NOV Dibujo de oleaje activo, 2.500 kips de engranaje de una sola velocidad accionados por 6 x 1150 HP AC motores con 2 1/8" de línea

Información del Buque Pacific Khamsi	
Rotativo:	1 x NOV RST 755 (75-1/2") hidráulico (principal); 1 x NOV RST 605 (60-1/2") hidráulico (auxiliar)
Alta velocidad:	2 x NOV TDX-1250, 1.250 ST de elevación, 1.200 ST de rotación, par de 90.740 ft.lbs
Bloque móvil:	2 x NOV 2,500 kips, 8 x 72" sheaves
Bombas de lodo:	4 x NOV 14-P-220, 7,500 psi
Salmuera HP - Unidad de cementación DGD:	3 x NOV 14-P-220, 7.500 psi
Unidades de cementación	Servicios de terceros - Schlumberger CPS-977, control remoto, LAS
Agitadores de esquisto:	7 de cada agitador de pizarra NOV Multi size Triple Deck
Desgasificador:	2 x desgasificador de vacío Brandt DG-12
Centrífugas:	Espacio disponible para 2 x centrífugas Brandt HS 2172
Tubo de perforación:	10.000 pies de sarta de aterrizaje de tubería de revestimiento de 6,5/8" con conexiones cónicas de 6,5/8" FH-45º, V-150, pared de 1,093, 10.000 pies de sarta de perforación de 6,5/8" con conexiones FH de 6,5/8" S-135, grosor de pared de 0,625 10.000 pies de sarta de perforación de 6,5/8" con conexiones FH de 6,5/8" S-135, grosor de pared de 0,522 10.000 pies de sarta de perforación de 6,5/8" con conexiones FH de 6,5/8" S-135, espesor de pared de 0,362 10.000 ft 5,7/8" Sarta de perforación con conexiones 585 Turbotorque, S-135, 0,361" de espesor de pared 3.500 ft 4.1/2" Sarta de perforación con conexiones XT43, S-135, 0.430" de espesor de pared
Collares de perforación / HWDP:	12 x 9 ½", 30 x 8 ¼", 30 x 6 ¾" / 34 x 6.5/8" HWDP, 40 x 5.7/8" HWDP
Manipulación de tubos	Equipada para facilitar la manipulación de tubos fuera de línea con un sistema compuesto por 2 x Sistema Hydra-Racker HR-IV (para tubulares de 3,1/2" a 20") 2 x Hydratong MPT-200 (para tubulares de 3,1/2" a 9,3/4")

II.2.4 Etapa de Perforación Exploratoria

Pozos a perforar

Como prospecto principal se contemplado la perforación del pozo denominado Sayulita-1EXP ubicado en las coordenadas Coordenadas de ubicación de la instalación. (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP Para este pozo se requiere una superficie (lecho marino) de 1 m^2.

Como segundo prospecto se considera el pozo Álamos -1EXP, y como tercer prospecto Adelta-1EXP, ambos aun sin ubicación.

A continuación, se indica las profundidades de agua para los pozos.

Tabla II-6. Profundidad de agua

Nombre del Prospecto	Profundidad de la Columna de Agua (mTVDSS)
Sayulita-1EXP	1,475 – 1,575
Álamos-1EXP	1,925 – 2,025
Adelta-1EXP	1,600 – 1,700

La profundidad de los objetivos son las siguientes.

Tabla II-7. Profundidad de objetivos

Nombre del Prospecto	Objetivo	Profundidad Objetivo (mTVDSS)
Sayulita-1 EXP	Mioceno Intra Superior 2	3,240 – 3,320
	Mioceno Medio	3,400 – 3,460
Álamos-1EXP	Mioceno Intra Superior	3,395 – 3,430
	Mioceno Medio	3,700 – 3,780
	Mioceno Inferior	3,990 – 4,030
Adelta-1EXP	Mioceno Intra Superior 2	2,475 – 2,530
	Mioceno Inferior	3,800 – 3,860

Las profundidades totales programadas son las siguientes:

Tabla II-8. Profundidad de objetivos

Nombre del Prospecto	Profundidad Objetivo (mTVDSS)
Sayulita-1EXP	3,550 – 4,650
Álamos-1EXP	5,500 – 5,600
Adelta- 1EXP	3,750 - 3850

La posible columna geológica para el Pozo Sayulita-1EXP y Álamos-1EXP se muestra a continuación.

Tabla II-9. Posible columna geológica Sayulita-1EXP y Álamos-1EXP

Horizonte	Profundidad (mTVDSS)
Sayulita-1EXP	
Fondo del Mar	1,532
Plioceno	1,574
Mioceno Superior	2,177
Mioceno Intra Superior 1	2,882
Mioceno Intra Superior 2	3,274
Mioceno Medio	3,432
Álamos-1EXP	
Fondo del Mar	1,940
Plioceno	2,050
Mioceno Superior	2,721
Mioceno Intra Superior	3,413
Mioceno Medio	3,742
Mioceno Inferior	4,001
Oligoceno Superior	4,550
Eoceno Superior	5,188
Eoceno Intra Superior	5,500

II.2.4.1 Objetivos y profundidad programados

La profundidad objetivo del prospecto Sayulita-1EXP es el Mioceno Intra Superior y Mioceno Medio.

Adicionalmente, de pozos exploratorios recientes, el Oligoceno y el Eoceno tienen potencial para ser buenos yacimientos y pueden ser seleccionados como objetivos secundarios. Sin embargo, esto se decidirá después de haber realizado evaluaciones geológicas, económicas y operacionales completas en el Área Contractual.

Tipo de hidrocarburo esperado

Los tipos de hidrocarburos son aceite mediano/ligero, de 25 a 38°API.

Programa preliminar de toma de información

Una posible recopilación de datos de subsuelo para el prospecto Sayulita-1EXP será el siguiente:

Registros MWD/LWD: registros de evaluación de formación (rayos gamma del espectro, registros acústicos, resistividad, registros acústicos, espectroscopia elemental, registros de imágenes, resonancia magnética nuclear, registros de perfil sísmico vertical/control, núcleos de pared lateral giratorios, presión de la formación y muestras).

Pruebas de PVT: Pruebas de PVT para muestras de petróleo y gas recuperadas por cable.

Muestreo geoquímico: muestras (lavadas y secas, sin lavar), isotubos, isojarras, análisis de gas del espacio de cabeza.

Núcleo: Núcleo de pared lateral para los intervalos del yacimiento, seguido de una rutina completa de análisis del núcleo (petrografía de sección delgada y análisis de difracción de rayos X) y posiblemente un análisis especial del núcleo (SCAL).

No hay ningún plan para llevar a cabo un núcleo de diámetro completo (convencional) y pruebas de producción / entrenamiento en este pozo.

Escenarios de incorporación de reservas.

Como se ha indicado anteriormente, el rango esperado de incorporación de reservas para Sayulita 1EXP está entre 59 y 373 MMB, siendo el escenario bajo de 59 MMB, el escenario medio de 170 MMB y el escenario alto de 373 MMB.

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

En el caso de éxito exploratorio, el estimado tentativo es de 12 pozos de desarrollo, 6 pozos de inyección de agua y 2 pozos de inyección de gas.

Para efectos del presente estudio, 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 12.

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.

El plan de perforación considera dos escenarios posibles en términos de resultados de perforación:

- Independientemente de si los pozos contienen hidrocarburos o no, todos se taponearán.
- En caso de que no se encuentren hidrocarburos, los pozos se abandonarán de manera permanente.

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 Sayulita-1EXP. En caso de no resultar productor se cuenta con los prospectos Álamos-1EXP y Adelta-1EXP.

La perforación exploratoria se realizará utilizando el buque de perforación "PACIFIC KHAMSI" con capacidad de doble gradiente dual de diseño dinámico de Samsung 12,000 de ruta de carga dual mejorado, capaz de operar en ambientes moderados y profundidades de agua de hasta 3,657 m (12,000 pies) utilizando un tubo de perforación marino de 18¾ "BOP y 21" OD , adaptado para perforación de gradiente simple y doble.

Los puertos que se consideran para las operaciones son: Tuxpan, Veracruz y Tampico, Tamaulipas.

El pozo exploratorio se perforará utilizando el buque de perforación "PACIFIC KHAMSI" de acuerdo con el esquema de pozo presentado en la siguiente figura, que muestra las profundidades, las dimensiones, los diámetros de las perforaciones y los revestimientos, los gradientes de fractura esperados, los fluidos de perforación que se utilizarán y otras características del pozo.

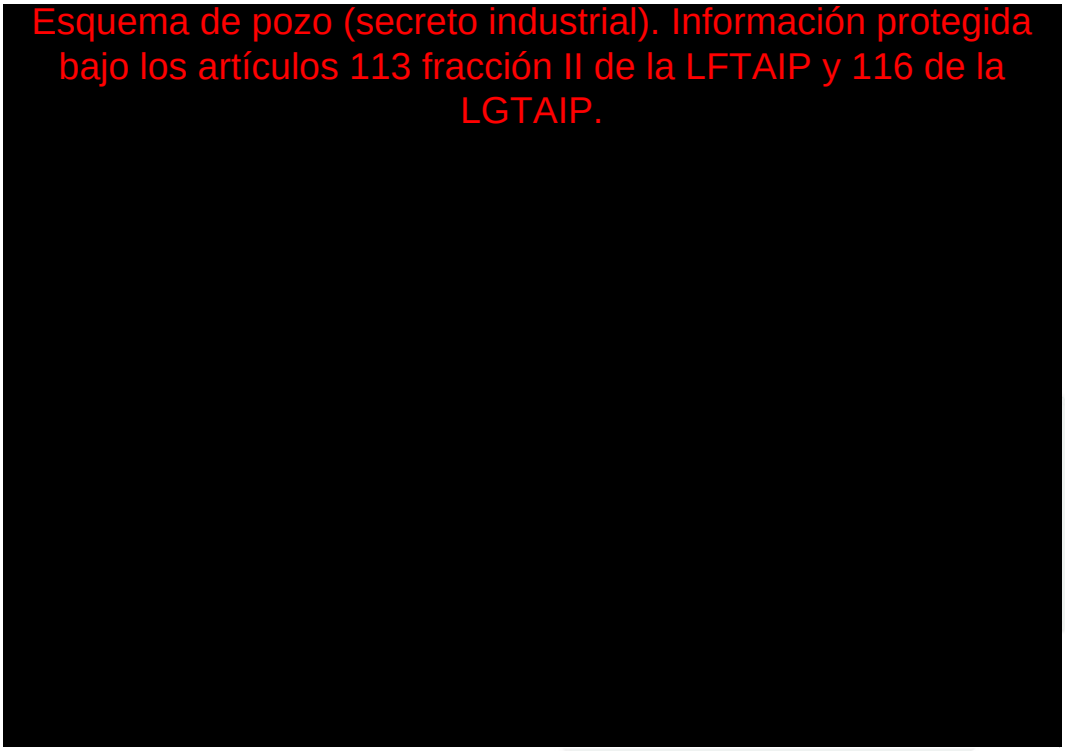


Figura II-6. Esquema del Pozo Sayulita 1-EXP

Tabla II-10. Características del Pozo Sayulita-1EXP

Formación	Profundidad (TVDDF)
Conductor de 36 "	1617
Carcasa de 22 "	2,574
Carcasa de 14	3,227
Revestimiento de 12 1/4 "	3,594

II.2.4.2 Descripción de secciones de perforación

Conductor de 36".

El tirante de agua en el sitio es de 1,532 m, a partir de esa profundidad y hasta los 1,617 m de profundidad vertical la Tubería de Revestimiento (TR) a emplearse será de 36". Los objetivos de la tubería en esta etapa son proporcionar suficiente capacidad de sujeción axial para soportar la TR conductora de 22" durante e inmediatamente después del trabajo de cementación de esta TR. Proporcionar una estructura de soporte para el cabezal del pozo para minimizar el riesgo de

formación de hidratos de gas libres en los conectores del cabezal del pozo. Por último, proporcionar una resistencia adecuada en la zapata para permitir la perforación sin *riser* hasta 415 m BFM (metros debajo del fondo marino) sin necesidad de emplear lodo de perforación.

En esta etapa se empleará como fluido de perforación a base de agua de mar y baches viscosos. No se requerirá cemento ni habrá un manejo de presión durante la perforación (MDP).

Cabe mencionar que el lodo y los cortes serán descargados en el lecho marino debido a la sección sin elevador.

Tubería de Revestimiento Superficial de 22"

La TR de 22" se empleará hasta una profundidad máxima de 2,574 m y tendrá las siguientes funciones principales:

a. Asentar la zapata de 22" en el tope de la Falla ubicada a los 2,657 m.

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 Mioceno Superior.

e. Proporcionar suficiente capacidad de sujeción axial para soportar los revestimientos de perforación de 14 " antes, durante e inmediatamente después de la cementación de estos.

f. Proporcionar un pozo estable para realizar toma de registros para evaluación de la formación en el intervalo del Mioceno Superior.

El fluido de perforación a emplear será del tipo agua de mar.

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

Tubería de Revestimiento Intermedia de 14"

El revestimiento de 14" llegará hasta una profundidad de 3,227 m y el objetivo principal de esta TR es obtener suficiente integridad en la zapata de 14" para soportar la rampa de presión de los objetivos Mioceno intra superior y Mioceno medio, así como permitir emplear un método de perforación adaptativo a través del manejo de presión durante la perforación (por sus siglas en inglés MPD) y la perforación con densidades de lodo mínimas en la zona de pérdida potencial del Mioceno Bajo.

El fluido de perforación a emplear será sintético y se dará un manejo de la presión de perforación. En esta etapa ya se contará con el *riser* completo el cual permitirá la recuperación del lodo sintético. Sin embargo, si PC Carigali obtiene la aprobación del permiso de descarga sólo descargará el corte perforado cumpliendo con cantidades menores de 6.9 % de aceite base húmeda, con base a los límites establecidos por la EPA (US EPA, 2000) y las políticas y normativas internas de la compañía (PETRONAS, 2017).

- **Medidas de mitigación durante la perforación del Pozo**

Durante la perforación del pozo Sayulita-1EXP se pueden presentar diversos escenarios o contratiempos que comprometan el pozo. De acuerdo con lo anterior PC Carigali mitigará dichas situaciones en cada etapa como se presentará a continuación. Es importante considerar que estas acciones de mitigación están enfocadas a las actividades de perforación por lo que no se incluyen medidas de mitigación para posibles impactos ambientales en esta sección.

Conductor de 36".

Durante esta etapa se seguirán las siguientes medidas preventivas.

Tabla II-11. Posibles problemas durante la perforación en el conductor de 36".

Escenario	Mitigación
Flujo somero de Gas/Agua	Perforar el pozo en un área "segura" de acuerdo al análisis de riesgos someros. Monitorear continuamente con ROV (Vehículo Operado Vía Remota) algún posible flujo, tener preparados lodo pesado para bombear en caso de ser necesario. Este tipo de lodos tienen la característica de tener una densidad lo suficientemente alta como para producir una presión hidrostática en el punto de afluencia en un pozo y cortar el flujo. Debe poder disponerse rápidamente de lodo pesado cuando se necesita para evitar la pérdida de control del pozo o una explosión. Esto normalmente se hace densificando parte del lodo en el sistema o en almacenamiento mediante la adición de barita.
Imposibilidad de inyectar el conductor por suelos duros (considerado poco probable)	Tener un arreglo de fondo de pozo (BHA por sus siglas en inglés) de 42" y zapata de 36" en caso de requerir perforar y cementar conductor.
Fractura y emanación de lodo en el fondo marino durante jeteo	Perforar con bajas tasas de bombeo para evitar fracturar debido a formaciones suaves bajo el fondo marino

Escenario	Mitigación
Inclinación del conductor mayor a 5 grados debido a echados	Monitorear ángulo durante la inyección, reposicionar equipo si es necesario utilizar coordenada alternativa.
Logística de materiales, insuficiencia de capacidad en presas de lodo	Contratar buque y barcos suplidores con adecuada capacidad de almacenamiento de lodos. Desarrollar plan de manejo de las presas. Usar baches viscosos para liberar espacio en presas para mantener y mezclar lodo para P&D

Tubería de Revestimiento 22"

Las medidas a seguir por el Regulado para TR de 22" serán las siguientes:

Tabla II-12. Posibles problemas durante la perforación en el conductor de 22"

Escenario	Mitigación
Flujo somero de gas/agua	Perforar el pozo en un área "segura" de acuerdo al análisis de riesgos someros Monitorear continuamente con ROV algún posible flujo, tener preparados lodo pesado para bombear en caso de ser necesario. Tener coordenada alternativa
Fractura y emanación de lodo en el fondo marino	Dejar reposar el conductor de 36" para asegurar buen sello entre conductor de 36" y el fondo marino
Inclinación del pozo mayor a 5 grados debido a echados	Monitorear ángulo durante la perforación, tomar *survey* cada ligada (mínimo), perforar con BHA con RSS para mantener verticalidad
Logística de materiales, insuficiencia de capacidad en presas de lodo	Contratar buque y barcos suplidores con adecuada capacidad de almacenamiento de lodos. Desarrollar plan de gerenciamiento de las presas. Usar baches viscosos para liberar espacio en presas para mantener y mezclar lodo para P&D.
Dificultad para obtener retornos de cemento en superficie	Usar lechadas de cemento ligeras Tener suficiente cemento para exceso
Embolamiento de barrena	Considerar bombeo de baches con cascara de nuez para limpiar barrena
Empacamiento por recortes	Monitorear limpieza mediante APWD Usar píldoras viscosas para ayudar a la limpieza Máximas tasas de bombeo permitidas durante la perforación

Para el liner de 14" se tendrá en consideración lo presentado a continuación.

Tabla II-13. Posibles problemas durante la perforación en la última

Escenario	Mitigación
Perforabilidad baja, embolamiento de la barrena	Usar fluido base aceite (Sintético)
Perdidas de circulación por filtración en la formación	Mantener 15 lb/gal de LCM en el sistema de lodo Desarrollar plan para uso de LCM Asegurar suficiente stock de LCM y químicos en el buque.
Pobre limpieza de agujero, derrumbes, empacamiento	Monitorear limpieza mediante el uso de APWD. Usar software para correr hidráulicas y establecer parámetros adecuados Mantener reologías bajas. Monitorear cantidad de recortes en las temblorinas o zarandas vibratorias. Circular pozo en cada conexión si es necesario. Maximizar la tasa de bombeo

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.

II.2.4.3 Requerimientos de insumos

Energía eléctrica

La electricidad será generada por moto generadores que operan con diésel y que estarán instalados en el barco de apoyo. Se estima que el consumo será de 250 KW/hora. Los equipos y capacidades se indican en la Tabla II-14.

Tabla II-14. Equipos y capacidad de generadores de electricidad

Equipo	Capacidad (kW/h)	Cantidad
Generador de 3 fases con motor diésel	400 o 450	1
Generador de emergencia	30	1
Generador portátil	75 a 250	2

Combustible

El combustible empleado para todas las embarcaciones, incluyendo buques, será de tipo Diésel marino con bajo contenido de azufre (0.5-0.8%). Para la recarga inicial de los tanques de almacenamiento de combustible se acudirá al puerto de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz.

El abastecimiento de combustible se realizará cada cuatro semanas por medio de embarcaciones de apoyo con capacidad de 500 m^3. El consumo de combustible calculado se encuentra en el orden de 2.65 m^3 por día, dependiendo de la velocidad de la embarcación y las operaciones realizadas.

Agua

El proyecto contempla la utilización de agua para el uso y servicio de la tripulación, misma que será desalinizada a bordo del buque.

Se hará uso de tres (3) equipos auxiliares (EA) de desalinización con sistema de conversión de agua marina en potable mediante destilación al vacío, modelo: D-PU-2-36-C (AS)100/125. La tasa de producción alcanza los 80 m^3/día. La capacidad de almacenamiento del buque consta de dos tanques, uno de 476 m^3 y el segundo con 469.3 m^3.

La cantidad de agua de mar utilizada para el uso y servicio y de rechazo, se presentan en la Tabla II-II-15.

Tabla II-II-15. Agua de mar consumida y de rechazo

Agua de mar	m^3/h
Cantidad de aguade mar utilizada	72 - 88
Cantidad de agua de rechazo (salmuera)	40 - 110

El agua de mar a destilar se evapora a una temperatura de alrededor de 70°C cuando pasa entre las placas del intercambiador de calor. La temperatura de ebullición corresponde a un vacío de alrededor del 70%, que es mantenido en la primera etapa por un eyector de salmuera/aire. El vapor generado pasa a través de un desempañador donde cualquier gota de agua de mar arrastrada en el vapor es removido y removido al fondo de la cámara de destilación.

El vapor se conduce a través de un tubo de conexión al intercambiador de calor inferior en la segunda etapa donde es condensado en agua dulce. Durante la condensación, el calor de la evaporación se transfiere al agua de alimentación (salmuera) obtenida en la primera etapa. La salmuera hierve a una temperatura de unos 45°C, lo que corresponde a un de alrededor del 90%, que se mantiene en la segunda etapa por el eyector combinado de salmuera/aire.

Al igual que en la etapa uno, el vapor generado pasa a través de un desempañador para eliminar cualquier partícula del agua de mar arrastrada, que se recoge en el fondo de la cámara de destilación de la segunda etapa. El vapor continúa luego hacia el intercambiador de calor superior en la etapa dos, donde se condensa en el agua.

El calor transferido al agua de mar utilizado para enfriar el condensador se utiliza empleando una parte del agua de salida del condensador como alimento para la primera etapa.

El buque contará con tres plantas desalinizadoras, 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.

Sustancias en perforación y mantenimiento

Durante la perforación exploratoria se utilizarán químicos para mantener las propiedades de los lodos de perforación y los cuales se enlistan en la Tabla II-16.

Tabla II-16. Sustancias químicas utilizadas

Sustancia	Cantidad Toneladas
Recortes	1,412
Bentonita	504.53
Barita	1,155.10
Limo	0.48
Bicarbonato de sodio	2.07
Dou vis	13.45
Sosa caustica	18.35
Myacide 25GA	5.97
Cloruro de sodio	1,59.80
Defoam X	1.1
Olefina Interna -IO 16/18 Base Aceite	5.50
Agua	2.10
Cloruro de Calcio 90%	2.28
Suremul	0.39
Surewet	0.06
VG-plus	0.58
Limo	0.32
Versatrol	0.04
Suremod	0.18
Rheflat	0.11
$CaCO_3$	0.32
Sello de grafito G	0.32
FLC 2000	0.32
Cemento clase H	3.00
Productos químicos de cementación	0.30

En el **Anexo 1 del Capítulo II** se incluye las hojas de seguridad de las sustancias utilizadas.

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.

II.2.5 Abandono

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 los pozos contienen hidrocarburos o no, todos se taponearán. En caso de que no se encuentren hidrocarburos, los pozos se abandonarán 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 va a ser abandonado en forma permanente, las tuberías de reabastecimiento serán cortados debajo del nivel del fondo marino, de acuerdo con los lineamentos de la CNH.

Desmovilización de embarcaciones y equipo

Una vez que las actividades de exploración lleguen a su fin y los pozos sean taponeados de manera permanente, se procederá a la desmovilización del equipo de perforación, que tendrá una duración de 1 día.

II.2.6 Residuos, descargas, emisiones

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.

II.2.6.1 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.

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; están serán aguas tratadas que por sus condiciones cumplen con la legislación mexicana (NOM-001-SEMARNAT-1996) y con los convenios internacionales en relación con vertimientos. El segundo tipo de descarga será el de residuos orgánicos triturados (NOM-149-SEMARNAT-2006).

A continuación, se presenta un estimado de los residuos que las embarcaciones podrían generar.

Tabla II-17. Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos

Tipo de residuo		Cantidad	(Ton/mes)	Ton/año
Residuos sólidos urbanos	Residuos orgánicos	9.7 kg/persona/día	0.0097	0.1164
	Plástico no reciclable y envases	30 kg/mes	0.03	0.36
	Vidrio y madera	10 kg/mes	0.01	0.12
	Cartón /Papel	23 kg/mes	0.023	0.276
	Desperdicios metálicos	153 kg/mes	0.153	1.836
	Residuos especiales (electrónicos, cables, etc.)	3 kg/mes	0.003	0.036
Residuos de manejo especial	Fluidos de Perforación*	-	93.13	1 117.5
	Recortes de Perforación	-	93.13	1 117.5
	Cemento residual *	-	50	600
Residuos peligrosos	Aceite (lubricantes, crudo, máquinas/hidráulico)	15,500 kg/mes	15.5	186
	Químicos (solventes, pinturas, aditivos)	11,100 kg/mes	11.1	133.2
	Misceláneos peligrosos (baterías, aerosoles, filtros contaminados)	10,000 kg/mes	10	120

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

II.2.6.1.1 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 el cual bombea el agua colectada a diferentes presiones de aire. Posteriormente estas aguas serán tratadas por una planta de tratamiento Super Trident ST-C modelo: Hamworthy/ST1A-C o similar.

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-1996 antes de que se descarguen por la borda, evitando la contaminación de las aguas portuarias y costeras y de las vías navegables interiores.

La unidad de tratamiento de aguas residuales consta 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 II,** 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 a lo establecido en la legislación nacional (NOM-001-SEMARNAT-1996) 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.

II.2.6.1.2 Generación de residuos

Todo residuo derivado de las actividades de perforación exploratoria será almacenado y dispuesto de acuerdo con la normatividad aplicable. Los instrumentos legales aplicables al proyecto en materia de residuos se explican en detallan en el Capítulo III de este estudio. Sin embargo, en cuanto a los listados de residuos generados por el proyecto, éstos se enlistan a continuación.

II.2.6.1.2.1 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 a un 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.

- ***Residuos de recortes de perforación***

Se planea perforar las secciones superiores del pozo con lodo a base de agua (WBM). Mientras que la perforación de las secciones más profundas se realizará con lodo con base sintética (SBM).

Para el presente caso, se plantea que la disposición final de los recortes resultantes: 1) se dispongan en tierra o 2) se viertan en el mar.

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).

La descripción del manejo final de estos residuos ya sea en tierra o su vertimiento en el mar, se describe en el apartado **II.2.6.4.1** (Manejo de residuos provenientes de perforación).

A continuación, 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 II-18. Residuos provenientes de la perforación exploratoria

Sección de perforación	Total de recortes (Toneladas)	Olefina Interna **- IO 16/18** Base aceite (Toneladas)
36 "	141	0
26 "	832	0
17 ½ "	337	4.4
12 ¼ "	101	1.36

II.2.6.1.2.2 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 permanente. Las descargas serán tratadas previo a su descarga y contarán con su autorización para descarga emitido por la CONAGUA.

II.2.6.2 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 (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_X), dióxido de azufre (SO_2), metano (CH_4) 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 al tipo de combustible y al uso total estimado. No se usará "*flares*" durante la fase exploratoria de la perforación.

II.2.6.3 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 super tanques, 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.

II.2.6.4 Manejo de residuos, 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.

II.2.6.4.1 Manejo de residuos provenientes 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, los cuales 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 "ROC" (Retention 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, PC Carigali cuenta con dos posibles escenarios:

1) Cero descargas:

De acuerdo con la legislación vigente, el proyecto 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 recortes de recortes de perforación al mar

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).

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, como se señala en el apartado II.2.6.1.2.1, (Residuos de recortes de perforación).

La viabilidad del modelo se describe en el siguiente apartado.

II.2.6.4.1.1 Modelado DREAM para la descarga de recortes de perforación

Para la evaluación del impacto de la descarga al mar de los recortes de perforación se utilizó el modelo DREAM (Dose Related Risk and Effects Assessment Model), que 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 planificadas.

El análisis comprende la temporada de agosto a octubre. El reporte de simulación de vertimiento de recortes de perforación se presentan el **Anexo 3 Capitulo II**.

La metodología DREAM 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 de determinación del EIF se basa en un enfoque PEC/PNEC, en el que la concentración ambiental prevista (PEC) para cada compuesto descargado o estresante se compara con una concentración prevista sin efecto (PNEC) para ese mismo compuesto o estresor.

Para calcular el EIF en la columna de agua y en los sedimentos, las sustancias específicas y/o fuentes de estrés son traducidas a una probabilidad de riesgo, utilizando como criterio de corte al 5% de la probabilidad de riesgo (Figura II-7).

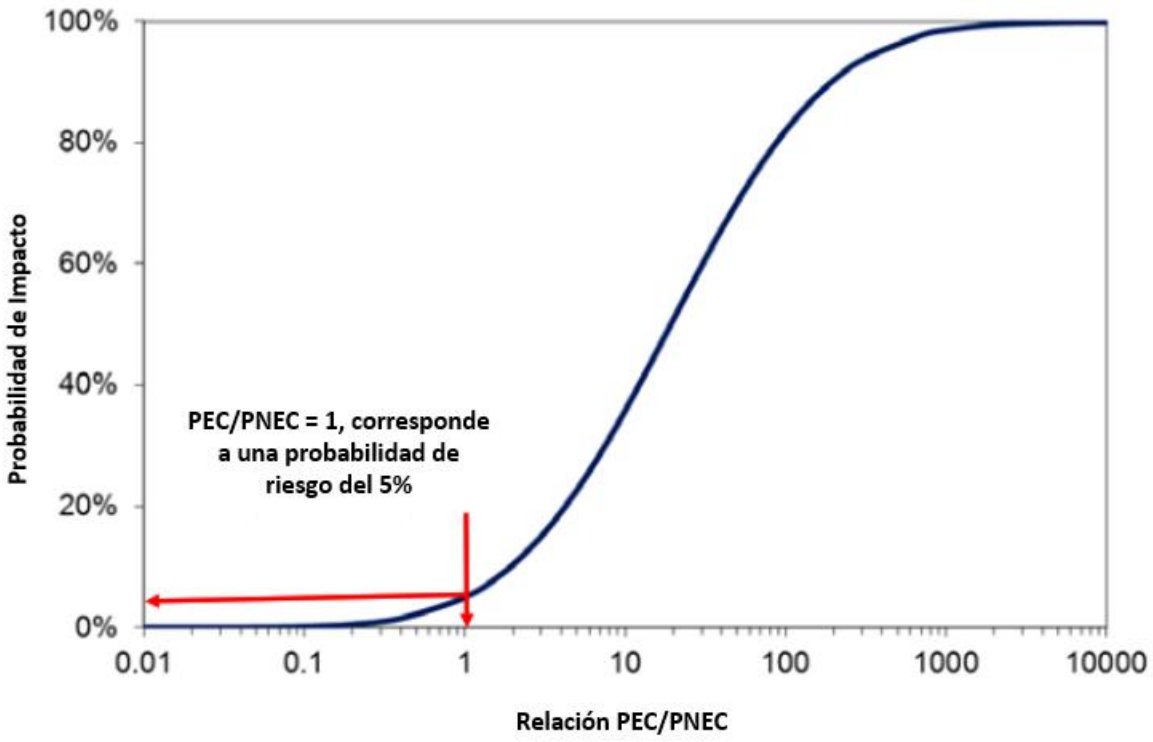


Figura II-7. Relación entre la relación PEC/PNEC y la probabilidad de riesgo (en %).

Un valor mayor a este porcentaje implica que una especie seleccionada al azar en el medio ambiente está expuesta a un riesgo que excede 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. Esto implica que cuando el PEC/PNEC es igual a 1, la probabilidad de riesgo es igual al 5%; lo cual, en términos prácticos de una categorización más general, es considerado como bajo.

Con base en lo anterior, se utilizó el modelo para calcular el EIF derivado de la descarga de recortes de perforación para la columna de agua y sedimentos, considerando las siguientes fuentes de estrés.

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.

Fuentes de estrés para sedimentos:

1) toxicidad causada por metales y productos químicos depositados.
2) el 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.

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. Los datos de entrada correspondientes a las actividades propias de la perforación se presentan en la Tabla II-II-19.

Tabla II-II-19. Volúmenes de descarga en la simulación

Sección de perforación	Total de recortes (Toneladas)	Olefina Interna - IO 16/18 Base aceite (Toneladas)
36 "	141	0
26 "	832	0
17 ½ "	337	4.14
12 ¼ "	101	1.36

* El aceite base sintético se adhiere a los recortes y se descarga al mar

- ***Resultados en la columna de agua***

En la Figura II-8 y Figura II-9, se presenta el porcentaje de aportación del riesgo máximo de cada uno de los componentes utilizados en la perforación.

La columna de agua superior tuvo un EIF de 14, 514 durante el periodo de simulación, siendo la Bentonita la que presenta un mayor porcentaje (56 %). En tanto la columna de agua inferior tuvo un EIF de 23, siendo la Barita (88%) el compuesto que más aporta al riesgo.

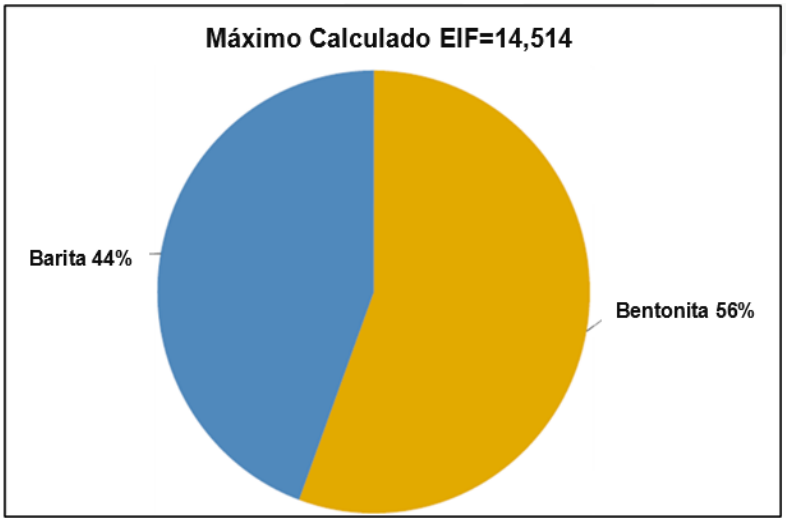


Figura II-8. EIF calculado para la columna de agua inferior.

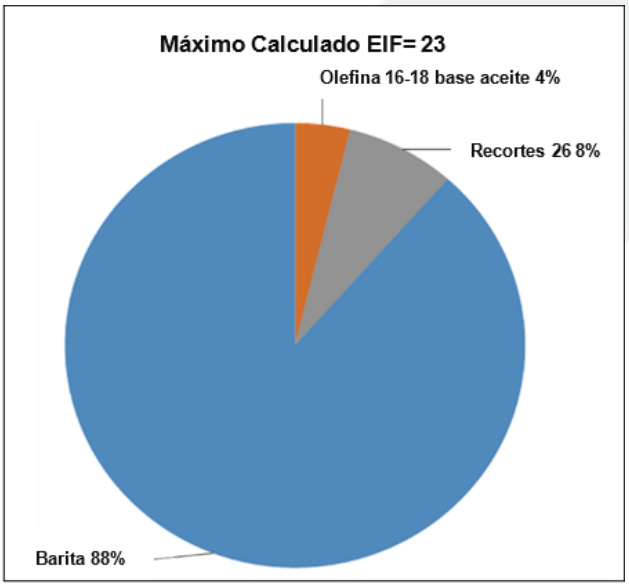


Figura II-9. EIF calculado para la columna de agua superior.

A pesar de que existe un impacto ambiental en la columna de agua, este se encuentra acotado a periodos muy cortos de tiempo (Figura II-10 y Figura II-11). Para la columna de agua inferior el EIF es puntual y se manifiesta principalmente del día 7 al 16. Mientras que en la columna de agua superior únicamente se manifiesta del día 18 y 21.

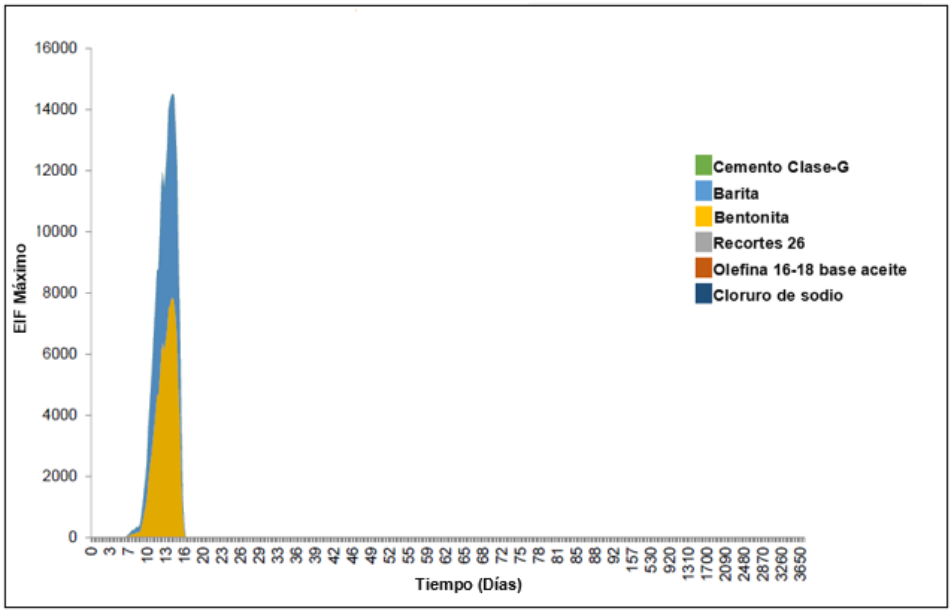


Figura II-10. Comportamiento del EIF en el periodo de simulación para la columna de agua inferior

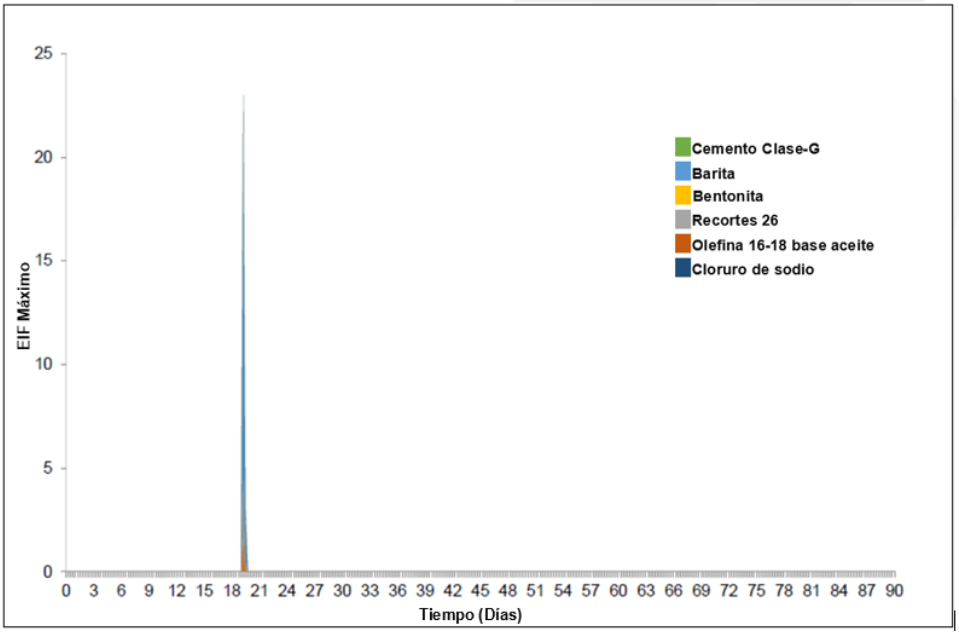


Figura II-11. Comportamiento del EIF en el periodo de simulación para la columna de agua superior

Distribución espacial del riesgo.

La Figura II-12 y Figura II-13 se presenta el período simulado, hay riesgos en la parte inferior y superior de la columna de agua. Además, se presenta un corte vertical con la profundidad y espesor con un factor de impacto ambiental >1.

El riesgo máximo en la columna de agua inferior se extiende desde el pozo radialmente al noreste y hasta 6.3 kilómetros. El corte vertical muestra un espesor de aproximadamente 20 metros en la columna de agua total (1700 m - 1800 m). El riesgo máximo se extiende sobre un área de 6, 632.80 hectáreas para la columna de agua inferior, lo que representa el 2.11% del Área Contractual total.

El riesgo máximo en la columna de agua superior se extiende 247 metros desde el pozo y hasta 427 metros al noroeste. El corte vertical muestra un espesor de aproximadamente 8 metros en la columna de agua total (0 m - 500 m). El riesgo máximo se extiende sobre un área de 3.49 hectáreas para la columna de agua superior, lo que representa el 0.001% del Área Contractual total.

Por lo tanto, se considera que el riesgo máximo es puntual en la columna de agua superior e inferior, ya que la superficie y principalmente el volumen de agua es muy bajo en proporción al Área Contractual.

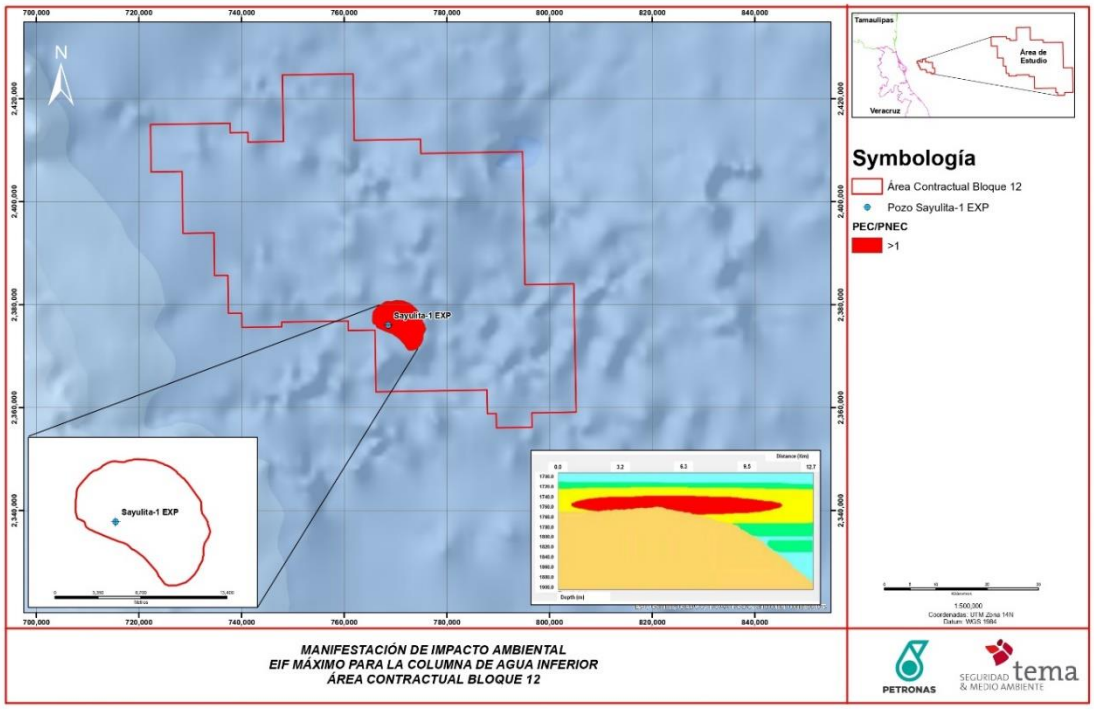


Figura II-12. Distribución espacial del máximo EIF en columna inferior.

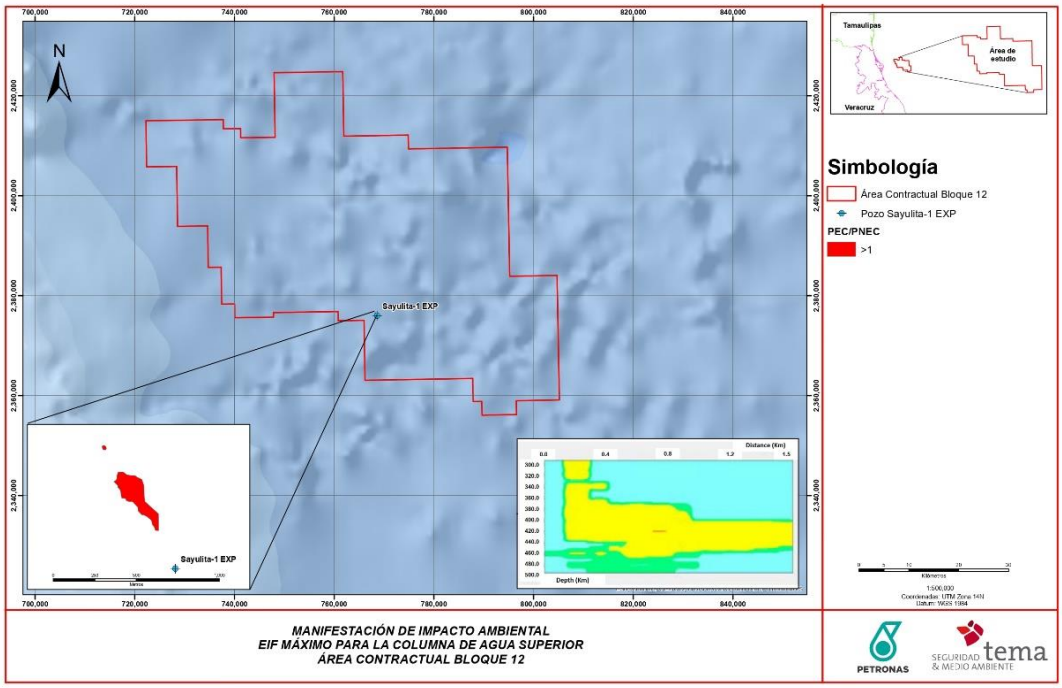


Figura II-13. Distribución espacial del máximo EIF en columna superior.

- ***Resultados en sedimentos***

De todos los componentes que añaden valor al riesgo en los sedimentos (cloruro de sodio, aceite base de olefina 16-18, espesor, disminución del oxígeno y tamaño del grano) la mayor contribución del riesgo proviene del tamaño del grano, que constituye el 50% del total del EIF (

Figura II-14).

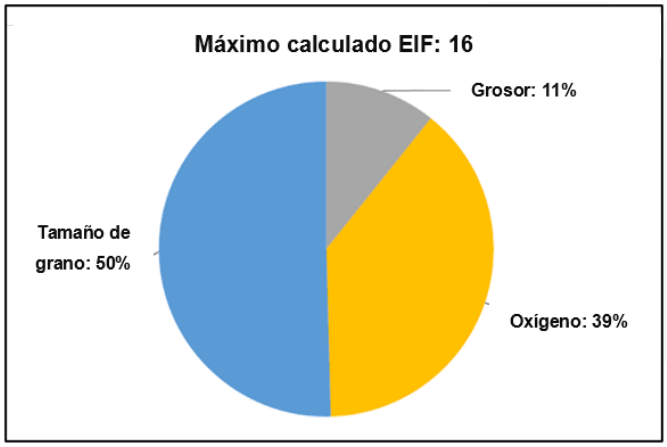


Figura II-14. EIF calculado y aporte de las sustancias al riesgo para sedimentos (Agosto – Octubre)

La Figura II-15 muestra el desarrollo temporal del EIF para el sedimento del Área Contractual 12. El área afectada en el fondo marino es mayor al final de la simulación de transporte y destino, poco después de que el módulo de sedimentos comience. Después de eso, el lecho marino comenzará a ser restaurado y el área (EIF) se reducirá. Alrededor del día 21, hay un aumento del EIF causado principalmente por el tamaño del grano. Sin embargo, después del día 110 el EIF alcanza un pico que se mantiene hasta el día 350 y a partir de este punto el factor disminuye casi exponencialmente con el tiempo.

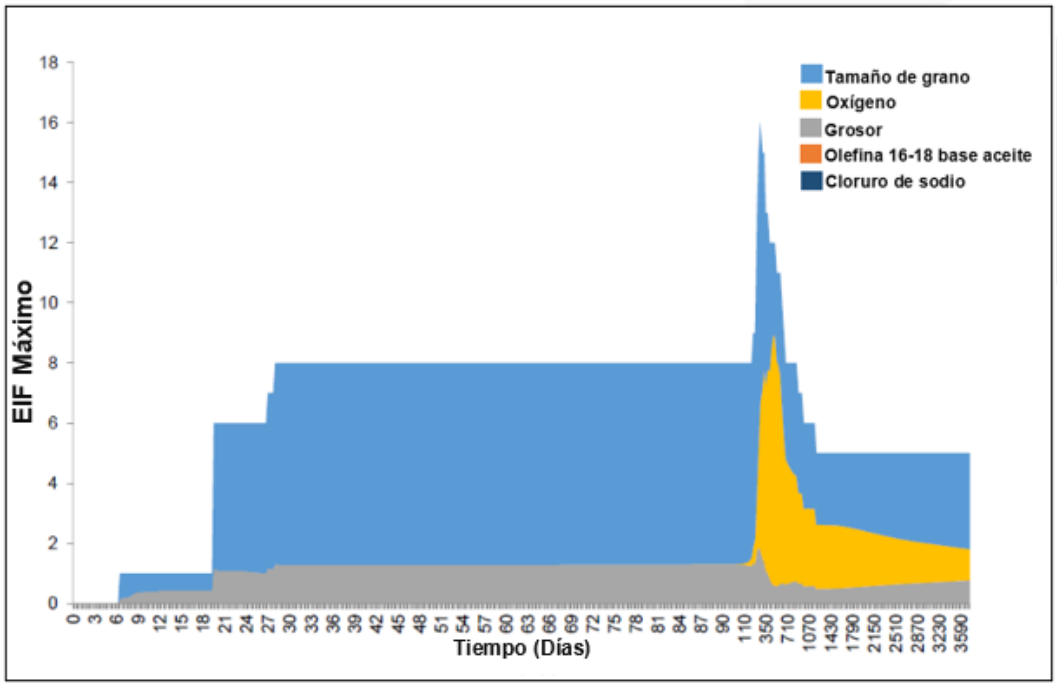


Figura II-15. Comportamiento del EIF en sedimentos en el periodo de simulación.

Aunque en los sedimentos el EIF dure más que en la columna de agua, dichos valores son sustancialmente más bajos.

- ***Distribución espacial del riesgo***

En la Figura II-16 muestra que la máxima acumulación de sedimento alcanza un espesor de aproximadamente 425 mm. Esta máxima acumulación se produce a una distancia de entre 0.3 y 0.09 km del pozo. Según la dinámica oceanográfica, la permanencia de estos sedimentos variará con el tiempo, disminuyendo periódicamente con el tiempo. En la Figura II-16 se muestra la distribución del riesgo máximo total en los sedimentos de la descarga. Se extiende prácticamente al noroeste con 0.90 km desde el pozo. El FEI cubre una superficie de 36.85 ha que representa el 0.01% del área contractual.

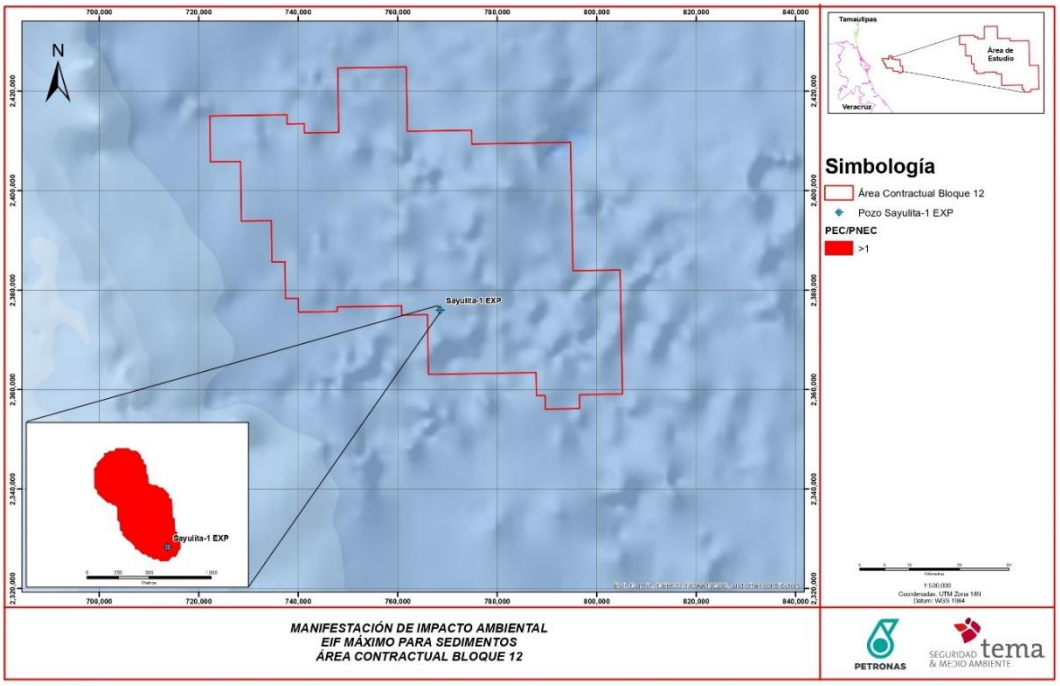


Figura II-16. Distribución espacial de la relación PEC/PNEC mayor a 1

La Figura II-17 muestra que la máxima acumulación del sedimento alcanza un grosor de aproximadamente 425 mm. Esta máxima acumulación se da a una distancia de entre 0.089 a 0.09 km del pozo.

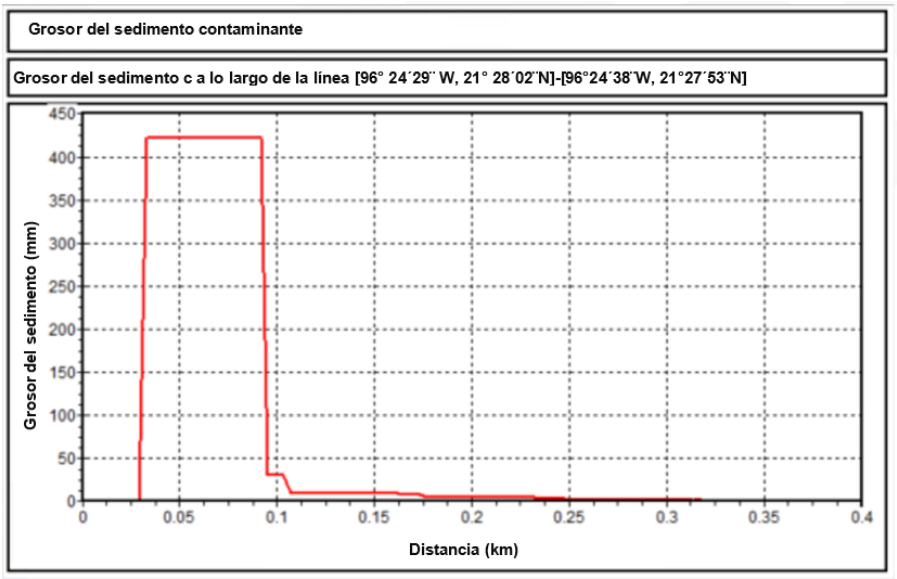


Figura II-17. Espesor de sedimentos en el periodo de agosto a octubre

Conclusiones

Según los resultados, el impacto se describe como puntual y de baja temporalidad en la columna de agua superior e inferior. Teniendo valores de riesgo mayores en la columna inferior comparado con lo resultante en la columna superior, esto por la deposición de los contaminantes.

Se estima que la deposición de los sedimentos se presente en una distancia muy corta del pozo de perforación, con un espesor bajo y su permanencia disminuirá con los años. Sin embargo, el factor de riesgo ambiental ocupa una pequeña superficie (36.85 Ha) en relación con el área contractual (0,01%).

II.2.6.4.1.2 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 y CONAGUA, 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 II-18).

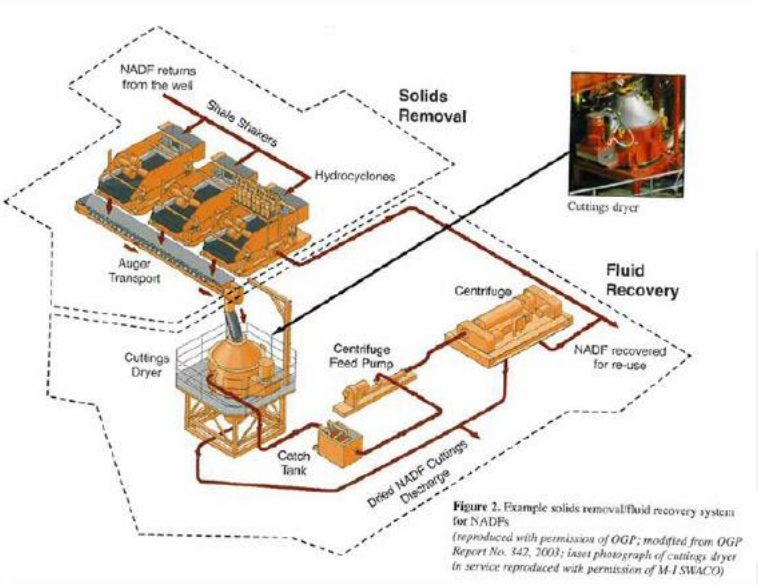


Figura II-18. Sistema de secado dentro de la embarcación de perforación

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 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 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 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;

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.

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:

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:
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, y
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;
10. La ubicación para el vertimiento, la distancia más próxima a la costa, profundidad en el área y técnica proporcionada por el interesado.

II.2.6.5 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, *Blow Out Preventor*) 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.

PC Carigali también cuenta con el servicio de vigilancia y respuesta a emergencias denominado Tier 1 y Tier 2.

- El Nivel 1 (Tier 1): Se define por la capacidad de respuesta necesaria para hacer frente de inmediato a los derrames operacionales.
- Nivel 2 (Tier 2): Incluye una selección más amplia de equipo adecuado a una gama de opciones de respuesta estratégica, además de ser necesario el contar con un mayor número de personal, que a su vez debe tener una mayor especialización.

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 II-19.

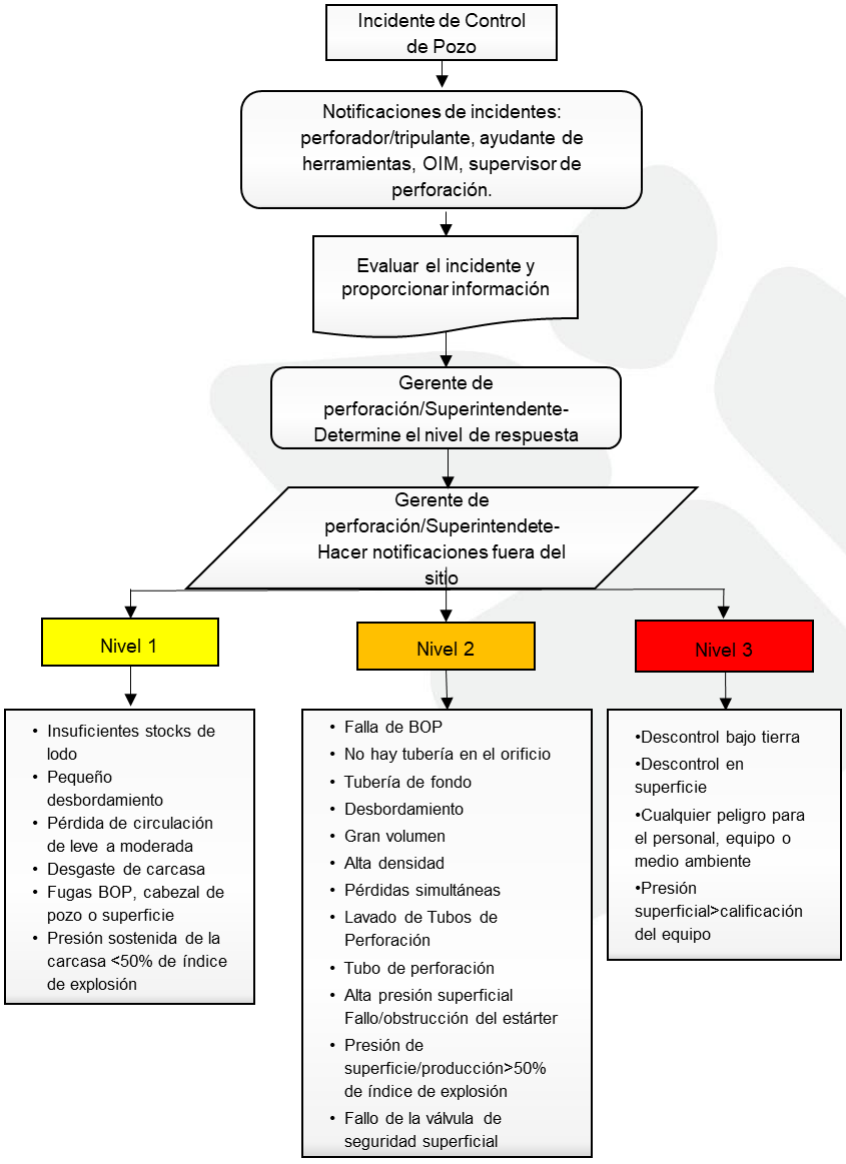


Figura II-19. Nivel de respuesta a emergencias

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.

II.2.6.5.1 Modelado de respuesta y contingencia ante derrames de petróleo

Se realizó una modelación del derrame de petróleo utilizando el software OSCAR (Oil Spill Contingency and Response, por sus siglas en inglés), 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 reporte de simulación de derrame se presenta en el Anexo 4 Capítulo II.

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 II-20 muestra la información de los parámetros considerados para la simulación del Área Contractual 12.

Tabla II-20. Parámetros de simulación de derrame Bloque 12

Sitio de lanzamiento: Bloque 12	
Latitud	21° 27.9292' N
Longitud	96° 24.8318' W
Profundidad del agua	1 445 m
Tasa de liberación	27 000 stb/d (4 293 m^3/día)
Duración de la liberación	150 días
Temperatura de la liberación	50°C
Diámetro de la tubería	19.5" (0.4953 m)
Relación gas/líquido	1650 scf/bbl (124.7 Sm^3/m^3)
Densidad de gas	0.979 kg/Sm^3
Dimensiones de cuadrículas: - Ancho de cuadrícula	1664 km

Sitio de lanzamiento: Bloque 12	
- Alto de cuadrícula	1440 km
Resolución especial del hábitat, concentración (vertical y horizontal) y superficie de cuadrícula: - Norte - Este - Profundidad	 2000 m 2000 m 10 m
Rango de profundidad de la cuadrícula de concentración (solo salida) - Mínimo - Máximo	 0 m 100 m
Paso de tiempo - Paso de tiempo computacional - Intervalo de salida	 30 minutos 6 horas
Duración de cada simulación	150 días
Número de simulaciones por año	25
Número de años.	5

Es importante mencionar que las coordenadas del pozo para la simulación del derrame se encuentran localizadas dentro del polígono de interés (ver Figura II-3). Esta área fue establecida a través de características similares tal como se describen en el apartado II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

Resultados de 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 II, se agrega información en formato KML y Excel de la concentración y espesor en ambos escenarios. Para cada uno, se presenta la concentración (mg/kg^2) y espesor (mm) de cada simulación.

Escenario 1

La Tabla II-21 muestra la probabilidad de llegada del petróleo a la costa con base al tiempo. Los resultados de este escenario indican que, a partir de la liberación de crudo, la probabilidad de acumulación en la costa comienza a aumentar a partir del día 5.2, cuya cantidad de masa es de 55,890 toneladas (Figura II-20).

Tabla II-21. Resultados de simulación del 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
87	5.2 días	55 890 toneladas

Fuente: SINTEF (2020)



Figura II-20. Tiempo de llegada del derrame a la costa desde el tiempo más corto al más largo.

Fuente: SINTEF (2020)

Escenario 2

La Tabla II-22 y Figura II-21 muestran la simulación de la cantidad total de masa acumulada de crudo en función de la probabilidad de acumulación en la costa.

De acuerdo con estos datos, a 11.7 días de liberación del crudo, la mayor masa total acumulada será de 60, 850 toneladas.

Tabla II-22. Simulación de masa total de crudo correspondiente al tiempo de llegada a la costa.

Número de simulación	Tiempo de llegada	Masa total a la costa
8	11.7 días	60,850 toneladas

Fuente: SINTEF (2020)

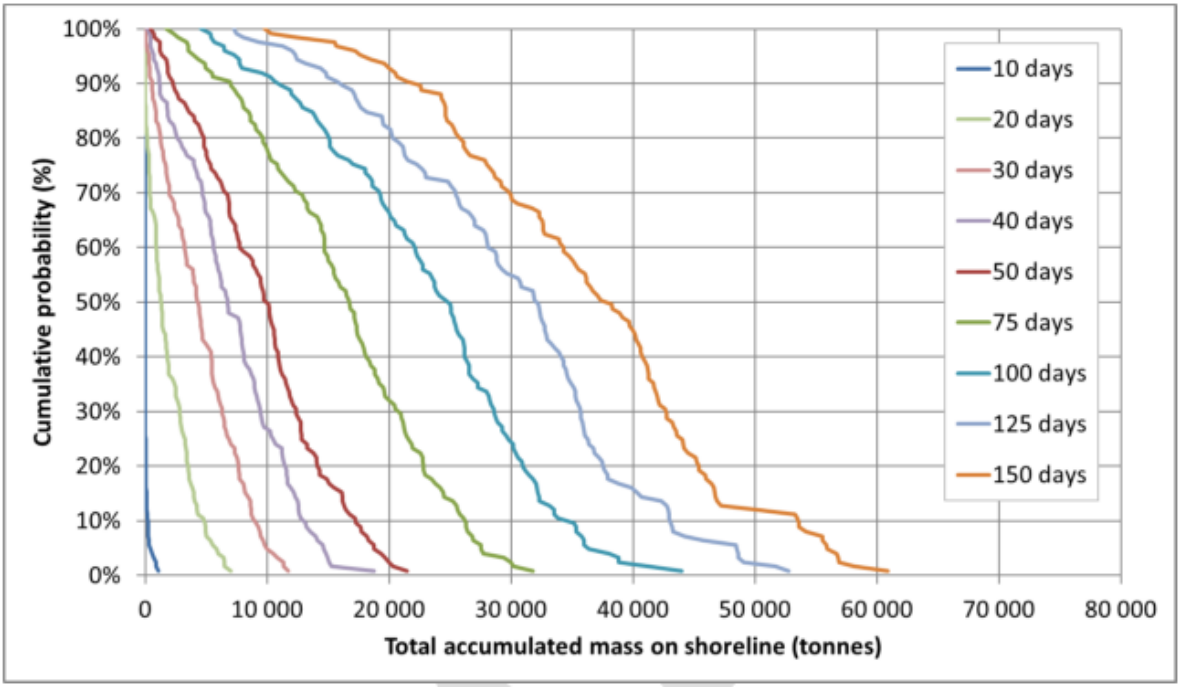


Figura II-21. Masa de crudo acumulado en el litoral en función del tiempo después de haber comenzado la fuga

Fuente: SINTEF (2020)

En la Figura II-22,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.

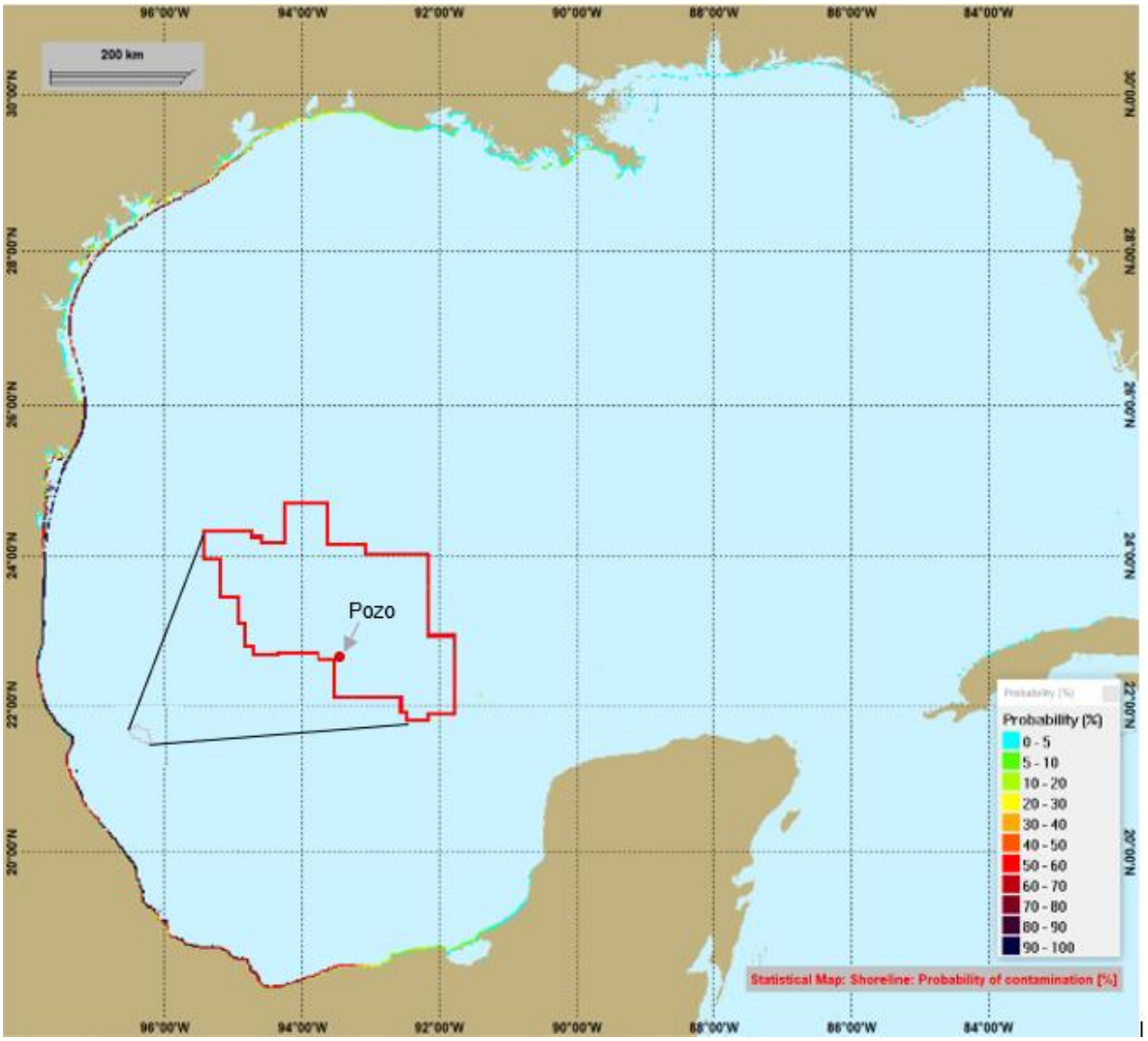


Figura II-22. Mapa que muestra el tiempo más corto de llegada del derrame a la costa

Fuente: SINTEF (2020)

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

CONTENIDO

CAPÍTULO III 1

III.1 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 3

III.1.1 Ordenamiento jurídico federales 3

III.1.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 3

III.1.1.2 Tratados y Convenios Internacionales. 8

III.1.1.2.1 Organización Marítima Internacional (OMI) 8

III.1.1.2.2 Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias y su Protocolo (1996). 18

III.1.1.2.3 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. 19

III.1.1.2.4 Código de Protección de Buques e Instalaciones Portuarias (Código PBIP) 20

III.1.1.2.5 Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990. 20

III.1.1.2.6 Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. 21

III.1.1.3 Planes Nacionales y Locales 21

III.1.1.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 21

III.1.1.3.2 Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas 24

III.1.1.3.3 Plan Estratégico Institucional de la Comisión Nacional de Hidrocarburos 2020 24

III.1.1.3.4 Plan Estatal de Desarrollo 25

III.1.1.3.5 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) Decretados (General del Territorio, Regionales, Marinos o Locales). 30

III.1.1.4 Normas Oficiales Mexicanas 37

III.1.1.5 Programas Sectoriales 49

III.1.1.5.1 Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2014-2028. 49

III.1.1.5.2 Programa Sectorial de Energía 2020-2024 50

III.1.1.5.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 52

III.1.1.6 Leyes y Reglamentarias aplicables y sus Reglamentos. ... 53
III.1.1.6.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. ... 53
III.1.1.6.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) ... 64
III.1.1.6.3 Ley General de Cambio Climático. ... 79
III.1.1.6.4 Ley de Aguas Nacionales ... 89
III.1.1.6.5 Ley de Puertos ... 96
III.1.1.6.6 Ley de Navegación y Comercio Marítimos ... 98
III.1.1.6.7 Ley Federal del Mar ... 102
III.1.1.6.8 Ley General de Vida Silvestre ... 105
III.1.1.6.9 Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas. ... 107
III.1.1.6.10 Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. ... 110
III.1.1.6.11 Ley de Hidrocarburos ... 113
III.1.1.6.12 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental ... 116
III.1.1.6.13 Disposiciones Administrativas ... 122
III.1.1.7 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas ... 124
III.1.1.7.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas a nivel Federal ... 124
III.1.1.7.2 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales. ... 128
III.1.1.8 Regiones Prioritarias ... 130
III.1.1.8.1 Regiones Terrestres Prioritarias ... 130
III.1.1.8.2 Regiones Marinas Prioritarias ... 133
III.1.1.8.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias ... 137
III.1.1.8.4 Humedales de Ramsar ... 138
III.1.1.8.5 AICAS ... 140
III.1.1.8.6 Presencia de manglar ... 142

III.1.1.6.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 53
III.1.1.6.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) 64
III.1.1.6.3 Ley General de Cambio Climático. 79
III.1.1.6.4 Ley de Aguas Nacionales 89
III.1.1.6.5 Ley de Puertos 96
III.1.1.6.6 Ley de Navegación y Comercio Marítimos 98
III.1.1.6.7 Ley Federal del Mar 102
III.1.1.6.8 Ley General de Vida Silvestre 105
III.1.1.6.9 Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas. 107
III.1.1.6.10 Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. 110
III.1.1.6.11 Ley de Hidrocarburos 113
III.1.1.6.12 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 116
III.1.1.6.13 Disposiciones Administrativas 122
III.1.1.7 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas 124
III.1.1.7.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas a nivel Federal 124
III.1.1.7.2 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales. 128
III.1.1.8 Regiones Prioritarias 130
III.1.1.8.1 Regiones Terrestres Prioritarias 130
III.1.1.8.2 Regiones Marinas Prioritarias 133
III.1.1.8.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias 137
III.1.1.8.4 Humedales de Ramsar 138
III.1.1.8.5 AICAS 140
III.1.1.8.6 Presencia de manglar 142

III.1 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1.1 Ordenamiento jurídico federales

III.1.1.1 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 III-1):

Tabla III-1. 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 9 de agosto de 2019)	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, el Proyecto cumple con los preceptos constitucionales mencionados con anterioridad, ya que, al conocer y aplicar la normatividad ambiental,*
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	

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 9 de agosto de 2019)	Vinculación con el proyecto
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. […] 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…	*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.*

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 9 de agosto de 2019)	Vinculación con el proyecto
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 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.	*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 12 (Proyecto), en Aguas Profundas dentro de las Cordilleras Mexicanas que se encuentra en el Golfo de México, aproximadamente a 109 km al sureste del puerto de Tampico, Tamaulipas y aproximadamente a 146 km al noreste del puerto de Tuxpan, Veracruz.* *De acuerdo a ello, 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 actividades que se desarrollarán en el Área Contractual 12, estará sujeto a la regulación de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH); para la Exploración y Extracción en Aguas Profundas con base a la modalidad de Licencia No. CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018.*

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 9 de agosto de 2019)	Vinculación con el proyecto
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 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	

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 9 de agosto de 2019)	Vinculación con el proyecto
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 concesiones.	

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 5 de febrero de 1917; última reforma 9 de agosto de 2019)	Vinculación con el proyecto
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, 2020

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.

III.1.1.2 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.

III.1.1.2.1 Organización Marítima Internacional (OMI)

La 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.

III.1.1.2.1.1 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. Tal como se menciona en el Anexo, Sección B (Prescripciones de gestión y control aplicables a los buques), de dicho documento (Tabla III-2).

Tabla III-2. 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
Adopción: 13 de febrero de 2004; entrada en vigor: 12 meses después de ser ratificado por 30 estados que representen el 35 % del arqueo de la flota mercante mundial. Anexo – Sección B – Prescripciones de gestión y control aplicables a los buques:	*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*

Anexo	Vinculación con el Proyecto
"Los buques tienen que llevar a bordo y aplicar un plan de gestión del agua de lastre (regla B-1). El plan de gestión del agua de lastre es específico de cada buque e incluye 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.	*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.*
Los buques deben llevar a bordo un Libro registro del agua de lastre (regla B-2) con el objeto de registrar cuando se tome a bordo, se haga circular o se trate el agua de lastre a los efectos de su gestión, o se la descargue en el mar. También deberían registrarse las descargas del agua de lastre en una instalación receptora, así como sus descargas accidentales u otras descargas excepcionales de este tipo de agua.	*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.*
Las prescripciones específicas referidas a la gestión del agua de lastre figuran en la regla B-3, Gestión del agua de lastre para los buques: Los buques construidos antes de 2009 con una capacidad de agua de lastre comprendida entre 1 500 y 5 000 m^3, inclusive, habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo las normas para el cambio del agua de lastre o bien las normas de eficacia de la gestión del agua de lastre hasta 2014, fecha después de la cual habrán de cumplir como mínimo la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre. Los buques construidos antes de 2009 con una capacidad de agua de lastre inferior a 1,500 m^3 o superior a 5,000 deberán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo las normas para el cambio del agua de lastre o bien las normas de eficacia de la gestión del agua de lastre hasta 2016, fecha después de la cual habrán de cumplir como mínimo la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre.	*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 lastre que cumpla como mínimo la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre.*

Anexo	Vinculación con el Proyecto
Los buques construidos en 2009 o posteriormente con una capacidad de agua de lastre inferior a 5 000 m^3 deberán llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre. Los buques construidos en 2009 o posteriormente, pero antes de 2012, con una capacidad de agua de lastre igual o superior a 5 000 m^3, 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 habrán de cumplir como mínimo la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre. Los buques construidos en 2012 o posteriormente, con una capacidad de agua de lastre igual o superior a 5,000 m^3, habrán de llevar a cabo una gestión del aguade lastre que cumpla como mínimo la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre. Podrán aceptarse también otros métodos de gestión del agua de lastre diferentes a la norma para el cambio del agua de lastre o la norma de eficacia de la gestión del agua de lastre, 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 de protección del medio marino (MEPC).	
De conformidad con lo dispuesto en la regla B-4. Cambio del agua de lastre, todos los buques que lleven a cabo el cambio del agua de lastre deberían ajustarse a las siguientes prescripciones: Siempre que sea posible, efectuar el cambio del agua de lastre a por lo menos 200 millas marinas de la tierra más próxima y en aguas de 200 m de profundidad como mínimo, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización;	*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*

Anexo	Vinculación con el Proyecto
En los casos en que el buque no pueda efectuar el cambio del agua de lastre de conformidad con lo dispuesto en el párrafo precedente, tal cambio del agua de lastre debería llevarse a cabo 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 m de profundidad como mínimo. Cuando no sea posible cumplir estas prescripciones, se podrán designar zonas en las que se permita al buque efectuar el cambio del agua de lastre. Todos los buques extraerán y evacuarán los sedimentos de los espacios destinados a transportar agua de lastre de conformidad con las disposiciones del plan de gestión del agua de lastre del buque (regla B-4)."	*profundidad como mínimo, de acuerdo con lo establecido en esta regla.*

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.2.1.2 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 modificatorio 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 III-3.

Tabla III-3. 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-1996 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*

Anexo	Vinculación con el Proyecto
	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. Las embarcaciones involucradas en el Proyecto utilizarán combustible que cumpla con las especificaciones de la NOM-016-CRE-2016.

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.2.1.3 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.

Para la propuesta del Proyecto, las embarcaciones participantes aplicarán las medidas necesarias de seguridad para salvaguardar la vida humana en la mar conforme a lo descrito en la Tabla III-4.

Tabla III-4. 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*

Capítulo	Vinculación con el Proyecto
	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 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 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*

Capítulo	Vinculación con el Proyecto
	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 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)*

Capítulo	Vinculación con el Proyecto
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, 2020

III.1.1.2.1.4 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 III-5 muestra estos convenios y su vinculación con el Proyecto.

Tabla III-5. Vinculación del Proyecto con los diversos tratados internacionales administrados por la OMI diferentes a MARPOL y SOLAS.

Anexo	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 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*

Anexo	Vinculación con el Proyecto
	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, 2020

III.1.1.2.2 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 modificatorio, 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-1996. Adicionalmente se realizarán los trámites conducentes y se obtendrán los permisos aplicables para tal fin ante las autoridades competentes (CONAGUA).

III.1.1.2.3 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.

III.1.1.2.4 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 del mismo. 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 al Código.

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

III.1.1.2.5 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.

III.1.1.2.6 Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

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), mismo que se agrega en el Anexo 2 del Capítulo III.

III.1.1.3 Planes Nacionales y Locales

III.1.1.3.1 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.

III.1.1.3.2 Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas

La versión abreviada del Plan Nacional de Contingencia para Combatir y Controlar Derrames de Hidrocarburos y otras Substancias Nocivas en el Mar (PNC) se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 8 de febrero de 1999. Dicho Plan 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 substancias nocivas en el mar, con el fin de reducir al máximo la extensión de daños al ecosistema marino.

Tiene como objetivos los siguientes:

- Controlar y combatir incidentes contaminantes en el medio marino.
- Coordinar y coadyuvar en la ejecución de los planes de acción nacionales y en su caso internacionales, cuando se presente una contingencia.
- Definir bases técnicas sobre soluciones a la problemática de la contaminación del ambiente marino, a fin de que las Dependencias del Ejecutivo Federal correspondientes legislen lo conducente dentro de su ámbito de competencia.

Para el presente caso, se activará cuando en las aguas marinas de jurisdicción nacional, ocurra un incidente contaminante producto de un accidente entre embarcaciones, descontrol del buque de perforación o explotación petrolera, fallas de material en oleoductos submarinos, descargas provenientes de terminales marítimas o de otros incidentes contaminantes que provoquen derrames y afecten al ecosistema marino.

El control y combate de estos incidentes comprenderán operaciones de confinamiento, recolección y disposición de los hidrocarburos u otras substancias nocivas y limpieza, a fin de coadyuvar en la restauración ecológica de las áreas afectadas, y en casos especiales con autorización de la Secretaría de Marina-Armada de México se podrá aplicar tecnología de respuesta alternativa.

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

III.1.1.3.3 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.

III.1.1.3.4 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 Tuxpan y Tampico, se vinculará con los Planes del estado de Veracruz y Tamaulipas, respectivamente.

III.1.1.3.4.1 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 con 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 aportó 4.6% al Producto Interno Bruto (PIB) y se posicionó 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 Tuxpan como punto para el envío de insumos y personal al área del Proyecto.

III.1.1.3.4.2 Plan Estatal de Desarrollo Tamaulipas 2016-2022.

El Plan estratégico de Tamaulipas tiene como objetivo la Construcción de paz y prosperidad sostenible. Para alcanzar este objetivo, el gobierno del estado se propone alinear y articular las políticas e instituciones públicas en torno a tres ejes entrelazados:

a) Seguridad ciudadana

b) Bienestar social

c) Desarrollo económico sostenible

En el caso del desarrollo económico sostenible, se contempla detonar el potencial en los sectores energéticos y exportador.

De acuerdo con datos de inversión, la competitividad regional de atraer inversión extranjera, con base a la última medición del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), publicada en 2016; Tamaulipas se ubica en la posición número 15 en el ranking nacional. Datos de la Secretaría de Economía indican que Tamaulipas es uno de los ocho estados del país que atrae mayor inversión extranjera directa, que al cierre de 2016 fue superior a 1 000 millones de dólares. Los principales países inversores son Estados Unidos, España y los Países Bajos.

Lo anterior, se debe a que la vocación productiva y comercial que presenta el estado combina adecuadamente su condición geográfica estratégica con una infraestructura de comunicaciones y transportes, dentro de las que destacan los corredores económicos que lo enlazan con puertos marítimos internacionales y con los mercados del este y centro de Estados Unidos.

En energías convencionales destaca la producción de petróleo, petroquímica, gas natural y energía eléctrica. Tan sólo en octubre de 2016, la producción de crudo fue de 9 667 barriles diarios, mientras que la producción de gas natural durante el mismo periodo fue de 524 millones de pies cúbicos diarios. Por lo que el estado considera impulsar las costas de Matamoros, que se encuentra en la región del Cinturón Plegado Perdido, donde existe un yacimiento de hidrocarburos en aguas profundas que representa 40% de las reservas nacionales probadas para los próximos 10 años. En el plan quinquenal 2015-2019 de la Secretaría de Energía existen 315 áreas a licitar; de las cuales ya se asignaron 9 en la Cuenca de Burgos y 4 en aguas profundas del Cinturón Plegado Perdido.

En este sentido, propiciar entornos para nuevas oportunidades de empleo y consolidar las existentes ha sido una preocupación constante en el país, y para Tamaulipas representa uno de los retos más importantes en la política económica de esta administración. Por lo que el estado contempla potenciar la producción de energías convencionales, renovables y provenientes de fuentes alternativas, lo que permitirá un desarrollo del sector de manera sustentable y sostenible.

Con base a ello, el eje de Desarrollo Económico del Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 contempla seis temas de atención prioritaria:

1. Sector primario
2. Competitividad;
3. Desarrollo industrial y empleo,
4. Micro, pequeña y mediana empresa;
5. Energía y medio ambiente; y
6. Turismo.

Entre las estrategias que destacan y competen al presente Proyecto se encuentran:

Desarrollo Industria y empleo

La industria en Tamaulipas es uno de los pilares más importantes para el desarrollo económico. Caracteriza la vocación regional y se reconoce por su alta productividad en procesos manufactureros de clase mundial. Las industrias manufactureras, maquiladoras y de servicios de exportación, así como la industria química y petroquímica, mantienen un importante dinamismo en la producción y generación de empleo y ayudan al desarrollo de núcleos industriales para una mayor competitividad regional.

Para mantener ese dinamismo se precisa la formulación de acciones de corresponsabilidad institucional con la participación de empresarios, trabajadores y la sociedad en su conjunto.

Para alcanzar los objetivos se citan los siguientes puntos:

- **3.3.1 Objetivo:** Fomentar el crecimiento sostenido de la inversión productiva en el estado.

Estrategia: Crear condiciones propicias para el desarrollo y la expansión de las empresas establecidas y la atracción de nuevos capitales.

- **3.5.1 Objetivo**: Impulsar políticas sustentables de protección y conservación del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales.

Estrategia: Mantener el equilibrio del medio ambiente, impulsando políticas y acciones que fomenten la disminución de contaminantes y el desarrollo sustentable.

- **3.5.3 Objetivo:** Promover el incremento del uso de energías renovables mediante el aprovechamiento del potencial estatal y contribuir así a la protección del medio ambiente.

Estrategia: Establecer una política que incremente el desarrollo e inversión en el sector energético con principios de sustentabilidad.

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, se impulsará la economía estatal para atraer la inversión de ambos estados, lo que mejorará la calidad de vida de los en las zonas portuarias, debido a que son un punto para el envío de insumos y personal al área del Proyecto.

III.1.1.3.5 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) Decretados (General del Territorio, Regionales, Marinos o Locales).

III.1.1.3.5.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)

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

Este programa 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: 2, 158, 159, 200, 161, 162, 183, 184, 185, 186, 187,188, 189, 197, 190, 199, 196, 30, 191, 160, 201. Mientras que las Unidades de Gestión Ambiental Regional son: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 21, 23, 25, 37,11, 14, 34, 15, 18, 20, 19, 31, 22, 27, 24, 28, 26, 29, 32, 33, 35 y 36.

La Figura III-1 muestra las UGA’s marinas y regionales que encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR):

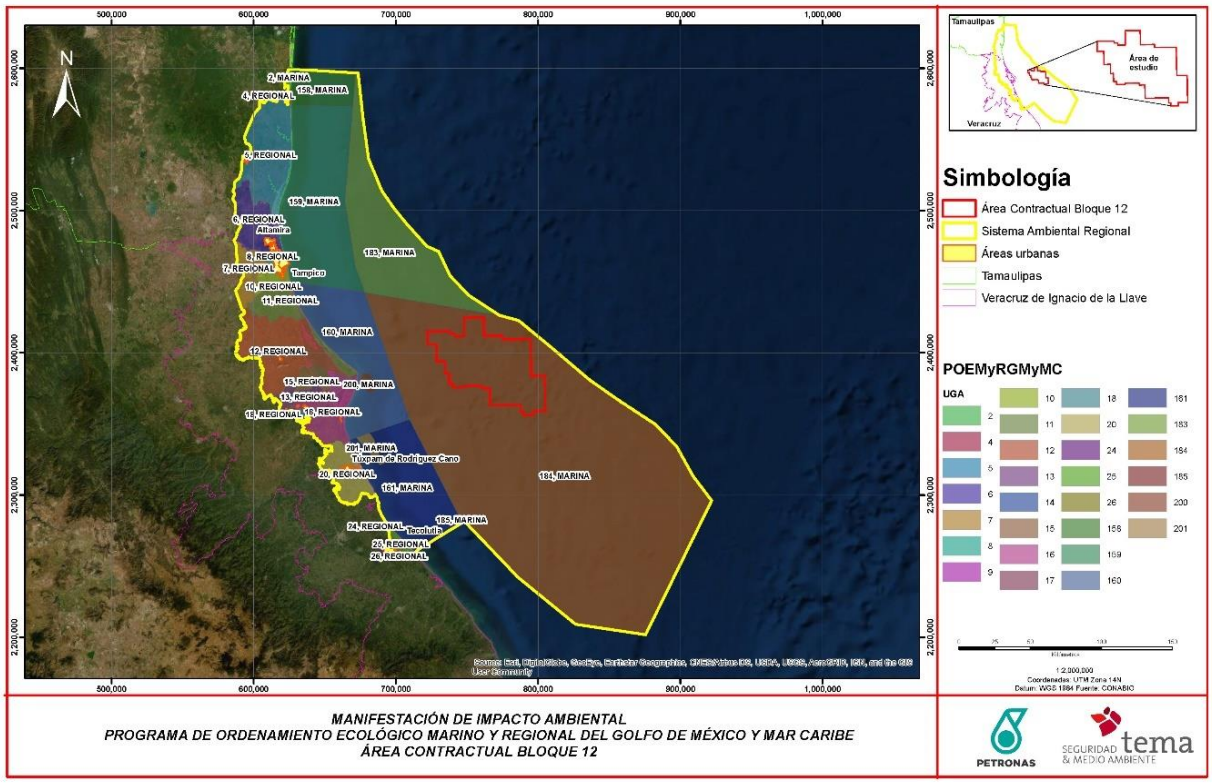


Figura III-1. UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Golfo de México y Mar Caribe.

Fuente: TEMA, 2020

La Tabla III-6 y Tabla III-7, muestran los criterios y vinculación aplicables para la UGA Marina 184 de la Zona Marina de Competencia Federal, que es donde se encuentra el área del presente Proyecto.

Para la UGA 184 se aplicará los siguientes lineamientos:

- Acciones específicas (Tabla III-6)
- Acciones generales (Tabla III-7)

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 III-6. Vinculación de las Acciones Específicas de la UGA 184.

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 para la extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de producción compartida en Aguas Profundas.*
Prevención de la contaminación	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 embarcaciones, en las porciones	

Estrategias ecológicas	Clave	Criterios ecológicos	Vinculación con el Proyecto
		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 de un Pozo para la extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de producción compartida en Aguas Profundas.*
	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, 2020

Tabla III-7. Vinculación de las Acciones Generales de la UGA 184

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	*PC Carigali contará con un Programa de concientización para el personal*

Estrategias ecológicas	Clave	Acciones Generales	Vinculación con el Proyecto
		control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas 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).	*participante, el cual incluirá temas de prohibición de pesca y/o 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 aproximada de 109 km al sureste del puerto de Tampico, Tamaulipas y aproximadamente a 146 km al noreste del puerto de Tuxpan, Veracruz; 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-1996.*
	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	*El Proyecto se apegará a lo establecido en los tratados internacionales y las normas en materia de seguridad de la*

Estrategias ecológicas	Clave	Acciones Generales	Vinculación con el Proyecto
		CICOPLAFEST que resulten aplicables.	*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 del mismo.*
Manejo Integral del Agua	G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la 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 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	*PC Carigali llevará a cabo el cumplimiento del RETC.*

Estrategias ecológicas	Clave	Acciones Generales	Vinculación con el Proyecto
		(RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	
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 alejada 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, 2020

III.1.1.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas que aplican en las diferentes etapas del Proyecto se presentan en la Tabla III-8.

Tabla III-8. Normas Oficiales Mexicanas que aplican en las Diferentes Etapas del Proyecto

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996	Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en bienes nacionales.	*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.*

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
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.*
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.*

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	*Todos los residuos peligrosos serán manejados y dispuestos en cumplimiento con lo establecido en la normatividad aplicable (normas mexicanas y MARPOL 73/78).*
NOM165-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, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	*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.*
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	*En caso de que durante el Proyecto se produzca contaminación de sedimentos con hidrocarburos, PC Carigali tomará en cuenta*

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	*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 durante la perforación de pozos 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 de pozos 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*
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*

Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		acuerdo con 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 los mismos, 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, 2020

De manera particular para la NOM-149-SEMARNAT-2006, se cumplirá con la Tabla III-9.

Tabla III-9. 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 en su Modalidad Regional (MIA-R).*
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 12, misma que ingresó a la ASEA mediante el contrato CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018. El estudio LBA se encuentra en el Anexo 2 del Capítulo III.*
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 pautas*

Disposiciones generales	Vinculación
	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 Gravity 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 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*

Disposiciones generales	Vinculación
	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 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*

Disposiciones generales	Vinculación
	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 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, 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.*

Disposiciones generales	Vinculación
	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.*
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-1996.*

Disposiciones generales	Vinculación
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 planta de tratamiento, así como tanques de almacenamiento; dando cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-1996.*
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. Instalar señalamientos que indiquen que es un área de residuos. Mantenerse separada del almacén de materias primas o insumos.	*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.*
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.*

Disposiciones generales	Vinculación
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.* *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.*
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
	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 lineamentos de la CNH.*

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.5 Programas Sectoriales

III.1.1.5.1 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:

I. Exploración y Producción de hidrocarburos
II. Procesamiento
III. Aguas abajo
IV. Generación eléctrica
V. Cobertura eléctrica
VI. 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.

III.1.1.5.2 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 las mismas.

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.

III.1.1.5.3 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 definido en el Programa, el presente Proyecto es vinculante con cada uno, al ser un proyecto que reconoce la presencia 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.

III.1.1.6 Leyes y Reglamentarias aplicables y sus Reglamentos.

III.1.1.6.1 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 a lo anterior, se ingresa para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional con actividad altamente riesgosa. Para ello, se vinculan los siguientes artículos con el Proyecto (Tabla III-10).

Tabla III-10. 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	*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*

Artículo	Vinculación
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.	*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 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".	*Para el presente Proyecto se identificaron y evaluaron los sitios prioritarios, así como los programas de ordenamiento según lo señalado en 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	Vinculación
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: 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.	*El Proyecto contempla medidas para la prevención y control de la contaminación del agua, entre las que se encuentran:* *Tratamiento de las aguas residuales generadas en el buque de perforación y las embarcaciones en apego a la legislación ambiental aplicable (NOM-001SEMARNAT-1996, MARPOL 73/78).* *Tratamiento de las aguas residuales, industriales y domésticas y posterior vertido al océano, considerando las reglas MARPOL 73/78, así como los límites máximos permisibles establecidos en la NOM001-SEMARNAT-1996.* *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;	*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*

Artículo	Vinculación
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.	*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 descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	*Durante la ejecución del Proyecto, no se prevé la descarga de aguas residuales en aguas nacionales sin previo tratamiento.*
Articulo 123.- Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas malinas 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-1996, 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	Vinculación
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-1996 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 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	Vinculación
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-052SEMARNAT-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 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.	*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 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 del mismo 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 maquinaría del buque de perforación y las embarcaciones para mantenerse dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la legislación*

Artículo	Vinculación
	aplicable. Adicionalmente, las actividades del Proyecto se realizarán aproximadamente a 109 km al sureste del puerto de Tampico, Tamaulipas y aproximadamente a 146 km al noreste del puerto de Tuxpan, Veracruz, 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, 2020

III.1.1.6.1.1 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 III-11. 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	*PC Carigali presenta ante la Agencia una MIA-R para que ésta realice la evaluación del Proyecto. La*

Artículo	Vinculación
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 […].	*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 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	*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 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	*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	Vinculación
faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo.	
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 que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.	*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 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	*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	Vinculación
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.	
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. 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.	*En cumplimiento con el presente reglamento, PC Carigali renovará o actualizará anualmente el monto del seguro o garantía que otorgue a la Agencia.*
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	*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.*

Artículo	Vinculación
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.	

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.1.2 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 el reglamento.

Tabla III-12. 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 de un 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	Vinculación
Articulo 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.*
Articulo 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.*
Articulo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas 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, 2020

III.1.1.6.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

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 III-13).

Tabla III-13. 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 a 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 Contendores 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 sito 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	Vinculación
Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo: I. La forma de manejo; II. La cantidad; III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos; IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de 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.	*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 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 NOM052-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	*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	Vinculación
correspondientes; […]	
Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas: […] III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, IV. Que se trate de residuos que presenten un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.	*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 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	Vinculación
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 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	*PC Carigali presentará ante la ASEA un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos. Por medio de este*

Artículo	Vinculación
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.	*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 en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.	*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 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	*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*

Artículo	Vinculación
incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	*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 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.	*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 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	*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 los mismos.*

Artículo	Vinculación
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.	
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 con lo previsto en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).*
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, 2020

III.1.1.6.2.1 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:	*Dada la naturaleza del Proyecto, el plan de manejo de residuos se presentará en la modalidad: Privado, Individual y Local.*

Artículo	Vinculación
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 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:	*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	Vinculación
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	
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 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	*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
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; 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 especifica; 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	*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 identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.*

Artículo	Vinculación
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.	
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 peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida	*Dada la cantidad de residuos que se espera generar, PC Carigali se encuentra dentro de la categoría de gran generador.*
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:	*PC Carigali se encargará de hacer la gestión de residuos peligrosos en estricto apego a este artículo y demás normatividad aplicable, en particular*

Artículo	Vinculación
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 alterno, 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 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;	*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 contendores 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.* *Con relación al 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
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, pretiles 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; 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;	*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
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 responsable del material peligroso o el generador del	*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 dará aviso a las autoridades competentes,*

Artículo	Vinculación
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 (…).	*adicionalmente se contará con un 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, 2020

III.1.1.6.3 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 III-14.

Tabla III-14. 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	*Las emisiones a la atmósfera durante la operación del Proyecto provendrán principalmente del consumo de*

Artículo	Vinculación
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.	*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 directa e indirectas generadas, con la finalidad de dar cumplimiento al presente artículo y con ello permitir la integración del Registro Nacional de Emisiones (RENE).*
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. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán las medidas para evitar la doble	*El Proyecto no llevará a cabo actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones de acuerdo a 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
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	*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
de sanciones, la Secretaría podrá ordenar las 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 económica.*
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, 2020

III.1.1.6.3.1 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 III-15. 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 de un 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; VIII. Perfluorocarbonos; IX. Hexafluoruro de azufre; X. Trifluoruro de nitrógeno; XI. Éteres halogenados; XII. Halocarbonos;	*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
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: […] y. Tratamiento y gestión de aguas residuales y por el consumo de energía eléctrica;	*PC Carigali aplicará la metodología de factores de Emisión para la medición de las emisiones directas e indirectas generadas durante el Proyecto.*

Artículo	Vinculación
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 cuando le sea legalmente aplicable y a través de ella se podrá actualizar la base de datos del RENE.*
Artículo 11.- El Establecimiento Sujeto a Reporte podrá corregir, mediante aviso, cualquier inconsistencia o dato erróneo en la cuantificación de las Emisiones reportadas que se hayan incorporado al Registro, antes de que la Procuraduría, realice	*En caso de proporcionar información incorrecta ala ASEA, PC Carigali emitirá el aviso correspondiente a las autoridades.* *En dicho aviso se incluirá la información sobre el establecimiento, el número de la COA y se*

Artículo	Vinculación
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. […]	*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	*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
no excederá de 15 días hábiles contados a partir de su notificación; […]	
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	*PC Carigali presentará, en caso de que le sea aplicable, el dictamen de verificación emitido por un Laboratorio acreditado por la ASEA, para que dicha información sea integrada al RENE. El dictamen será presentado entre el 1 de julio y el 30 de noviembre del año en el cual se validará la información.*

Artículo	Vinculación
noviembre del año en que el Establecimiento Sujeto a Reporte esté obligado a validar dicha 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 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.	*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 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 a 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;	*PC Carigali dará cumplimiento a los reportes de los que resulte responsable de acuerdo a la normatividad aplicable.*

Artículo	Vinculación
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; […]	

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.4 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 III-16.

Tabla III-16. 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;	*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	Vinculación
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;	
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 permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.	*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-1996.*
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-1996, 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	*PC Carigali comprende que requiere un permiso de descarga y lo tramitará ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), especificando las características de las descargas que se llevarán a cabo.*

Artículo	Vinculación
nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.	
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; 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; […]	*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-1996. 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
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-1996.*
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; 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.	*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-1996.*

Artículo	Vinculación
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 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-1996 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, 2020

III.1.1.6.4.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Este Reglamento tiene como objetivo reglamentar la Ley de Aguas Nacionales (Tabla III-17).

Tabla III-17. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Articulo 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 las mismas en apego a la NOM-001SEMARNAT-1996.*
Articulo 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-1996. 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.*
Articulo 149.- Cuando se efectúen en forma fortuita una o varias descargas de aguas residuales sobre	*PC Carigali realizará descargas de aguas residuales únicamente cuando hayan recibido tratamiento previo*

Artículo	Vinculación
cuerpos receptores que sean bienes nacionales, los responsables deberán avisar de inmediato a "La Comisión", 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 "La Comisión" y demás autoridades competentes. Los responsables de las descargas estarán obligados a 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.	*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, 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-1996.*
Articulo 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-1996.* *Particularmente, los residuos peligrosos serán almacenados en un área destinada para este fin, y posteriormente serán dispuestos en tierra por un tercero autorizado por ASEA. Con respecto al agua, todas las aguas residuales serán tratadas previo a su descarga*

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.5 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.

III.1.1.6.5.1 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 como posible base logística los puertos Tuxpan y Tampico.

A continuación, se muestra la vinculación entre el Proyecto y la Ley de Puertos en la Tabla III-18

Tabla III-18. 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 al 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;	*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*

Artículo	Vinculación
IV. Trasladar personas a los buques surtos en el puerto que no estén declarados, y V. Abarloarse a otro buque, sin causa justificada.	*estén declarados, y abarloarse a otro buque sin causa justificada.*

Fuente: TEMA, 2020

El Proyecto se apegará a lo dispuesto en las reglas de operación de los puertos de Tampico y Tuxpan.

III.1.1.6.6 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 III-19).

Tabla III-19. 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 […] 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	*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	*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-1996, mientras que los residuos orgánicos no contaminantes serán triturados y dispuestos de conformidad con las disposiciones del convenio MARPOL 73/78.*

Artículo	Vinculación
vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud 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, 2020

III.1.1.6.6.1 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 III-20).

Tabla III-20. 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	*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*

Artículo	Vinculación
establecido en los mismos, sin perjuicio de las sanciones señaladas en los demás ordenamientos en materia de responsabilidad civil y deterioro ambiental.	*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 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.	*Se adoptarán las medidas de prevención y mitigación pertinentes con la finalidad de evitar derrames u otro 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-1996 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 finde normar su criterio ante la afectación ambiental, el Comité señalado en este Capítulo tomará en cuenta el estudio aquí referido,	*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	Vinculación
con los términos de referencia que en cada caso establezca.	
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 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.	*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.*

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.7 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 3º** 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 6º** 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."*

*"[…] **Artículo16**: 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 las medidas preventivas y de mitigación previstas en el Capítulo VI del proyecto para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.

III.1.1.6.8 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 III-21.

Tabla III-21. 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,	*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 12 y de los que sean avistados.*

Artículo	Vinculación
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 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 (*Carcharodon carcharias*) tiburón ballena (*Rhincodon typus*), tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), pez sierra peine (*Squalus pristis*) y pez sierra de estero (*Pristis pectinata*). 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 109 km al sureste del puerto de Tampico, Tamaulipas y aproximadamente a 146 km al noreste del puerto de Tuxpan, Veracruz; por lo que 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,	*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.*

Artículo	Vinculación
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.	

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.9 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 y 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 III-22.

Tabla III-22. 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	*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*

Artículo	Vinculación
materias para su vertimiento o incineración, por lo que toda contravención será sancionada en términos de la presente Ley.	*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). Cabe mencionar que de los materiales listados por este artículo únicamente se verterán materiales orgánicos no contaminados (residuos de alimentos), que serán triturados previo a su vertimiento, y éste se hará 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 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.	*PC Carigali comprende que la descripción y caracterización de los desechos que será descargada es un requisito para determinar la procedencia de verterlos, por lo que se hará la caracterización tóxica, física, química y biológica de aquello desechos que pretendan verterse.*
Artículo 15.- […] En el Acuerdo, se definirán los desechos, materiales o sustancias que no pueden ser	*Durante la ejecución del Proyecto se llevarán a cabo vertimientos de materia orgánica no contaminante*

Artículo	Vinculación
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.	*(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 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: 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	*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 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*

Artículo	Vinculación
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.	*consecuencias, se suspenderán las actividades de vertimiento.*

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.10 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 III-23.

Tabla III-23. 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 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	*Tanto el PC Carigali como sus contratistas se apegarán a un Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) aprobado por la Agencia.*

Artículo	Vinculación
ambiente, cuando la ejecución de los mismos implique riesgos para la Población, medio ambiente o las instalaciones.	
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, 2020

III.1.1.6.10.1 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.

III.1.1.6.11 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 III-24).

Tabla III-24. 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), el cual fue ingresado a la SENER (Anexo 1 del Capítulo III).*
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 III.)*
Artículo 130.- Los asignatarios, contratistas, autorizados y permisionarios ejecutarán las acciones de prevención y reparación de daños al medio	*El Proyecto considera medidas de prevención y mitigación con la finalidad de prevenir y reducir afectaciones al medio ambiente, sin embargo, en el*

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

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.11.1 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 III-25).

Tabla III-25. 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 III.)*

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.12 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 III-26).

Tabla III-26. 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	*Durante la ejecución del Proyecto, todas las actividades se llevarán a cabo en estricto apego a los*

Artículo	Vinculación
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 las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.	*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 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 previstos por el artículo 1913 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,	*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	Vinculación
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.	
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 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.	*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 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 del mismo, 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	Vinculación
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 del mismo, 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 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	*En caso de que durante la ejecución del Proyecto se origine un daño al ambiente a consecuencia del mismo, 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 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	*En caso de que durante la ejecución del Proyecto se origine un daño al ambiente a consecuencia del mismo, 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	Vinculación
imponer la sanción, cuando la responsable sea una persona moral. Dicho monto se determinará en función de daño producido.	
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. No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor	*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 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	*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
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. Cuente 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.	
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;	*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-.*

Artículo	Vinculación
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	

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.13 Disposiciones Administrativas

III.1.1.6.13.1 Disposiciones Administrativas de ASEA

En esta sección se vincula al Proyecto con la Disposiciones establecidas por la ASEA que resultan aplicables al mismo.

Tabla III-27. 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).*

Artículo	Vinculación
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.*
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.	*PC Carigali dará cumplimiento a las presentes disposiciones con la finalidad de establecer durante el desarrollo del Proyecto los requerimientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad, Operativa y protección al medio ambiente para la realización de las actividades de exploración del Sector Hidrocarburos que conforman al Proyecto.*

Fuente: TEMA, 2020

III.1.1.6.13.2 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.

III.1.1.7 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

III.1.1.7.1 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*".

Las ANP de jurisdicción Federal que se presentan dentro del SAR se muestran la Figura III-2. La Tabla III-28 muestra la superficie que abarca cada una respecto al SAR.

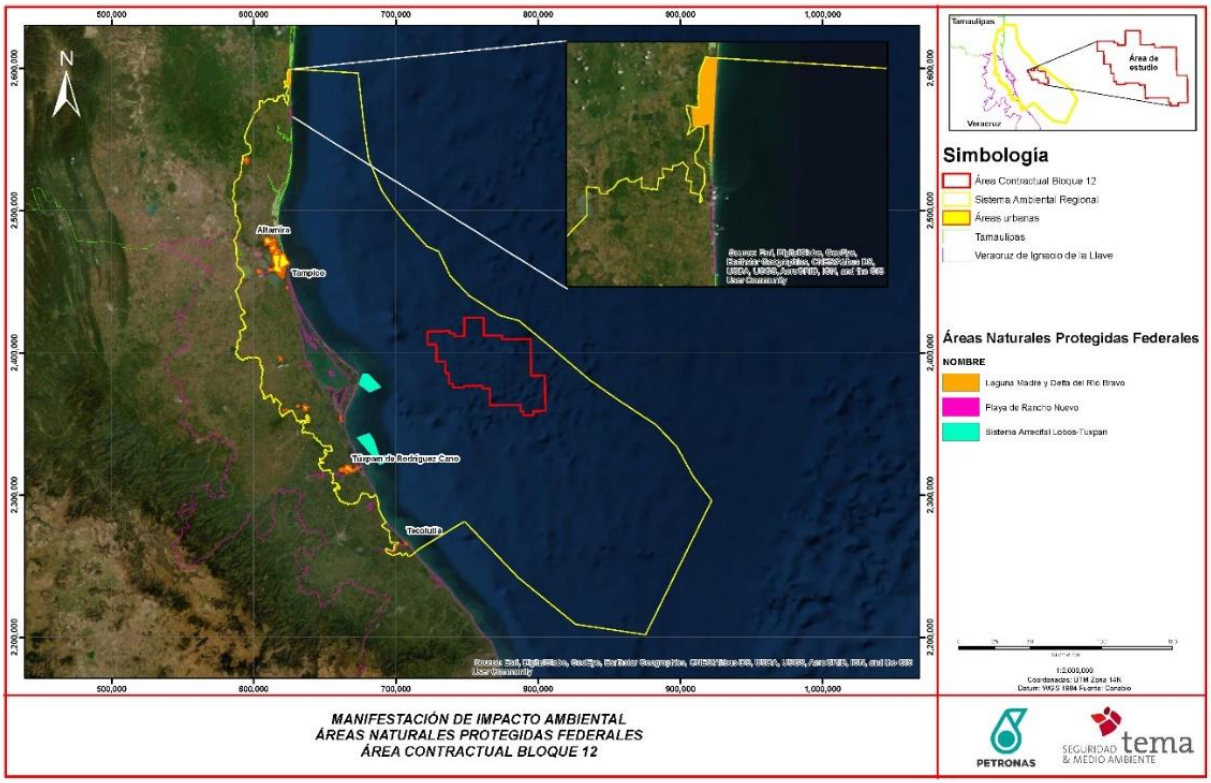


Figura III-2. Áreas Naturales Protegidas Federales dentro del SAR

Fuente: TEMA, 2020

Tabla III-28. Superficie y porcentaje de ANP Federal dentro del SAR

ANP Federal	Ha	%
Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	30, 572.18	0.49
Laguna Madre y Delta del Río Bravo	40, 82.55	0.07
Playa de Rancho Nuevo	90.65	0.001

Fuente: TEMA, 2020

A continuación, se hace una breve descripción de las ANP que se presentan dentro del SAR.

El **Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan** se ubica en la zona centro del SAR, abarcando una superficie de 30,572.17 ha; es decir, 0.49 % de la superficie del SAR. Además, es la ANP más cercana al Área Contractual 12, situándose a 44 km, aproximadamente.

Este complejo arrecifal, el cual está integrado por dos polígonos: el Polígono Lobos, que incluye tres formaciones arrecifales, denominadas Lobos, Medio y Blanquilla, con una superficie total de 12 mil 586-45-38.63 hectáreas, localizadas a 1.89 millas náuticas de dicho estado; y el Polígono Tuxpan,

que incluye tres formaciones arrecifales, conocidas como Tuxpan, Enmedio y Tanhuijo, con una superficie de 17 mil 984-69- 64.81 hectáreas, localizadas a una distancia de 2.92 millas náuticas de dicha entidad federativa.

Alberga arrecifes coralinos de características similares con una elevada productividad y riqueza, en los que habitan dos especies de hidrocorales y 31 especies de corales escleractinios, incluyendo coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*), ambas sujetas a protección especial de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010.

De acuerdo con su decreto publicado el 5 de junio de 2009, la ANP corresponde a un área de Protección de Flora y Fauna, por lo que existen varias actividades que quedan prohibidas con base a su zonificación; entre las que destacan:

- Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos e inorgánicos, residuos sólidos o líquidos, o cualquier otro tipo de contaminante.
- Capturar, remover, extraer, retener, o apropiarse de vida silvestre y sus productos, salvo para las actividades productivas de bajo impacto ambiental, la investigación y colecta científica.
- Realizar actividades de dragado o de cualquier naturaleza que dañe el arrecife por arrastre en el fondo marino.
- Introducir especies exóticas.
- Usar explosivos o químicos para la captura de organismos de los arrecifes, así como para las actividades de pesca.
- Anclarse, pararse, asirse o tocar los corales y arrecifes, arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas, así como remover sedimentos del fondo marino.

La **Laguna Madre y Delta del Río Bravo** abarca una superficie de 4,082.55 Ha del SAR, lo que representa un 0.07 %. Mientras que su distancia respecto al Área Contractual 12 es de 192 km aproximadamente

Fue declarada el 14 de abril de 2005 como Área de Protección de Flora y Fauna. Es el más extenso de los ecosistemas de los denominados hipersalinos, e incluye importantes ciénegas intermareales que alcanzan las 50,800 hectáreas y una considerable riqueza de humedales, donde existen cuatro especies de mangle: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), que se

encuentran amenazadas de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Además, constituye una de las rutas migratorias de aves acuáticas, mientras que especies de aves residentes se refugian, alimentan y anidan en esta área natural protegida.

El Programa de Manejo señala actividades no permitidas, dentro de las cuales se citan las siguientes:

- Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres.
- Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante tales como insecticidas, fungicidas, y pesticidas entre otros, al suelo y a cuerpos de agua.
- Capturar, remover, extraer, retener, o apropiarse de vida silvestre y sus productos, salvo para las actividades productivas de bajo impacto ambiental, la investigación y colecta científica.
- Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo para rehabilitación de cuerpos de agua

Ubicado en la porción norte del SAR se presenta la **Playa de Rancho Nuevo**, en Tamaulipas, abarcando una extensión de 90.65 ha del SAR, lo que equivale a 0.001 %. Mientras que del Área Contractual 12 se presenta alejado, aproximadamente a 182 km.

Su decreto fue publicado el 29 de octubre de 1986 y recategorizado el 16 de junio de 2002 bajo una categoría de manejo de Santuario. Es una región importante para el desove de tortugas marinas, los cordones litorales de dunas costeras y fisonómica de las islas de barrera.

Algunas de los aspectos que destacan de esta zona son:

- Presencia de flora y fauna nativa y alta interacción entre ecosistemas adyacentes.
- Función como corredor biológico: Al vincular la costa con zonas más altas de tierra adentro, particularmente con la RTP Encinares Tropicales de Loma Las Pitas y Sierra Maratines.
- Mantiene el carácter estuarino.
- Existe una especie endémica de tuza, subespecies de liebre y ardilla, así como la tortuga lora
- Riqueza específica: 2 (medio) Principalmente en tortugas marinas, tuzas, liebres, ardillas, ocelotes, pericos y mangles.

Cabe señalar que las actividades que se realizarán para el presente Proyecto no contemplan por ningún motivo, las mencionadas como actividades prohibidas. Asimismo, el impacto derivado de las actividades del Proyecto será percibido únicamente en las inmediaciones del pozo a perforar; por lo que, debido a su lejanía con el Área Contractual 12, no se espera que modifiquen en el estado de conservación de las ANP.

III.1.1.7.2 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales.

La Figura III-3 muestra la ubicación de las ANP´s de jurisdicción estatal para los estados de Tamaulipas y Veracruz. Mientras que la Tabla III-29 muestra la superficie que ocupa cada una y su porcentaje respecto al SAR.

Tabla III-29. Superficie y porcentaje del ANP estatal respecto al SAR

ANP Estatal	Superficie (ha)	%
Zona Ecológica Santuario del Loro Huasteco	68.58	0.001
Sierra de Otontepec	503.75	0.01
La Vega Escondida (poligonal 1)	1,040.52	0.02
La Vega Escondida (poligonal 2)	2,694.67	0.04

Fuente: TEMA, 2020

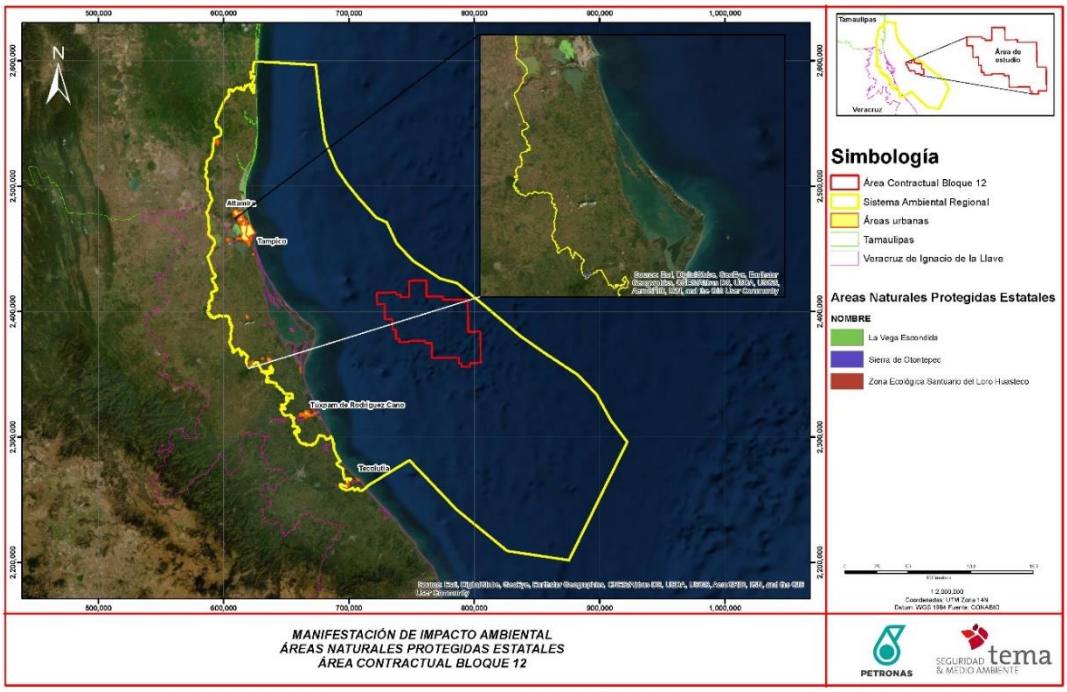


Figura III-3. Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al SAR.

Fuente: TEMA, 2020

De acuerdo a lo anterior, se presenta una breve descripción de las ANP estatales identificadas dentro SAR.

El **Santuario Loro Huasteco** fue decretado como ANP con carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica el 17 de noviembre de 1999. Se encuentra en la zona norte del SAR, abarcando una extensión de 0.001 %. Respecto al Área Contractual 12, se encuentra alejado, aproximadamente a 134.56 km.

Con la finalidad de asegurar su permanencia como refugio de flora y fauna de la región, en especial del loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix),* el Santuario es un espacio natural primordial para preservar los ambientes representativos de la zona, salvaguardar la diversidad genética de la flora y fauna silvestre que ahí coexisten, además de propiciar humedad del ambiente, aportar un porcentaje mayor de oxígeno y contribuir en la recarga de acuíferos en la zona.

La **Sierra de Otontepec**, se presenta en la zona norte y centro del SAR, ocupando una extensión de 503.75 ha, lo que equivale al 0.01 % de la superficie del SAR.

Esta ANP fue declarada como en la categoría de Reserva Ecológica, mediante decreto publicado en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, el 2 de marzo de 2005. Dentro de las actividades que

podrán realizarse actividades se encuentran: la conservación, preservación y restauración de sus ecosistemas y elementos, a la investigación, educación ambiental, el ecoturismo y al desarrollo sustentable de acuerdo con la zonificación.

La Sierra de Otontepec proporciona múltiples servicios ambientales, siendo su principal función la captación de agua. Además, el aislamiento de la Sierra de Otontepec, le confiere endemicidad como ecosistema. Los relictos de bosque mesófilo de montaña presente en esa zona son de gran interés para su conservación. Asimismo, a través de una zonificación se orienta a los propietarios hacia el manejo sustentable de los recursos naturales como son las plantaciones comerciales, desarrollo ecoturístico, establecimiento de UMA, floricultura, hortalizas y ganadería intensiva, entre otros usos.

La Vega Escondida, ubicada en la zona norte del SAR, municipio de Tampico, Tamaulipas, ocupa una superficie de 68.58 ha, lo que equivalente al 0.001 % del SAR.

Fue decretada como Zona Especial sujeta a Conservación Ecológica el 12 de septiembre de 2003. El área queda comprendida en dos poligonales adyacentes separados por el río Tamesí y su zona federal. La importancia de esta área presenta deriva de su alta biodiversidad, humedales de agua dulce y salobre en el que existen al menos 24 especies animales y 4 especies vegetales en estatus de protección especial, amenazadas o en peligro de extinción, además de ser una escala vital de aves migratorias en el corredor Norte-Sur del continente americano.

Cabe mencionar que, de acuerdo con la ubicación de cada una de las ANP estatales ninguna de las actividades que se desarrollarán en el Proyecto afectará a las ANP estatales.

III.1.1.8 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.

III.1.1.8.1 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 que se encuentran dentro del SAR se observan en la Figura III-4. La Tabla III-30 muestra la superficie que ocupada cada una de las áreas y su porcentaje respecto al SAR.

Tabla III-30. Superficie y porcentaje de las RTP en el SAR

RTP	Superficie (ha)	%
Encinares tropicales de Loma Las Pitas y Sierra Maratines	20,400.01	0.33
Rancho Nuevo	5,218.07	0.08
Laguna de San Andrés	73,923.15	1.20
Laguna de Tamiahua	141,870.57	2.29

Fuente: TEMA, 2020

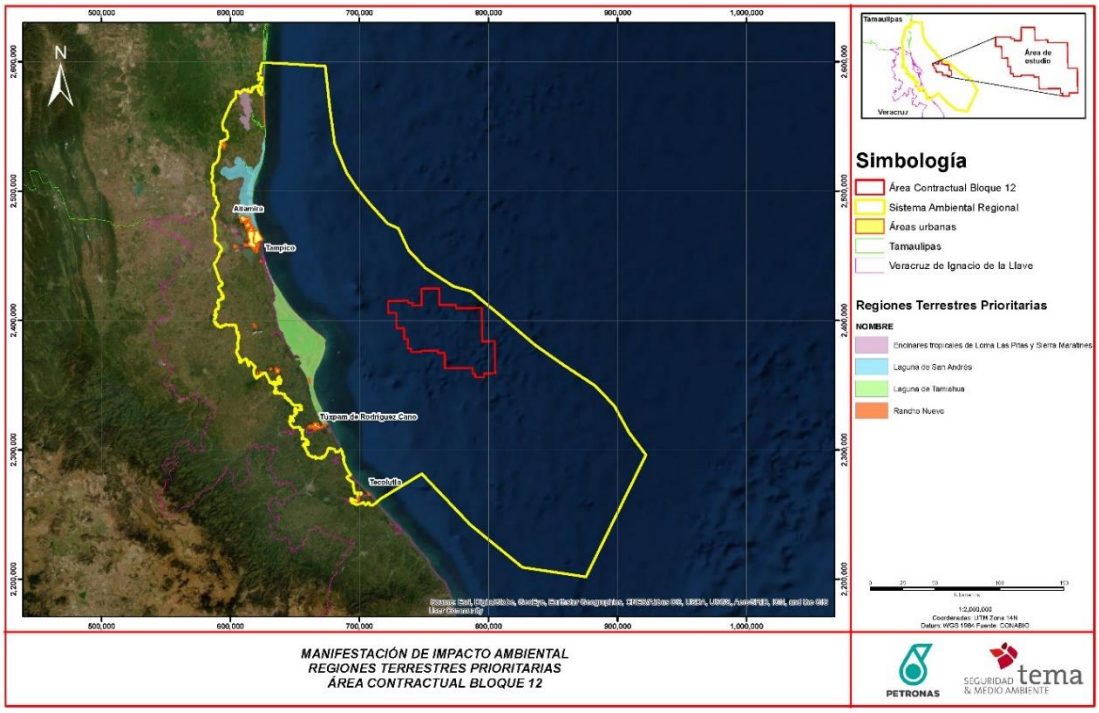


Figura III-4. Regiones Terrestres Prioritarias

Fuente: TEMA, 2020

Los siguientes párrafos describen brevemente cada una de las RTP identificadas en el SAR:

Los **Encinares tropicales de Loma Las Pitas y Sierra Maratines**, se ubica en los municipios de Aldama y Soto la Marina, Tamaulipas. Respecto al SAR se presenta en la zona norte de éste, abarcando una superficie 20,400.01 ha, es decir 0.33 %.

La importancia de esta RTP radica en la presencia de encinares tropicales (*Quercus oleoides*) sobre afloramientos de basalto desde Aldama hacia la Boca del Tordo, en el Golfo, hasta las cercanías de La Zamorina. En la región también se presentan restos de selva mediana, así como selva baja caducifolia y pastizales. Es una zona importante para mamíferos como los jaguares.

Actualmente la región está sometida a fuerte presión antropogénica, La mayoría de los encinares tropicales han sido convertidos en pastizales.

Ubicado en la porción norte del SAR se presenta la RTP **Rancho Nuevo**, que se encuentra en los municipios de Aldama y Soto la Marina. La superficie que ocupa del SAR corresponde a 5,218.07 ha; es decir, 0.08 %.

Es una región importante para el desove de tortugas marinas. Además, existe una especie de tuza endémica y varias subespecies de liebres y ardillas; algunas de las cuales, se han reportado como especies en peligro tales como el ocelote, la tortuga lora y los pericos. En el estuario del río Barberena se distribuyen manglares de los géneros *Laguncularia* y *Conocarpus.*

Los principales problemas en la región son el pastoreo extensivo, los asentamientos irregulares, la destrucción ilegal de huevos de tortuga marina, los proyectos megaturisticos y recientemente la implementación del canal intracostero.

La **Laguna de San Andrés** se presenta en la zona norte del SAR y abarca una superficie de 73,923.15 ha, lo que representa el 1.2 %.

Debido a su diversidad biológica esta región representa una fuente importante de producción y alimentación de las diferentes especies silvestres de tortugas marinas, aves playeras, canoras y de ornato, así como especies piscícolas. Alberga manglares, y pastos marinos. La desembocadura del río Tigre y la intrusión de agua salina en la laguna de San Andrés crea un ecotono muy interesante en el cual existe una alta diversidad de especies vegetales y animales. La parte continental de esta región es importante por la presencia de endemismos como tuzas, aves y especies de plantas propias del noreste. Se reportan especies en peligro como el ocelote, el loro tamaulipeco y la tortuga lora. La vegetación presente es la de selva baja caducifolia con vegetación secundaria, vegetación halófila como el pastizal salino de sacahuite (*Spartina sp*.) y manglares.

Se identifican como principales problemas el crecimiento del puerto de Altamira y de las ciudades de Tampico y Madero, la contaminación causada por la zona industrial, la implementación y manejo inadecuado del proyecto de canal intra costero y el cambio de uso del suelo a pastizales.

La **Laguna de Tamiahua** se ubica en la porción centro del SAR. Corresponde a la RTP con mayor superficie dentro del SAR con 141,870.57 ha (2.29 %).

Su importancia para la conservación radica en que se trata del límite norte de un manglar extenso y bien estructurado. Es el manglar más grande que aún queda al norte del Papaloapan. Existe una zona de playa importante para el desove de tortuga. Es además el límite boreal de varias especies típicas de este bioma. Representa también una de las lagunas más ricas en especies de peces, de las cuales están reportadas aproximadamente 120. De acuerdo con la cartografía, se encuentran zonas de manglares localizados, pastizales y dunas costeras.

Entre los principales problemas se identifican el uso de madera del manglar para la construcción y elaboración de carbón, la tala del manglar para establecer potreros, el crecimiento de la ciudad de Tuxpan y la sobreexplotación pesquera en el manglar. Un problema importante es la deforestación, la cual se estima cercana a 1 % por año.

De acuerdo con las regiones identificadas, el desarrollo del Proyecto no compromete el estado de conservación de estas, ya que las actividades se llevarán a cabo dentro del Área Contractual 12, cuya distancia más cercana es de 54 km aproximadamente de la Laguna de Tamiahua.

III.1.1.8.2 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.

El porcentaje de superficie que se encuentra dentro del SAR se presenta en la Tabla III-31. La Figura III-5 muestra la ubicación de las RMP respecto al SAR.

Tabla III-31 Regiones Marinas Prioritarias dentro del SAR

RMP	Superficie (ha)	%
Giro Tamaulipeco	1.42	0.00002
La Pesca-Rancho Nuevo	298,654.75	4.83
Laguna San Andrés	240,929.51	3.89
Pueblo Viejo-Tamiahua	644,878.96	10.43
Tecolutla	133,299.09	2.15

Fuente: TEMA, 2020

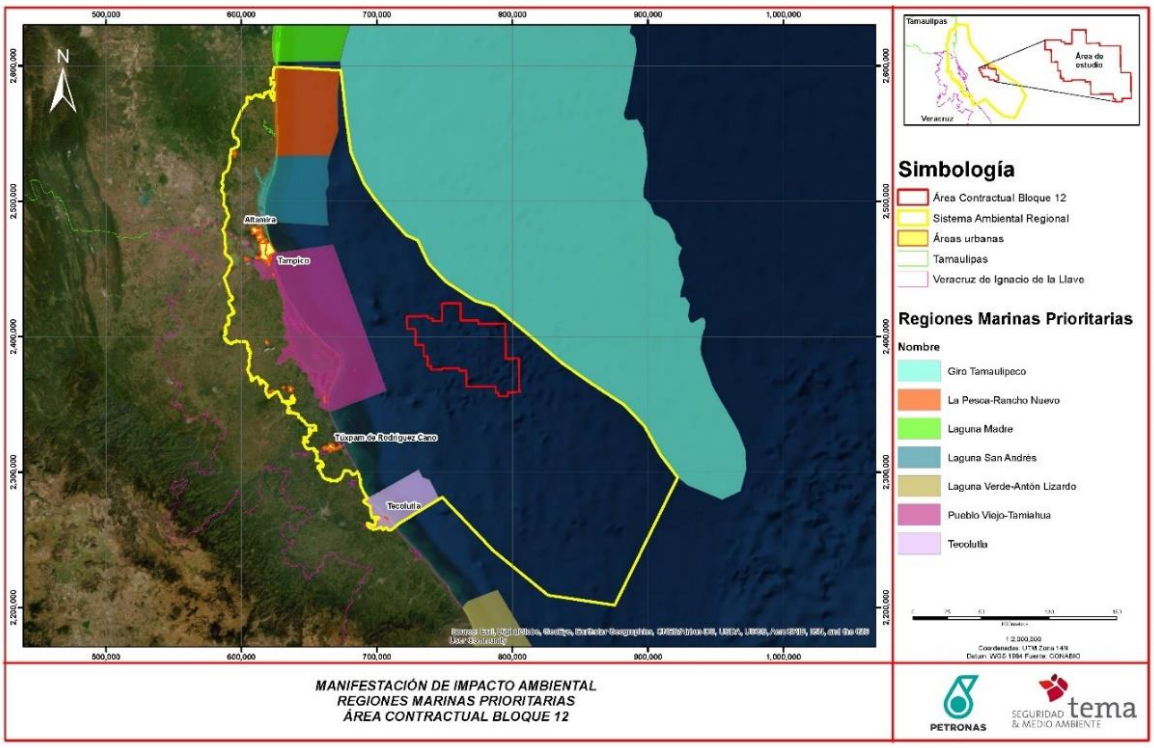


Figura III-5. Regiones Marinas Prioritarias

Fuente: TEMA, 2020

A continuación, se presenta brevemente una descripción de las RMP identificadas dentro del SAR:

La región **Giro Tamaulipeco** representan una pequeña porción de la superficie SAR (0.00002 %); sin embargo, es la región más cercana al Área Contractual 12.

Aunque representa un área a aún por estudiar se contempla existe una alta biodiversidad fitoplancton, zooplancton, peces, aves residentes (Laguna Madre) y aves migratorias.

Uno de los aspectos económicos que se identifican es el conflicto internacional por estar en los límites de la Zona Económica Exclusiva, además que existe la pesca de especies de tiburón, atún y sardina. La presencia de contaminantes industriales y petroleros es la problemática más importante identificada.

Ubicado en la porción norte del SAR se presenta la región **Pesca-Rancho Nuevo**, que abarca 298,654.75 ha; lo que representan el 4.83 % de la superficie del SAR.

La biodiversidad que se identifica en la zona es alta, presentando especies de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares y endemismo de

tortugas (*Lepidochelys kempi*). Esta zona también es importante por ser un área de anidación y reproducción de tortugas.

Entre las problemáticas identificadas se encuentran:

- Modificación del entorno: desforestación.
- Contaminación: por petróleo y basura (agente mortal para los organismos, impacto para la zona de anidación de tortugas y de alimentación de aves).
- Uso de recursos: presión sobre especies de tortugas y camarones.
- Regulación: falta de vigilancia en Rancho Nuevo para protección de tortugas (lora).
- Problemas fronterizos por el canal inter-costero de Brownsville, E.U.

La **Laguna San Andrés** se ubica en la porción norte del SAR. Su extensión respecto al SAR es de 240,929.51 ha; es decir 3.89 % de la superficie.

Algunos de los componentes ambientales que contempla como altamente diversos son: moluscos, crustáceos, peces, tortugas, aves, pastos marinos (*Ruppia maritima*), manglares (mangle blanco *Avicennia tinchoria* y rojo *Rhyzophora mangle*). Además, presenta una alta integridad ecológica en praderas marinas, dunas y playas. Es considerada una zona de crecimiento y alimentación de crustáceos (*C. rathbune, C. sapidus, P. setiferus, Macrobrachium acanthurus*) y de peces; de crecimiento de moluscos (*Crassostrea spp*).

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

- Modificación del entorno: por tala de manglar y dragados.
- Contaminación: por la presencia de agroquímicos y fertilizantes, contaminantes industriales, desechos urbanos y aguas residuales.
- Uso de recursos: probable presión sobre especies jaiba, camarón y peces; se debe evaluar.

Pueblo Viejo-Tamiahua se presentan en la zona centro del SAR. Representan la región más extensa dentro del SAR abarcando una extensión de 644,878 ha, es decir 10.43 % de la superficie del SAR. Además, representan el área más cercana al Área Contractual 12, presentándose a 34 km aproximadamente.

La Biodiversidad que alberga esta zona está representada principalmente por moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, fanerógamas, aves y mamíferos, manglares. Presenta un alto endemismo de plantas (*Amaranthus greggii, Florestina triptess, Palafoxia tinderii, Amphitecna*

tuxtlensis, Chamaecrista spp, Hyperbaena jalcomulcensis, Trachypogon gouirni, Citharexylum ellipticum, Dioon edule). Además, representa una zona de anidación, migración y reproducción de tortugas, aves y peces (atún, sierra).

Entre las problemáticas que se citan para éste región se encuentran:

- Zona altamente perturbada y contaminada.
- Modificación del entorno: eutroficación de lagunas costeras y manglar en riesgo.
- Contaminación: existen descargas de agua dulce, arrastres, contaminación por petróleo, basura y otros desechos sólidos (pilotes de la CFE), aguas residuales, agroquímicos, fertilizantes, descargas termales (salobres e industriales) y dragados; además, actividades industriales.
- Uso de recursos: presión del sector pesquero sobre ostión, camarón y peces (robalo, sábalo, lisa).

En la región de **Tecolutla** se presentan lagunas costeras, playas, marismas, humedales, esteros, dunas y bajos. Se ubica en la zona sur del SAR, abarcando 133,299.09 ha; es decir 2.15 % del SAR.

La biodiversidad que presenta está integrada por crustáceos, peces, tortugas, aves migratorias, tulares, manglares, halófitas; vegetación con alta integridad ecológica (manglar, humedales, dunas). Hay endemismos en peces y zona de reproducción y alimentación de tursiones y de reproducción de tortugas.

La problemática que se encuentra en esta zona tiene que ver con aspectos como:

- Modificación del entorno: desforestación, modificación de la vegetación, desecación de ríos y mantos freáticos.
- Contaminación: agroquímicos. Coliformes en estuarios.
- Uso de recursos: recursos gaseros, abastecimiento de agua y riego.

A pesar de que todas las áreas antes mencionadas se encuentran dentro del SAR, ninguna de estas será modificada por las actividades que se desarrollarán dentro del Área Contractual 12, dado que este impacto será percibido únicamente en las inmediaciones del pozo a perforar.

III.1.1.8.3 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.

La Figura III-6 muestra la ubicación de las RHP cercanas al Proyecto. Mientras que la Tabla III-32 presenta la superficie y porcentaje respecto al SAR.

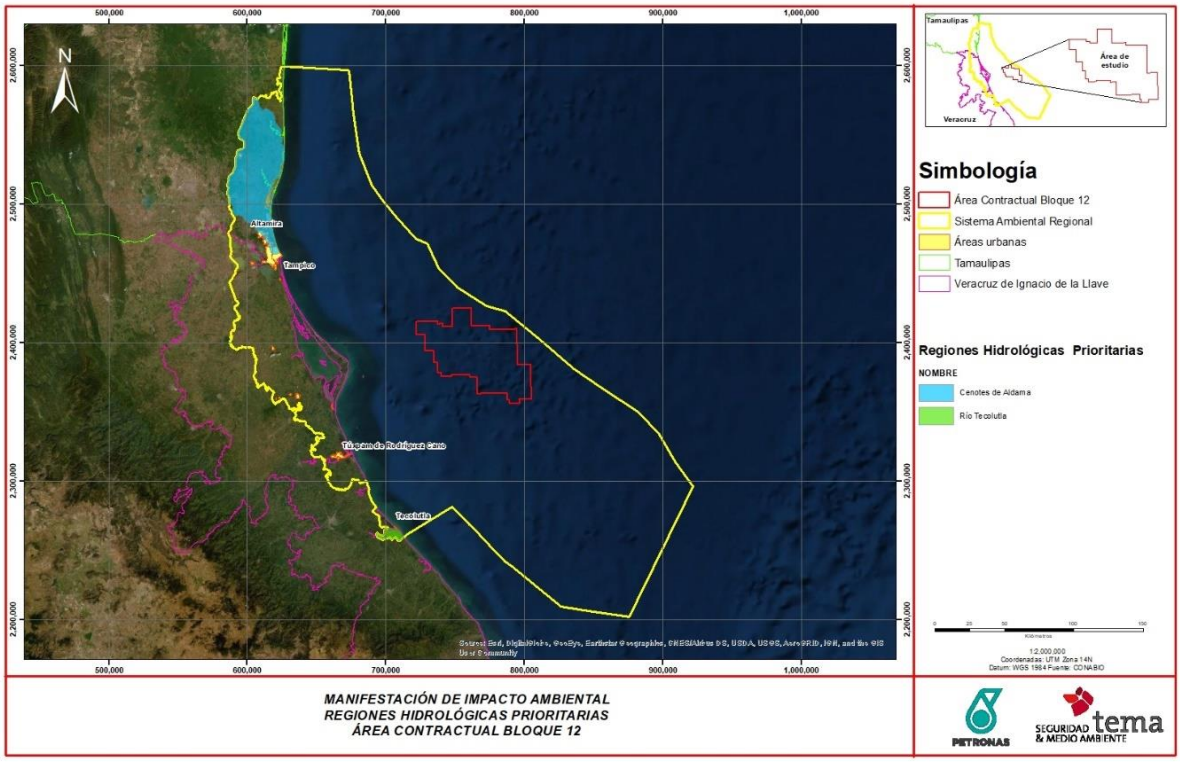


Figura III-6. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Fuente: TEMA, 2020

Tabla III-32. Porcentaje del SAR dentro de las RHP

RHP	Superficie (ha)	%
Cenotes de Aldama	262,490.62	4.24
Río Tecolutla	10,553.29	0.17

Fuente: TEMA, 2020

Los siguientes párrafos presentan una descripción breve de las RHP identificadas dentro del SAR:

Cenotes de Aldama se presenta en la porción norte del SAR, abarcando una superficie de 262,490.62 ha; es decir, 4.42 % del SAR. En este sitio se presenta un alto endemismo del crustáceo *Procambarus* (*Ortmannicus*) a*cutus cuevachicae* y del pez *Prietella lundbergi.* Así como de especies amenazadas de tortugas y ranas; de aves *Amazona oratrix, A. viridigenalis, Aratinga holochlora, Bubo virginianus, Buteo jamaicensis, B. magnirostris y Otus asio*.

La problemática que atañe a este sitio se corresponde a:

- Modificación del entorno: formación de canales, desecación y modificación de la vegetación para agricultura.
- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales
- Uso de recursos: uso de suelo agropecuario en la planicie y para acuicultura.

La región **Río Tecolutla** cuenta con una alta biodiversidad, dentro de los que destacan los bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque mesófilo de montaña en la cuenca alta; selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación halófila y palmar en la cuenca baja. Además de una alta diversidad de hábitats terrestres y acuáticos, con diferentes grados de degradación a lo largo de la cuenca.

Dentro de los problemas que se destaca en esta zona se encuentran:

- Modificación del entorno.
- Contaminación por agroquímicos.
- Uso de recursos

Es de señalar que la porción que las RHP que se menciona, corresponden a la zona terrestre del SAR; por lo que las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual 12, no afectarán a estas regiones.

III.1.1.8.4 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 con 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. Debido a la cercanía del SAR con las zonas costeras se identificaron si existen sitios Ramsar cercanos al Proyecto.

La Tabla III-33 muestra los sitios RAMSAR que se ubican dentro del SAR, así como la superficie que ocupa cada uno de ellos. La Figura III-7 muestra la ubicación de estos.

Tabla III-33. Superficie y porcentaje de Humedales en el SAR

RAMSAR	Superficie (ha)	%
Playa Tortuguera Rancho Nuevo	90.65	0.001
Laguna de Tamiahua	76,818.07	1.24
Manglares y humedales de Tuxpan	10,599.54	0.17

Fuente: TEMA, 2020

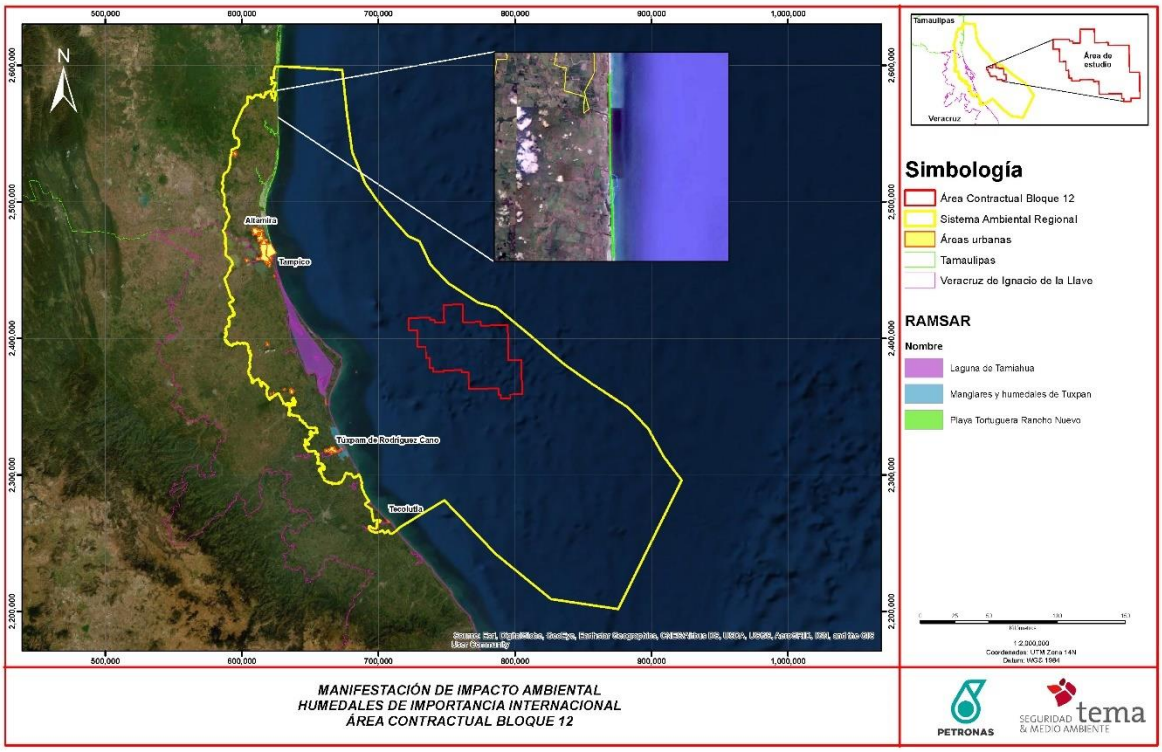


Figura III-7. Sitios Ramsar cercanos al SAR

Fuente: TEMA, 2020

La siguiente descripción muestre brevemente la importancia de cada una de las áreas identificadas como sitios RAMSAR dentro del SAR:

La **Playa Tortuguera Rancho Nuevo**, se ubica en la porción norte del SAR. El porcentaje de superficie que ocupa respecto al SAR es de 0.001 %. Está región está integrada por lagunas costeras, dunas costeras, marismas y esteros.

Como se menciona en otros apartados, constituye la única zona de reproducción en el mundo, para la tortuga lora, endémica del Golfo de México. Además, representan una zona de gran diversidad de especie importantes de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares.

La **Laguna de Tamiahua** se encuentra en la región marina prioritaria de México, Pueblo Viejo-Tamiahua y en la región terrestre prioritaria Laguna de Tamiahua. Respecto al SAR, se ubica en la zona centro, abarcando una superficie de 76,818.07; es decir, 1.24 %.

Es la tercera laguna costera más grande de México. En ella, habitan una gran variedad de especies de importancia económica y de aves migratorias. Asimismo, representan una zona de playa importante para el desove de tortugas marinas. Es además el límite boreal de varias especies típicas de este bioma.

Los **Manglares y humedales de Tuxpan** se encuentran localizados en la zona centro de SAR, abarcando una superficie de 10,599.54 ha (0.17 %).

Comprende una gran variedad de ecosistemas, entre los que se encuentran: bosques de manglar, acahuales, algunos parches de encinares, espartales, pastizales y tulares. Esta gran variedad de hábitats sostiene la gran diversidad de aves que se puede observar en el sitio

Debido a que el Proyecto se desarrollará alejado de las zonas identificadas como RAMSAR, se considera que ninguna de las actividades afectará el estatus de conservación de estas.

III.1.1.8.5 AICAS

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) corresponden a sitios donde se presentan cantidades significativas de especies de aves 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 presente Proyecto, se realizó la búsqueda de estos sitios con el fin de identificar si las actividades que se desarrollarán afectarán estos lugares.

La Tabla III-34 muestra los sitios que se presentan dentro del SAR, así como su superficie y porcentaje. Mientras que las Figura III-8 muestra la ubicación de estos.

Tabla III-34. Superficie y porcentaje de AICAS en el SAR

AICAS	Superficie (ha)	%
Rancho los Colorados y Área de Influencia	6,719.20	0.11
Cerro del Metate	19,970.29	0.32
Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz	204,475.18	3.31
Tecolutla	666.27	0.01

Fuente: TEMA, 2020

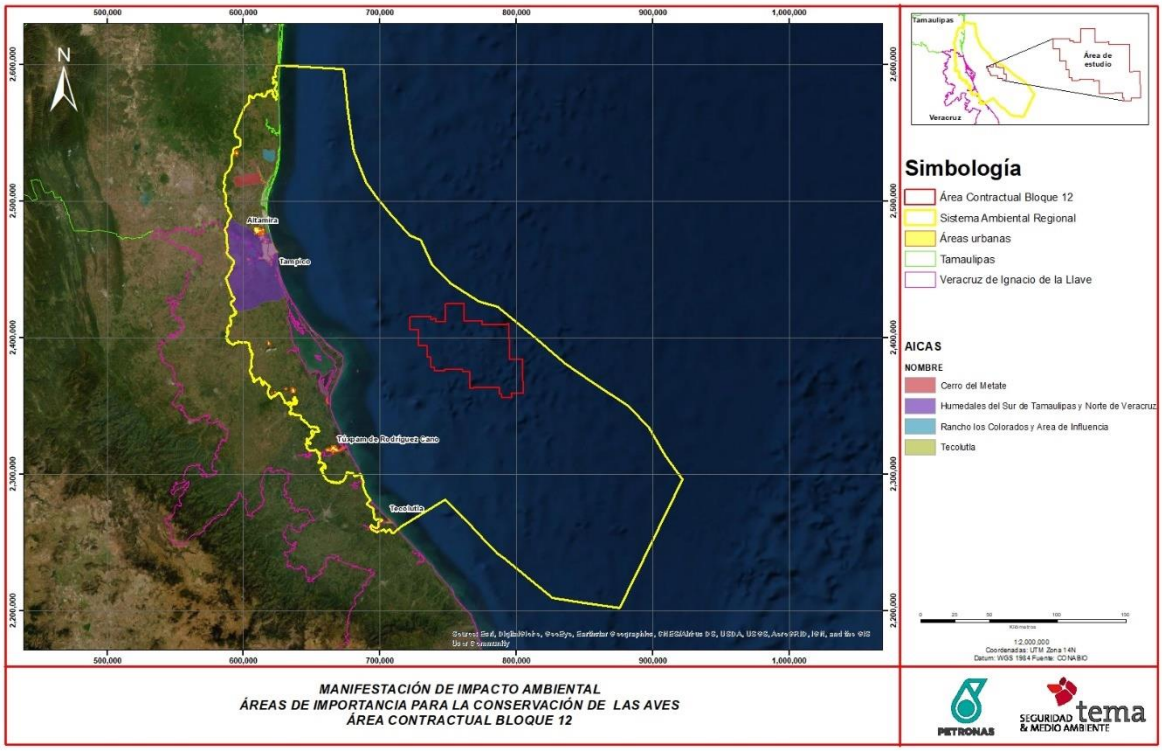


Figura III-8. AICAS cercanas al SAR

Fuente: TEMA, 2020

Los siguientes párrafos presentan una descripción breve de los sitios identificados como AICAS dentro del SAR:

El **Rancho los Colorados y Área de Influencia**, se presenta en la zona norte del SAR y abarca una extensión de 6,719.20 ha; es decir, 0.11 % de la superficie del SAR.

En este sitio se han registrado 260 especies de aves, dentro de las cuales se encuentran: *Amazona oratrix* y *A. viridigenalis,* ambas en peligro de extinción. La mayor amenaza que presenta este sitio

deriva de la practica la ganadería, que es una actividad muy productiva que deriva en la deforestación y explotación inadecuada de recursos.

Ubicado en la porción norte del SAR, se encuentra **El Cerro del Metate**. La extensión que abarca este sitio respecto al SAR es de 19,970.29 ha, lo que representa el 0.32 %.

Así como en la región anterior, estos sitios presentan una gran variedad de especies, de las cuales se encuentran *Amazona* oratrix y *A. viridigenalis.* Además, corresponde a un a un sitio de hibernación y tránsito para grandes cantidades de migratorias neotropicales.

Los **Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz**, se presentan en la zona centro del SAR y corresponde a una superficie de 204,475.18 ha, es decir 3.31 %. *Amazona oratrix, Amazona virigenalis* y *Geothlypis flaveolata*, son algunas de las especies consideradas como globalmente en peligro y vulnerables, respectivamente. Corresponde a un sistema estuarino que desemboca del Río Tecolutla, Está formado por tres esteros en diferente grado de conservación, rodeados de manglar.

Tecolutla también alberga algunas de las poblaciones de aves residentes acuáticas, además se presenta como es sitio de hibernación y paso de aves migratorias, principalmente acuáticas.

Cabe mencionar que debido ninguna de las actividades que se llevarán a cabo para la perforación del pozo en el Área Contractual 12, afectará las zonas identificadas como AICAS, dado que éstas se realizarán en la porción marina del SAR. En este sentido se considera que el Proyecto no afectara el estado de conservación de estas.

III.1.1.8.6 Presencia de manglar

La ubicación de manglar es de gran importancia debido a que representa un ecosistema altamente productivo, con una gran riqueza biológica y proporcionan una gran diversidad de recursos y servicios ambientales.

La Tabla III-35 presenta la superficie de manglar y su porcentaje dentro del SAR. Mientras que en la Figura III-9 se muestra su distribución.

Tabla III-35. Superficie y porcentaje de Manglar en el SAR.

Manglar	Superficie (ha)	%
Boca de Lima	5,597.25	0.09
Tecolutla	10,041.16	0.16
Tuxpan	35,617.06	0.58
Barra de Ostiones	29,93.02	0.05
Lomas del Real	11,162.36	0.18

Manglar	Superficie (ha)	%
Miramar	12,670.30	0.20
Rancho Nuevo	100,06.53	0.16
Barra del Tordo	14,115.11	0.23
Estero Juan González (Temix)	3,588.93	0.06
Pueblo Viejo-El Chairel	76, 621.91	1.24

Fuente: TEMA, 2020

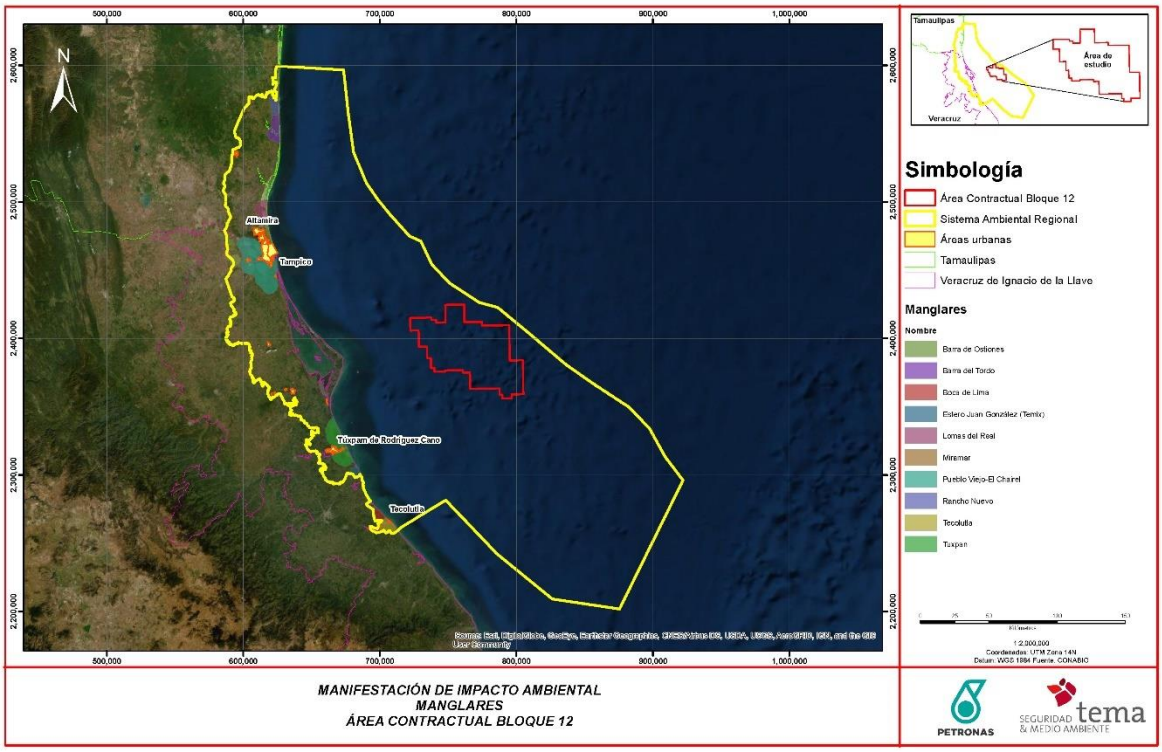


Figura III-9. Manglar dentro del SAR.

Fuente: TEMA, 2020

De manera general, los manglares presentan una gran importancia, ya que funcionan como corredores biológicos de diferentes especies de aves acuáticas migratorias. Comprenden zonas de refugio para varias especies, reproducción y alimentación. Alberga poblaciones de aves residentes acuáticas, es sitio de hibernación y paso de aves migratorias. Además, favorecen la captación de agua. Amortiguan los efectos de las tormentas tropicales y huracanes. Asimismo, favorecen la producción de materia orgánica.

De acuerdo con las actividades que realizarán para el proyecto, los manglares más cercanos a los puertos de Tuxpan y Tampico, considerados como sitios probables para realizar la actividad logística, son: Pueblo Viejo-El Chairel, Miramar y Tuxpan.

A continuación, se hace una breve descripción de estos sitios.

El **manglar Pueblo Viejo-El Chairel** presenta una superficie de 76, 621.9 ha dentro del SAR; lo que representa el 1.24 de su superficie. Se encuentra asociado con otros tipos de vegetación, como son: Bosque de encino, Pastizal inducido, Selva baja caducifolia, Tular, Vegetación de dunas costeras y Vegetación halófila. La fauna que compone este sitio es: Camarón de alta mar, *Farfantepenaeus aztecus* (camarón café), *Litopenaeus setiferus* (camarón blanco), *Amazona oratrix* (loro de cabeza amarilla), *Amazona viridigenalis* (loro tamaulipeco), *Geothlypis flavovelata* (ave mascarilla negra norteña).

Este sitio representa una zona de anidación, migración y reproducción de tortugas, aves y peces (atún y sierra), es una zona de desarrollo y protección para el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), o cangrejo de tierra, que vive en dunas costeras húmedas, madrigueras de los manglares, en matorrales, en tulares, en selvas bajas inundables y medianas subperennifolias, en orillas de ríos y en ciénagas.

El **manglar Miramar,** ubicado en la zona norte del SAR, presentan una superficie de 12,670.30 ha, que corresponde de 0.20%. La vegetación de manglar está asociada con otros tipos de vegetación, como son: Selva baja caducifolia, Tular y Vegetación secundaria (acahual). Las especies de fauna que se presentan en el sitio son: reptiles; *Lepidochelys kempii* (tortuga lora), *Iguana* (iguana verde), *Crocodylus moreletii* y *Rana berlandieri* (rana), De aves: *Pelecanus erythrorhynchos* (pelícano), *Geothlypis flaveolata*, *Larus atricilla*, *Amazona viridigenalis* (loro) y *Amazona oratrix* (loro). Los mamíferos: *Nasua narica* (coatí), *Didelphis marsupialis* y *Procyon lotor* (mapache). El impacto directo identificado para el sitio es la Extracción de madera y corteza de manglar.

La importancia biológica del sitio es debido a que alberga poblaciones de *Crocodylus moreletii* en lagunas rodeadas de zona urbana.

El **manglar de Tuxpan** se presenta en la zona sur del SAR, abarcando una extensión de 35,617.06 ha del SAR; es decir, 0.58 %. Este manglar tiene una gran importancia porque representa uno de los manglares mejor conservados de la Provincia Biogeográfica del Golfo de México. Se encuentran las cuatro especies de mangle reportadas para México, mismas que se encuentran en la categoría de Protección Especial: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*),

mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo *(Conocarpus erectus*), éste último considerado en ocasiones como una especie diferente al mangle.

Algunas de las especies que se pueden encontrar en el sitio son: *Cassis medagascarensis* (casco gigante), *Panulirus argus* (langosta espinosa), *Dasypus novemcinctus* (armadillo de nueve bandas), *Didelphis marsupialis* (zarigüeya común), *Procyon lotor* (mapache boreal), *Ajaia ajaja* (espátula rosada), *Himantopus mexicanus* (cigüeñuela de cuello negro), *Cathartes aura* (ave aura común) y *Ceryle alción* (martín pescador norteño).

La importancia biológica del sitio se debe a que es una zona de reproducción y alimentación de delfines y de reproducción de tortugas. Poblaciones de moluscos gasterópodos y bivalvos, artrópodos, crustáceos y peces, dependen de los fenómenos ecológicos que suceden en el manglar.

En este caso, aunque se identificaron varios sitios con presencia de manglar dentro del SAR, ninguno se encuentra dentro del Área Contractual 12, que es donde se llevará a cabo la perforación del pozo exploratorio; por lo que se considera que ninguno de estos será afectado.

CAPÍTULO IV

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

CONTENIDO

CAPÍTULO IV 1

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) 3
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 12
IV.2.1 Medio Abiótico 12
IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos 12
IV.2.1.1.1 Temperatura media 15
IV.2.1.1.2 Temperatura mínima 18
IV.2.1.1.3 Temperatura máxima 20
IV.2.1.1.4 Precipitación 22
IV.2.1.1.5 Evaporación 25
IV.2.1.1.6 Días Nublados 27
IV.2.1.2 Fenómenos Climatológicos 29
IV.2.1.2.5 Heladas y Granizadas 29
IV.2.1.2.6 Temperaturas Extremas 33
IV.2.1.2.7 Tormentas 33
IV.2.1.2.8 Sequía 39
IV.2.1.3 Cambio Climático 40
IV.2.1.4 Fisiografía 47
IV.2.1.5 Edafología 49
IV.2.1.6 Geología 54
IV.2.1.6.1 Provincias geológicas 58
IV.2.1.6.2 Provincia petrolera 61
IV.2.1.7 Geología Marina 64
IV.2.1.8 Susceptibilidad de la zona 67
IV.2.1.8.1 Sismicidad 67
IV.2.1.8.2 Deslizamientos 70
IV.2.1.8.3 Inundaciones 71
IV.2.1.8.4 Actividad Volcánica 72
IV.2.1.9 Regiones Hidrológicas 73
IV.2.1.10 Cuencas 76

IV.2.1.11 Circulación costera y patrones de las corrientes 78
IV.2.1.12 Calidad de Agua 82
IV.2.1.12.1 Perfiles CDT 88
IV.2.1.12.2 Metales presentes en la columna de agua 92
IV.2.1.12.3 Presencia de Hidrocarburos en agua 94
IV.2.1.12.4 Nutrientes y clorofila 98
IV.2.1.13 Sedimento marino 100
IV.2.1.14 Hidrología subterránea 117
IV.2.1.15 Aire 120
IV.2.2 Medio Biótico 122
IV.2.2.1.1 Vegetación Terrestre y Uso de suelo 123
IV.2.2.1.2 Vegetación Marina 133
IV.2.2.2 Fauna 135
IV.2.2.2.1 Descripción de la Fauna dentro del SAR 139
IV.2.2.2.2 Fauna Terrestre 139
IV.2.2.2.3 Fauna marina 149
IV.2.3 Socioeconómico 205
IV.2.3.1 Descripción general municipal 205
IV.2.3.1.1 Tampico 205
IV.2.3.1.2 Tuxpan 212
IV.2.4 Paisaje 219
IV.3 DIAGNOSTICO AMBIENTAL 220

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.

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

El Sistema Ambiental Regional (SAR) es el ámbito espacial que presenta condiciones bióticas y abióticas homogéneas, conformado por una o varias unidades ambientales interconectadas y en donde serán provocados los impactos ambientales debido a las obras y/o actividades del Proyecto.

Su delimitación es compleja debido a que debe contemplar las interacciones dentro del ecosistema, entre los cuales se requieren establecer criterios físicos, biológicos, geográficos, geológicos, entre otros, y criterios con base en instrumentos jurídicos y 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 con el desarrollo de las actividades pretendidas en el Área Contractual 12.

En este caso, se tomaron en cuenta como base principal para la delimitación del SAR los criterios que se contemplan en los lineamientos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA); por lo que se considera adecuada una delimitación del SAR, que haya utilizado alguno o algunos de los siguientes criterios:

- Unidades de Gestión Ambiental
- 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 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 12 y su interacción con el Puerto de Tampico y el Puerto de Tuxpan. Considerando que ambos puertos son los más cercanos al área; 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 Sistema Ambiental Regional (SA), se procedió a sobreponer la cartografía digital mediante un Sistema de Información Geográfica, 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.

De acuerdo a 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 considerando los instrumentos presentados en la Tabla IV-1.

Tabla IV-1. Criterios delimitadores del SAR

Estado	Hectáreas
Unidades de Gestión Ambiental	Marina: 2, 158, 159, 200, 161,183,184, 185, 160, 201
	Regional: 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,17,18,20,24,25,26.

Estado	Hectáreas
Regiones Marinas Prioritarias	Fosa Segsbee
	Giro Tamaulipeco
	La Pesca-Rancho Nuevo
	Cayos Campeche
	Laguna Madre
	Laguna San Andrés
	Laguna Verde-Antón Lizardo
	Pantanos de Centla-Laguna de Términos
	Pueblo Viejo-Tamiahua
	Tecolutla.
Provincias Petroleras	Cinturón Plegado de la Sierra Madre Oriental
	Golfo de México Profundo
	Plataforma de Yucatán
	Sureste
	Tampico-Misantla
	Veracruz

Fuente: TEMA (2020)

La Figura IV-1, muestra los límites y criterios utilizados para la delimitación del SAR.

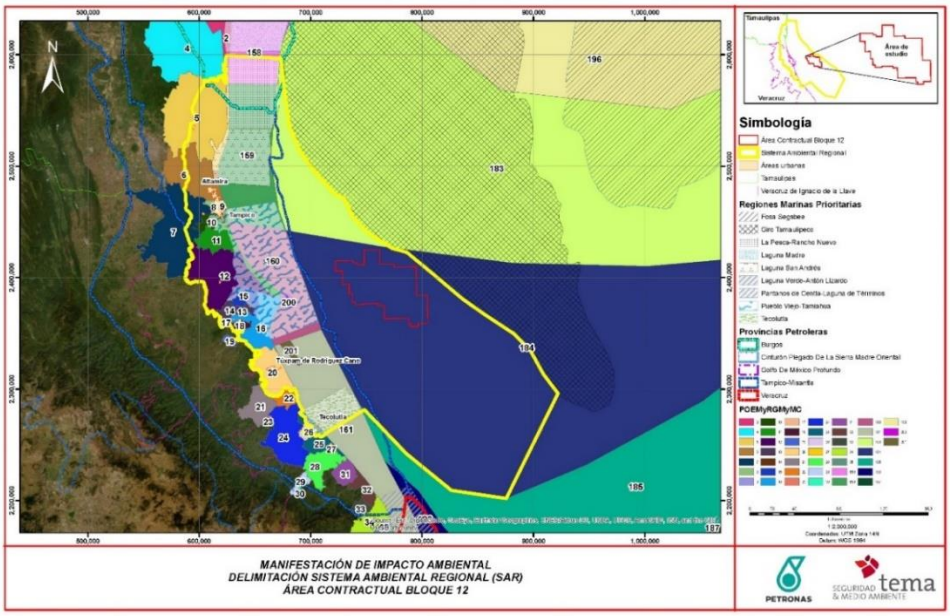


Figura IV-1 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Área Contractual 12

Fuente: TEMA (2020)

El área total del SAR contemplado para el Área Contractual 12 es de 6,185,686.26 ha. La superficie terrestre es de 980,116.10 ha, lo que representa el 15.8 % del SAR, mientras que 5,205,570.16 ha corresponden al área marina; es decir 84.2 %.

Los municipios que comprenden el SAR se presentan en la Tabla IV-2. De los 26 municipios, 5 se encuentran en el estado de Tamaulipas y 21 en el estado de Veracruz. La Figura IV-2 muestra la ubicación de los municipios.

Tabla IV-2. Municipios que abarca el SAR.

Estado	Municipios	Ha
Tamaulipas	Aldama	205997.98
	Ciudad Madero	4612.55
	Soto la Marina	6344.42
	Altamira	112059.13
	Tampico	11342.93
Veracruz	Álamo Temapache	287.02
	Cazones de Herrera	391.97
	Chinampa de Gorostiza	14016.35
	Chontla	102.22
	Citlaltépetl	108.42
	Gutiérrez Zamora	7551.16
	Naranjos Amatlán	13481.66
	Ozuluama de Mascareñas	197160.88
	Pánuco	56986.11
	Papantla	712.45
	Pueblo Viejo	28306.93
	Tamalin	25805.70
	Tamiahua	79572.43
	Tampico Alto	83835.04
	Tancoco	287.17
	Tantima	32256.79
	Tantoyuca	10.24
	Tecolutla	10529.98
	Tempoal	29.77
	Tihuatlán	258.35
	Tuxpan	92215.89

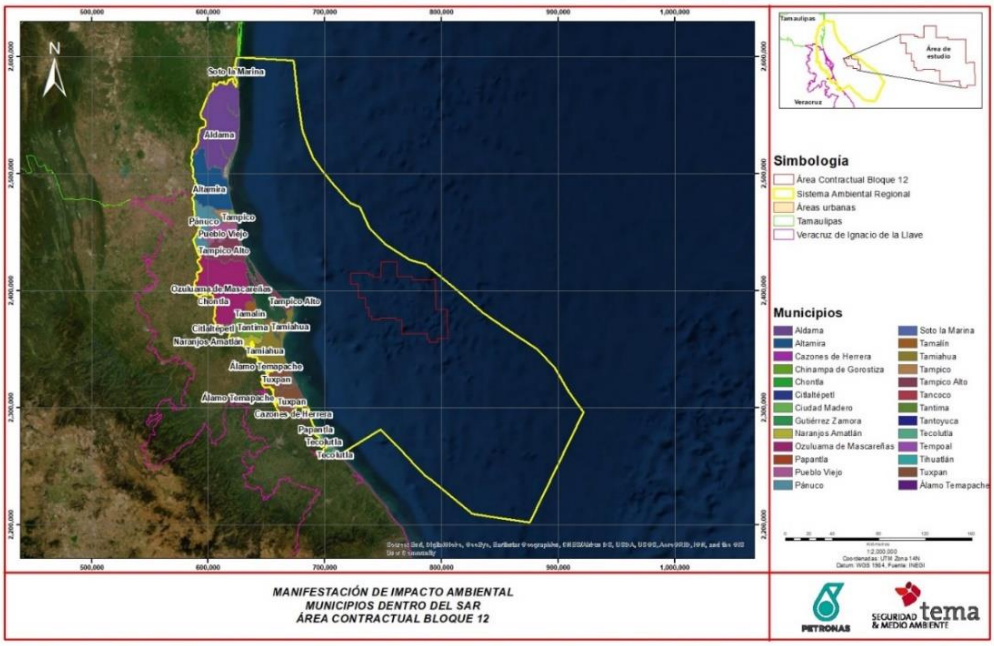


Figura IV-2. Municipios que abarca el SAR

Fuente: TEMA (2020)

Con la finalidad detallar el SAR, se realizó una modelación del derrame de petróleo utilizando el software (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 IV-3 muestra la información de los parámetros considerados para la simulación del Área Contractual 12.

Tabla IV-3. Parámetros de simulación de derrame en el Área Contractual 12

Sitio de lanzamiento: Bloque 12	
Latitud	21° 27.9292' N
Longitud	96° 24.8318' W
Profundidad del agua	1 445 m

Sitio de lanzamiento: Bloque 12	
Tasa de liberación	27 000 stb/d (4 293 m^3/día)
Duración de la liberación	150 días
Temperatura de la liberación	50°C
Diámetro de la tubería	19.5" (0.4953 m)
Relación gas/líquido	1650 scf/bbl (124.7 Sm^3/m^3)
Densidad de gas	0.979 kg/Sm^3
Dimensiones de cuadrículas: - Ancho de cuadrícula - Alto de cuadrícula	 1664 km 1440 km
Resolución especial del hábitat, concentración (vertical y horizontal) y superficie de cuadrícula: - Norte - Este - Profundidad	 2000 m 2000 m 10 m
Rango de profundidad de la cuadrícula de concentración (solo salida) - Mínimo - Máximo	 0 m 100 m
Paso de tiempo - Paso de tiempo computacional - Intervalo de salida	 30 minutos 6 horas
Duración de cada simulación	150 días
Número de simulaciones por año	25
Número de años.	5

Fuente: SINTEF (2020)

Resultados de 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 II, se agrega información en formato Kml y Excel de la concentración y espesor en ambos escenarios. Para cada uno, se presenta la concentración (mg/kg^2) y espesor (mm) de cada simulación.

Escenario 1

La Tabla IV-4 muestra la probabilidad de llegada del petróleo a la costa con base al tiempo. Los resultados de este escenario indican que, a partir de la liberación de crudo, la probabilidad de acumulación en la costa comienza a aumentar a partir del día 5.2, cuya cantidad de masa es de 55,890 toneladas (Figura IV-3).

Tabla IV-4. Resultados de simulación del 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
87	5.2 días	55 890 toneladas

Fuente: SINTEF (2020)



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

Fuente: SINTEF (2020)

Escenario 2

La Tabla IV-5 y Figura IV-4 muestran la simulación de la cantidad total de masa acumulada de crudo en función de la probabilidad de acumulación en la costa.

De acuerdo a estos datos, a 11.7 días de liberación del crudo, la mayor masa total acumulada será de 60, 850 toneladas.

Tabla IV-5. Simulación de masa total de crudo correspondiente al tiempo de llegada a la costa.

Número de simulación	Tiempo de llegada	Masa total a la costa
8	11.7 días	60,850 toneladas

Fuente: SINTEF (2020)

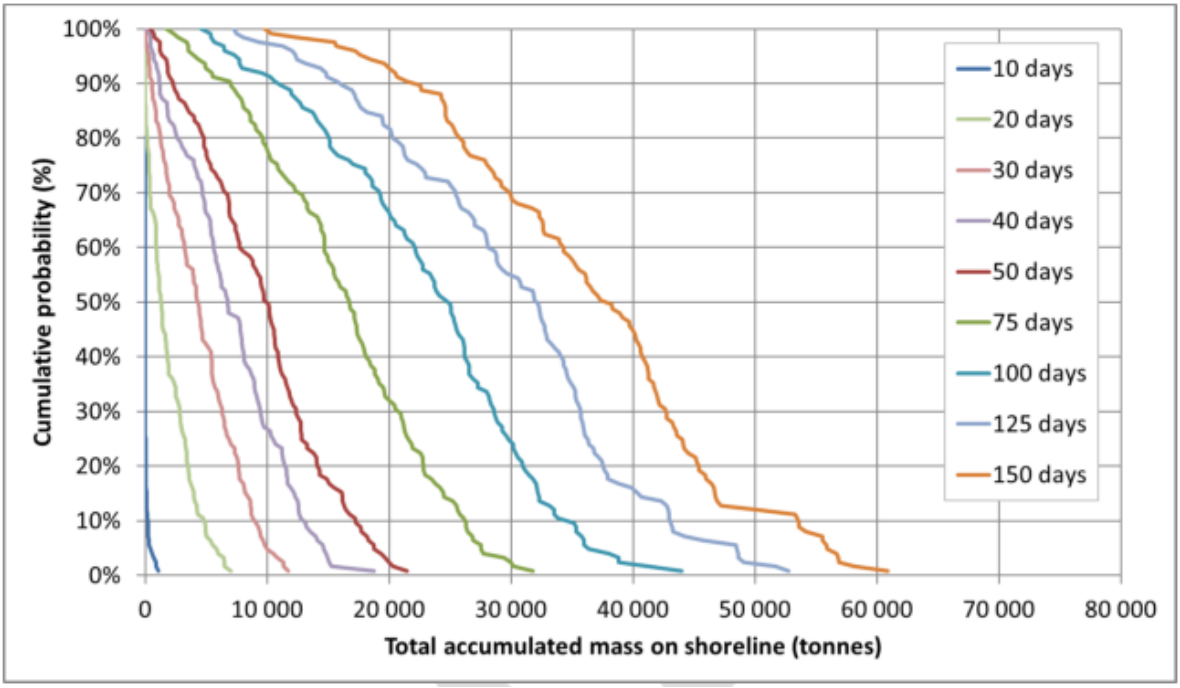


Figura IV-4. Masa de crudo acumulado en el litoral en función del tiempo después de haber comenzado la fuga

Fuente: SINTEF (2020)

En la Figura IV-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 ERA, en el Capítulo IX), por lo que es poco probable que el derrame llegue a la costa.

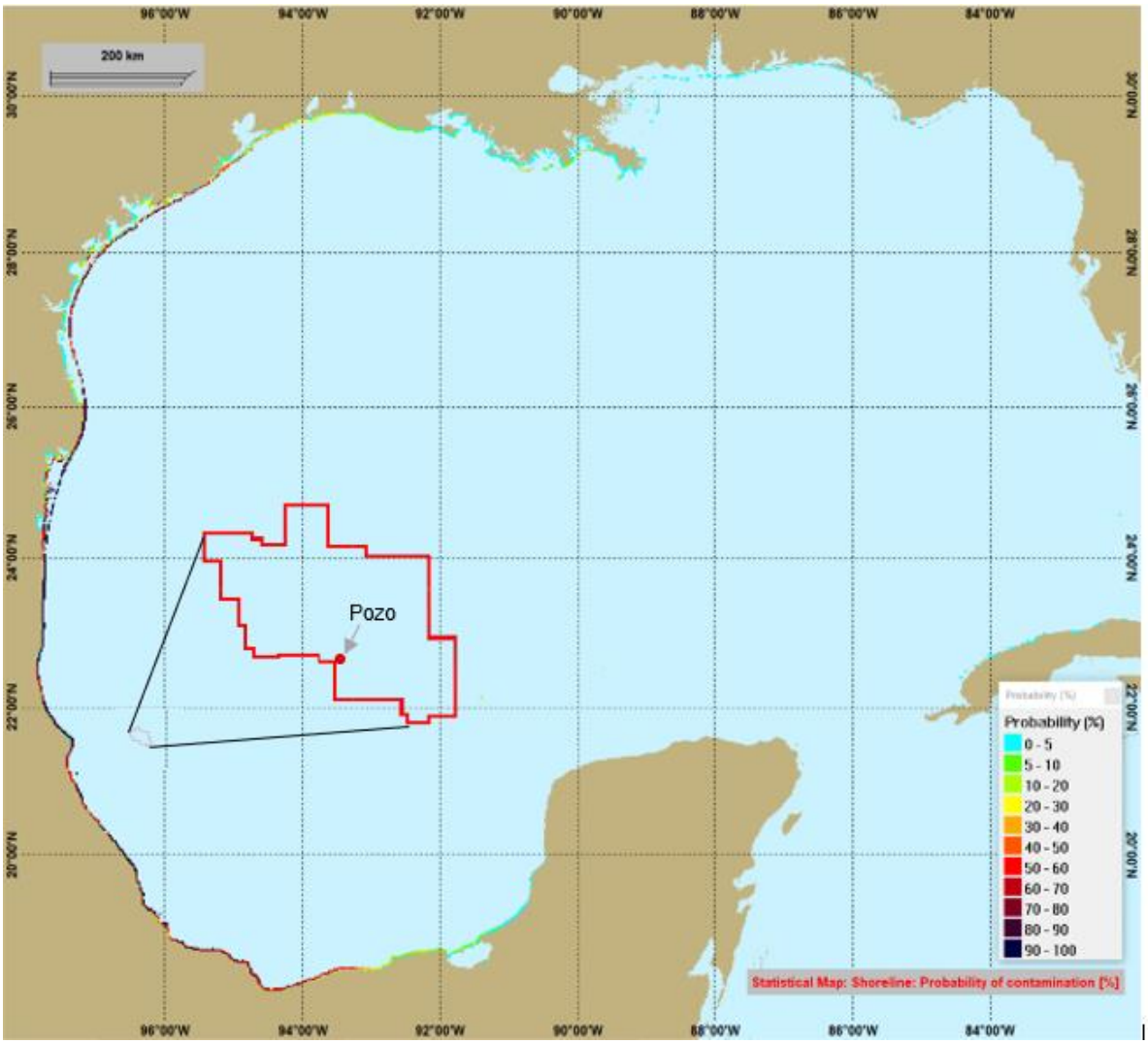


Figura IV-5. Mapa que muestra el tiempo más corto de llegada del derrame a la costa

Fuente: SINTEF (2020)

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 12.

Asimismo, el **Área de Proyecto**, hace referencia a la zona de impacto directo que, en este caso, se refiere a un área de 1 $m^{2,}$ alrededor del pozo, el cual representa el espacio físico circundante o contiguo al Pozo Sayulita-1EXP.

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

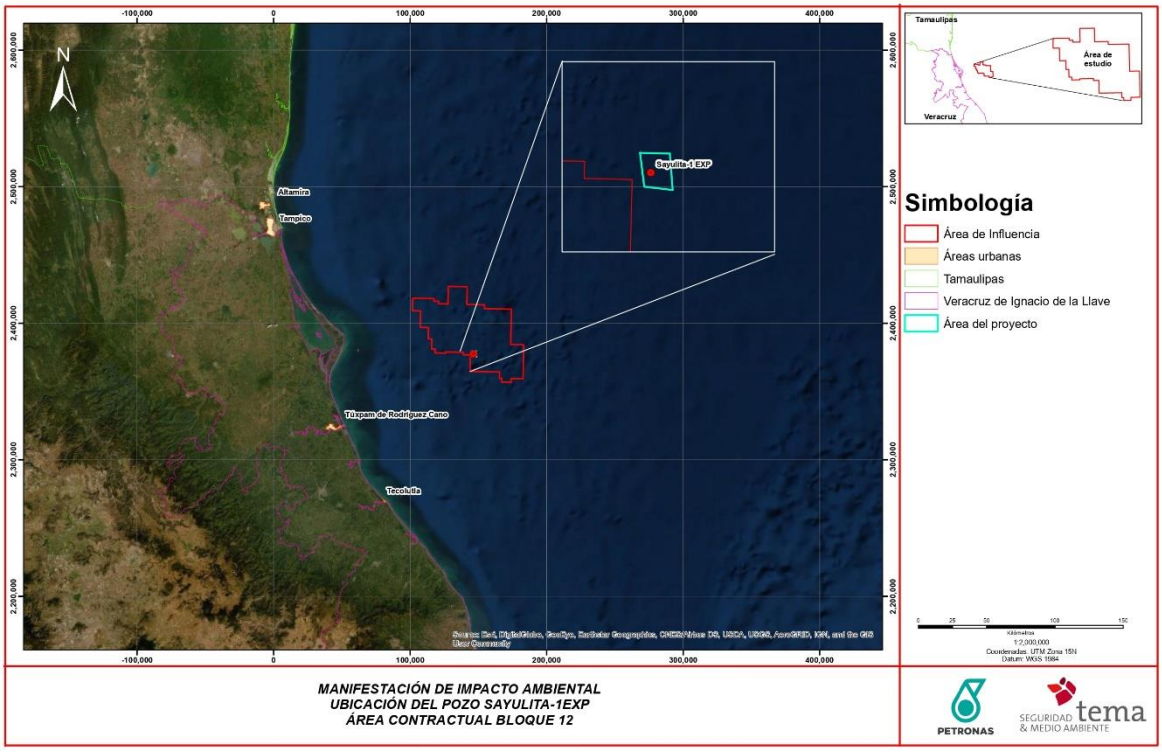


Figura IV-6. Delimitación del SAR, Área de Influencia y Área de Proyecto.

Fuente: TEMA (2020)

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.2.1 Medio Abiótico

IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004), el SAR comprende cuatro tipos de clima: Cálido húmedo, Cálido subhúmedo, Semicálido húmedo y Templado subhúmedo.

El 12% del territorio del SAR está regido por un clima cálido subhúmedo, que corresponde a 750, 727.13 ha presentes en la región centro y sur del SAR, comprendiendo toda la parte correspondiente del estado de Veracruz y una pequeña porción del sur del estado de Tamaulipas. El segundo clima más representativo se ubica en la zona correspondiente al estado de Tamaulipas del SAR con 194, 575.65 ha (3.15%), mientras que en menor proporción se pueden encontrar zonas al sur de Veracruz con un clima Cálido húmedo (0.56%) y Semicálido húmedo (0.001%) (Tabla IV-6).

La Figura IV-7 muestra la distribución de los tipos de clima dentro del SAR.

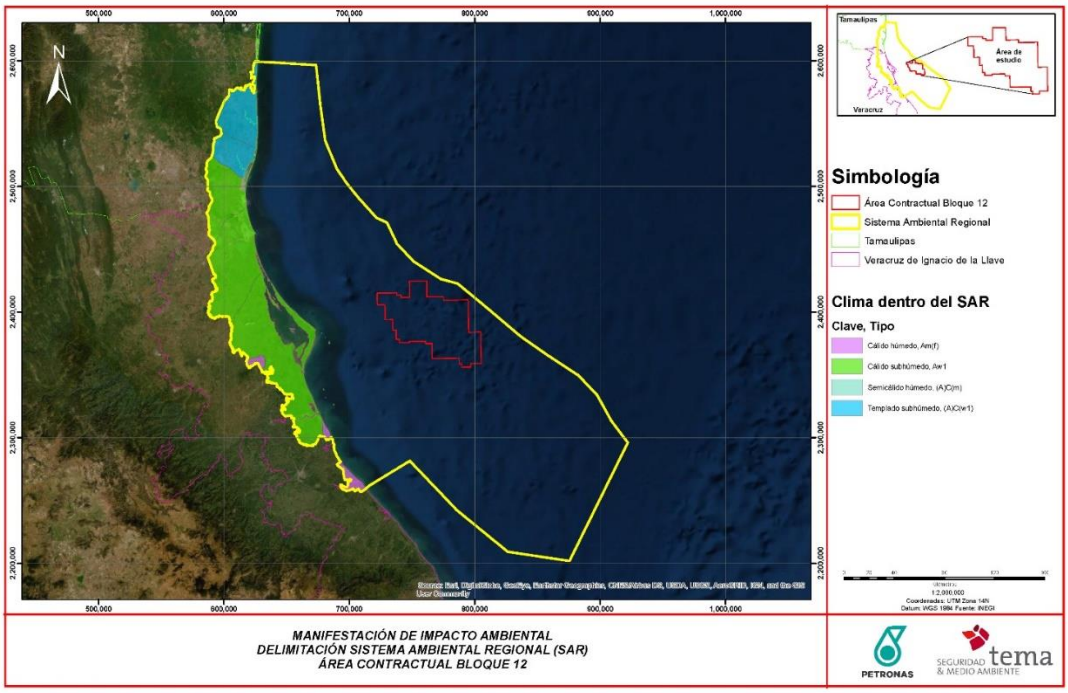


Figura IV-7. Tipos de clima dentro del Sistema Ambiental Regional

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IV-6. Tipos de Clima

Tipo de Clima	Área (Ha)	%
Cálido húmedo	34, 752.65	0.56
Cálido subhúmedo	750, 727.13	12.14
Semicálido húmedo	60.67	0.001
Templado subhúmedo	194, 575.65	3.15
Total	980, 116.10	15.84

Fuente: TEMA (2020)

Además de la clasificación de Köppen modificada García (2004) se tomaron datos de las Estaciones Meteorológicas (EMA) de la CONAGUA, para caracterizar el clima del SAR. A continuación, se muestra en la Tabla IV-7 la clave, nombre y ubicación de las estaciones meteorológicas incluidas en el SAR. Mientras que la Figura IV-8, muestra la ubicación de las mismas.

Tabla IV-7. Estaciones meteorológicas de CONAGUA que están dentro del SAR

No.	Clave	Nombre	X	Y	Estado	Municipio
1	30171	Tecolutla	707590.26	2265773	Veracruz	Tecolutla
2	30371	Gutiérrez Zamora II	699887.74	2262359	Veracruz	Gutiérrez Zamora
3	30038	Tuxpan	662389.95	2312634	Veracruz	Tuxpan

No.	Clave	Nombre	X	Y	Estado	Municipio
4	30190	Tuxpan de Rodríguez Cano	664381.54	2318499	Veracruz	Tuxpan
5	30377	Majagual	664791.36	2335852	Veracruz	Tamiahua
7	30357	Las Flores	649392.51	2353353	Veracruz	Tamiahua
8	30229	Tuxpan de Rodríguez Cano	661743.34	2317089	Veracruz	Tuxpan
9	30331	Tamiahua*	661365.13	2357840	Veracruz	Tamiahua
10	30340	Naranjos	636692.72	2361888	Veracruz	Naranjos Amatlán
11	30168	Tantima*	621011.92	2359152	Veracruz	Tantima
12	30319	El mercado	612574.24	2376405	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
13	30317	La laja	635124.09	2398165	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
14	30122	Ozuluama	618927.71	2395757	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
15	30245	San Luciano*	626983.73	2417285	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
16	30325	La Puente	601890.79	2412587	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
17	30220	Quebrache	604191.39	2430591	Veracruz	Tampico Alto
18	30242	Mata de Chávez*	619392.3	2445368	Veracruz	Tampico Alto
19	30194	Villa Cuauhtémoc*	618556.55	2453565	Veracruz	Pueblo Viejo
20	30166	Tamos	603211.79	2457088	Veracruz	Panuco
21	30268	La Potosina	587796.55	2468982	Veracruz	Panuco
22	28111	Tampico	615531.61	2459665	Tamaulipas	Tampico
23	28138	Tancol	614744.22	2465815	Tamaulipas	Tampico
24	28004	Altamira*	609798.75	2477492	Tamaulipas	Altamira
25	28175	Altamira (GDE)	608576.39	2480041	Tamaulipas	Altamira
26	28025	Ejido tres de mayo*	601213.51	2477433	Tamaulipas	Altamira
27	28054	Esteros*	589791.95	2490714	Tamaulipas	Altamira
28	28130	El Barranco	612577.85	2495868	Tamaulipas	Altamira
29	28006	Barberena	585215.31	2501781	Tamaulipas	Altamira
30	28145	El Apuro	610766.75	2513082	Tamaulipas	Aldama
31	28203	Santa Juana	592046.82	2519323	Tamaulipas	Altamira
32	28206	El Chijol	598987.41	2530217	Tamaulipas	Aldama
33	28119	Aldama*	595707.57	2534602	Tamaulipas	Aldama
34	28003	Aldama (GDE)	594847.88	2535947	Tamaulipas	Aldama
35	28196	La Cabecera	609100.87	2539000	Tamaulipas	Aldama
36	28046	La Esperanza	607139.62	2562325	Tamaulipas	Aldama

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas. Fuente: TEMA (2020)

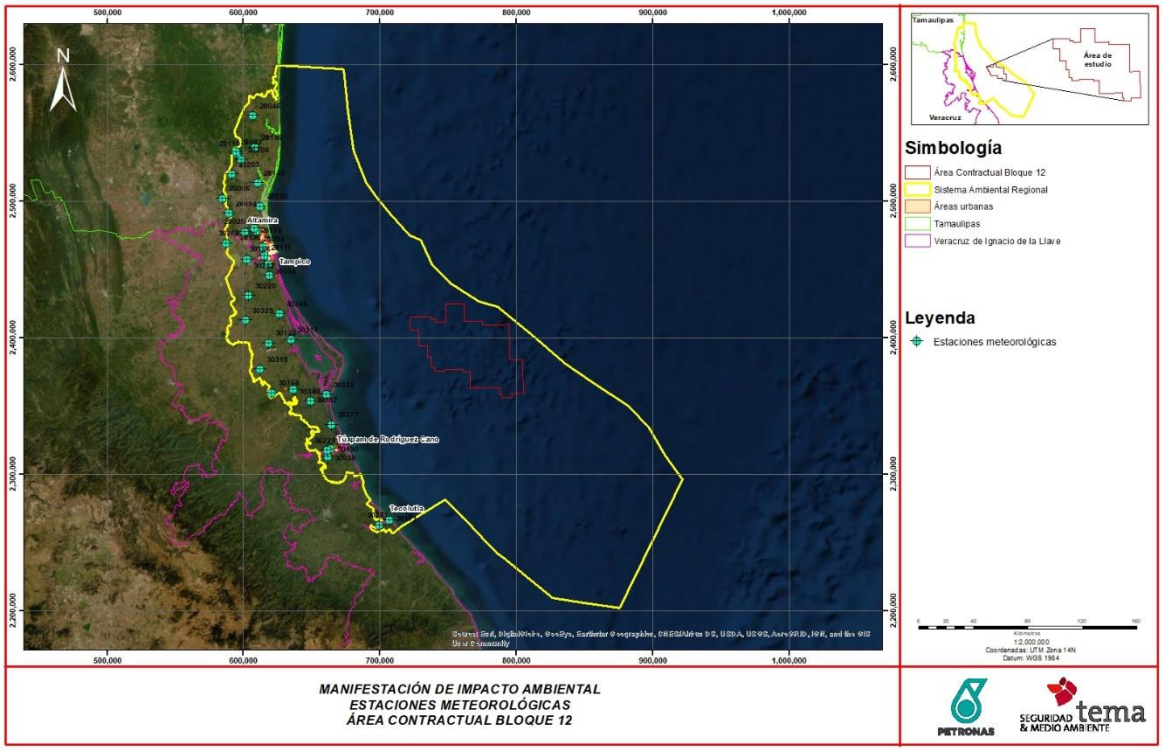


Figura IV-8. Estaciones meteorológicas

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.1.1 Temperatura media

Del registro de datos obtenido de las estaciones meteorológicas (Tabla IV-8), se realizó una gráfica de la temperatura media anual es de 29.34 °C en promedio para todo el SAR (Figura IV-9). Se observa que la mayoría de las estaciones registraron temperaturas medias promedio entre los 17 y 20° C. Se destaca las estaciones pertenecientes al estado de Veracruz, donde los datos la temperatura incrementa de 2 a 3 °C en comparación con el resto.

Tabla IV-8. Datos de temperatura media dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	18.70	19.60	21.90	24.30	26.60	27.30	27.10	27.30	26.60	24.80	22.00	19.70	28.40
Gutiérrez Zamora II	19.48	20.79	23.14	24.62	26.32	26.66	26.70	27.20	26.51	25.24	23.57	21.23	29.40
Tuxpan	18.86	19.42	22.50	25.05	27.19	27.79	27.74	28.01	27.28	25.48	22.53	20.25	27.89
Tuxpan de Rodríguez Cano	19.13	20.51	22.54	24.95	27.06	27.70	27.39	27.56	26.73	25.01	22.03	20.02	28.57
Majagual	18.97	19.93	22.48	25.09	27.40	28.18	28.06	28.25	27.33	25.47	22.64	20.03	29.04

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Las Flores	18.10	20.00	22.50	24.90	27.20	27.90	27.30	27.50	26.50	24.90	21.90	19.30	28.55
Tuxpan de Rodríguez Cano	20.70	22.10	24.50	27.00	28.10	28.70	28.60	28.90	28.40	26.70	24.10	22.00	30.38
Tamiahua*	17.40	18.70	21.10	24.10	26.80	27.70	27.60	27.40	26.60	24.70	21.90	19.20	27.67
Naranjos	20.50	22.20	23.80	26.00	27.70	27.90	27.30	27.50	26.70	25.60	23.70	21.60	30.41
Tantima*	19.00	20.00	23.10	26.10	28.10	28.60	27.80	28.10	27.20	25.10	22.40	19.90	28.88
El mercado	18.20	19.70	22.80	25.50	28.10	28.60	27.90	28.00	26.50	24.90	21.80	19.00	29.65
La Laja	21.50	22.60	25.20	27.80	30.00	30.80	30.40	30.70	29.70	28.10	25.10	22.00	26.99
Ozuluama	18.50	19.50	21.90	24.80	26.20	26.40	26.50	27.10	25.90	24.10	21.50	19.60	28.54
San Luciano*	17.70	18.80	22.80	25.20	27.40	27.80	27.50	27.60	26.80	24.90	21.70	18.90	28.53
La Puente	18.80	19.90	22.60	25.40	27.60	28.00	27.50	27.70	26.20	24.40	21.70	19.50	28.95
Quebrache	18.10	19.50	22.80	25.40	28.00	28.30	27.70	27.90	26.80	25.00	21.80	19.50	29.97
Mata de Chávez*	18.40	19.00	23.10	25.30	28.00	28.50	28.10	27.70	26.70	25.40	22.20	20.30	29.36
Villa Cuauhtémoc*	24.80	24.70	27.80	28.90	30.00	30.60	30.30	30.30	30.30	29.70	27.60	26.30	31.15
Tamos	18.40	19.90	22.70	25.50	27.90	28.50	28.10	28.50	27.50	25.70	22.60	19.60	29.46
La Potosina	19.00	20.20	23.40	25.80	28.00	28.40	27.70	28.20	27.10	25.30	22.70	19.90	30.17
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
Tancol	18.90	20.10	22.60	25.30	27.40	28.40	28.20	28.50	27.60	25.90	22.50	19.70	28.96
Altamira*	17.50	19.20	22.00	25.80	27.30	28.10	27.90	28.10	27.20	25.10	22.50	19.30	28.97
Altamira (GDE)	18.50	20.30	22.70	25.30	27.50	28.50	28.00	28.60	27.30	25.50	22.40	19.80	29.65
Ejido tres de mayo*	18.10	19.10	23.30	25.70	28.20	28.70	28.50	28.50	28.00	25.60	22.60	19.60	29.33
Esteros*	18.90	20.70	23.30	26.00	28.30	28.90	28.60	28.80	28.00	25.80	23.10	20.20	30.53
El Barranco	18.20	19.40	22.50	24.80	27.60	28.30	28.10	28.30	27.40	25.50	22.70	19.20	29.24
Barberena	18.80	20.50	23.70	26.20	28.70	29.30	28.60	28.80	27.90	25.60	22.80	19.50	30.78
El Apuro	18.30	19.60	22.40	24.90	27.50	28.30	28.10	28.30	27.50	25.50	22.40	19.40	29.03
Santa Juana	19.10	20.50	23.10	25.90	28.30	29.00	28.50	28.60	27.50	25.30	22.50	19.70	31.07
El Chijol	18.80	20.40	22.90	25.30	27.80	28.50	27.80	28.20	27.20	25.00	22.30	19.40	30.55
Aldama*	17.30	18.70	21.80	25.20	27.20	28.00	27.60	27.70	26.60	24.20	21.10	18.40	29.29
Aldama (GDE)	19.10	20.00	22.60	24.90	27.40	28.30	28.00	28.00	26.90	24.40	21.50	19.10	30.05
La Cabecera	17.60	19.20	21.70	24.50	27.20	28.10	27.60	27.70	26.70	24.30	21.30	18.30	29.37
La Esperanza	17.20	18.40	21.60	24.50	27.00	27.90	27.70	27.90	26.70	24.00	21.00	18.10	29.46

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

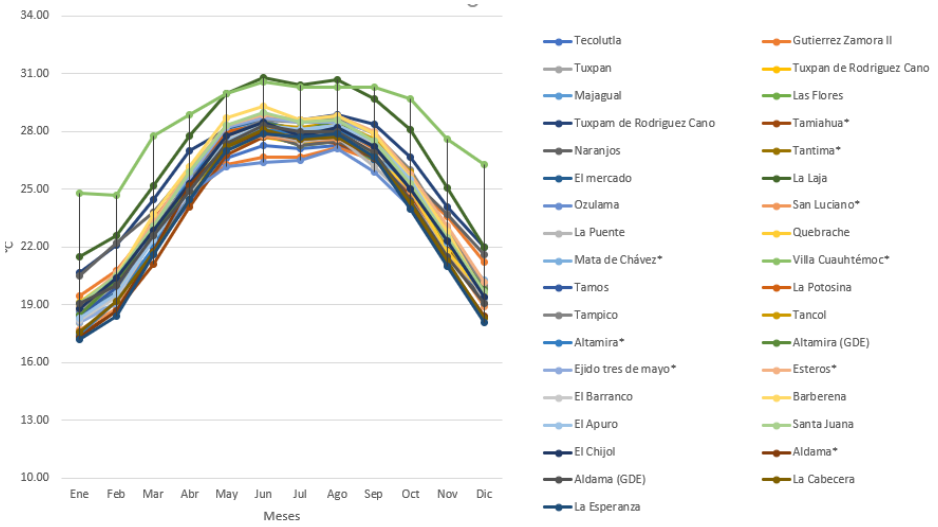


Figura IV-9. Gráfico de temperaturas medias de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La temperatura más baja registrada en el conjunto de datos es de 21.50°C en el mes de enero, mientras que el mayor registro es de 34.8°C en el mes de junio. La tendencia presentada anual es el inicio con temperaturas bajas oscilando entre los 22 a 25°C, mientras transcurren los meses la temperatura incrementa teniendo un pico en el mes de junio, con temperaturas que van desde los 25 hasta los 35°C. En el mes de julio la temperatura decrece algunos grados para en agosto incrementar nuevamente presentando registros similares al mes de junio, pasando esta temporada la temperatura baja paulatinamente, teniendo los meses de noviembre, diciembre, enero e inclusive febrero los datos de menores temperaturas.

En la Figura IV-10 se muestra un mapa de la distribución de la temperatura con una clasificación cálida y semicálida, de acuerdo con el clima presente dentro del SAR. Se tiene un 14.04% de temperatura cálida distribuida principalmente en el estado de Veracruz y una pequeña región de la parte más norte del estado de Tamaulipas, el 1.81% recae en el estado de Tamaulipas (Tabla IV-9).

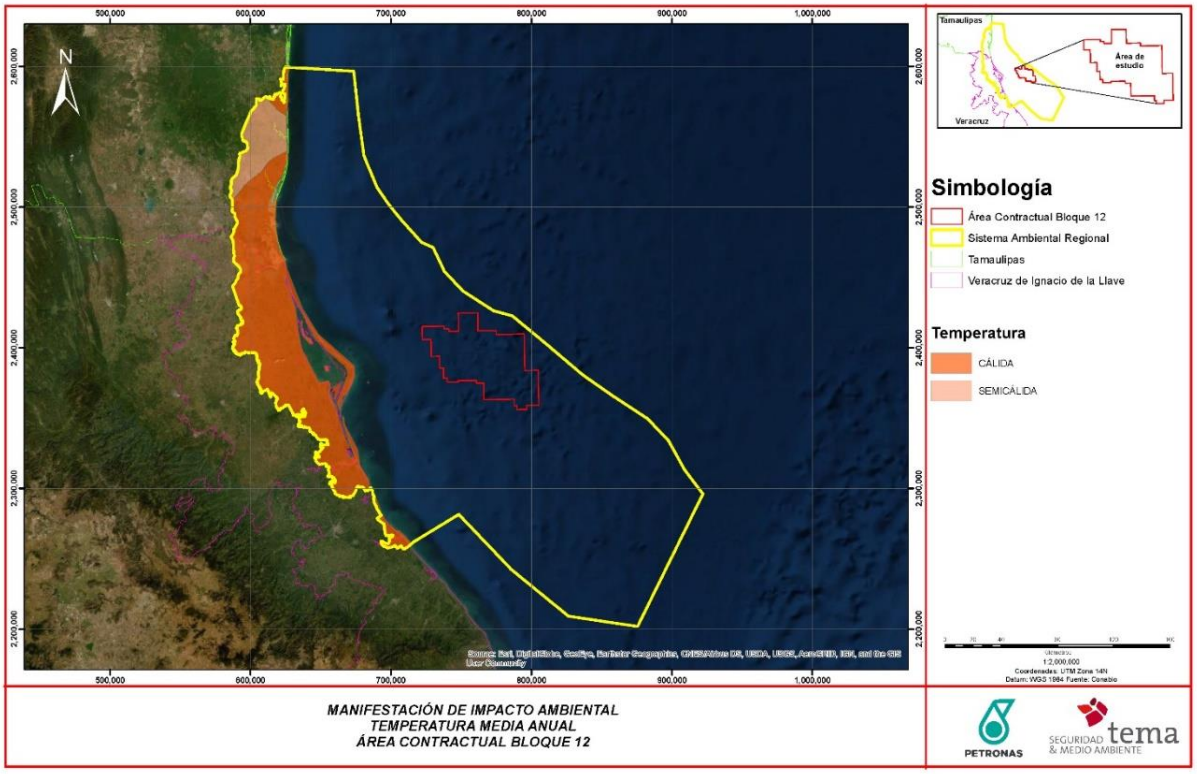


Figura IV-10 Temperatura media anual dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IV-9 Temperatura media anual dentro del SAR

Temperatura	Área (Ha)	%
Cálida	868, 278.02	14.04
Semicálida	111, 838.08	1.81

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.1.2 Temperatura mínima

Los datos obtenidos de temperatura mínima Tabla IV-9, muestran una tendencia de la temperatura similar a la temperatura media promedio (Figura IV-11), teniendo registros mucho más bajos, con un mínimo de 10.70°C en el mes de enero, incrementando periódicamente hasta los meses de junio a agosto, los cuales son los que presentan los mayores valores de la temperatura mínima, después del mes de agosto la temperatura decrece nuevamente llegando a ser hasta de 17.50°C para el mes de diciembre. Los meses más fríos son diciembre, enero y febrero. La estación meteorológica Villa Cuauhtémoc es la que dista entre la homogeneidad vista en el resto de los datos graficados, esto puede deberse a que está ubicada dentro de una laguna en el municipio de Pueblo Viejo, Veracruz.

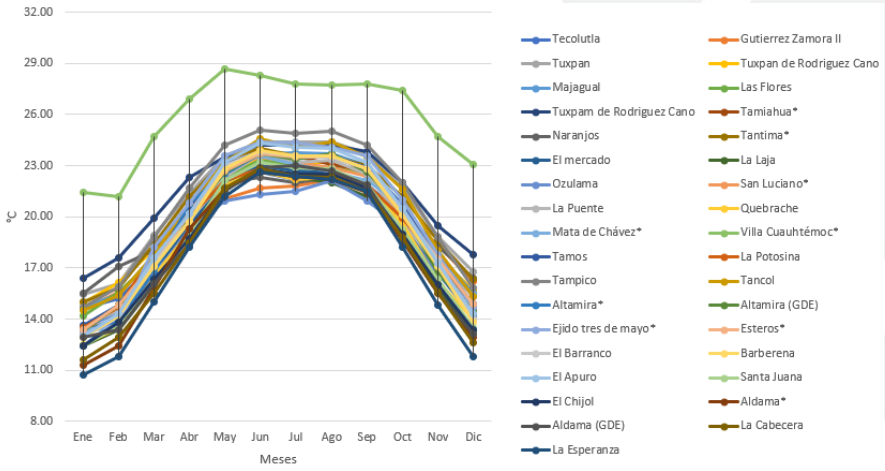
Tabla IV-10 Datos de temperatura mínima dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	14.60	15.20	17.20	19.60	21.80	22.60	22.20	22.40	21.90	20.10	17.60	15.50	19.20
Gutiérrez Zamora II	14.55	15.58	17.40	19.43	21.05	21.67	21.82	22.17	21.68	20.17	18.35	16.23	160.50
Tuxpan	15.48	16.09	18.90	21.37	23.54	24.38	24.40	24.36	23.71	21.70	18.84	16.76	206.70
Tuxpan de Rodríguez Cano	14.94	16.14	18.07	20.47	22.61	23.40	23.18	23.22	22.46	20.53	17.64	15.69	210.60
Majagual	14.69	15.45	17.72	20.32	22.79	23.72	23.78	23.69	23.00	20.67	17.81	15.52	218.20
Las Flores	14.20	15.60	17.50	19.80	22.30	23.30	23.00	22.90	22.50	20.40	17.40	14.80	19.50
Tuxpan de Rodríguez Cano	16.40	17.60	19.90	22.30	23.50	24.20	24.20	24.20	23.80	22.00	19.50	17.80	21.30
Tamiahua*	13.30	14.60	16.90	20.00	22.90	23.80	23.60	23.10	22.70	20.50	17.80	15.30	19.50
Naranjos	15.50	17.10	18.00	20.20	22.00	22.30	22.00	22.30	21.60	20.30	18.30	16.40	19.70
Tantima*	15.00	15.80	18.40	21.20	23.30	24.00	23.60	23.50	23.00	21.20	18.60	16.30	20.30
El mercado	13.20	14.20	16.90	19.40	22.00	23.00	22.70	22.60	21.80	19.70	16.70	14.10	18.90
La Laja	12.40	13.40	16.00	18.90	21.70	22.60	22.30	22.00	21.20	19.00	15.80	13.30	18.20
Ozuluama	13.50	14.40	16.50	19.30	20.90	21.30	21.50	22.10	20.90	19.40	16.60	14.80	18.40
San Luciano*	13.10	13.90	17.80	20.40	22.80	23.50	23.20	22.90	22.40	20.10	16.90	14.50	19.30
La Puente	13.60	14.50	17.10	19.80	22.30	23.70	23.20	23.30	22.50	19.70	17.00	14.50	19.30
Quebrache	12.50	13.50	16.50	19.10	21.90	22.70	22.20	22.30	21.80	19.60	16.20	14.00	18.50
Mata de Chávez*	13.40	13.60	17.80	20.00	23.00	23.60	23.10	22.60	22.10	20.70	17.50	15.40	19.40
Villa Cuauhtémoc*	21.40	21.20	24.70	26.90	28.70	28.30	27.80	27.70	27.80	27.40	24.70	23.10	25.80
Tamos	13.60	14.80	17.60	20.60	23.10	23.80	23.50	23.60	22.90	20.70	17.60	14.90	19.70
La Potosina	13.50	14.70	17.90	20.00	22.10	22.80	22.30	22.50	21.90	19.90	17.40	14.80	19.20
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
Tancol	14.50	15.40	17.80	20.80	23.20	24.60	24.10	24.40	23.50	21.60	18.00	15.30	20.30
Altamira*	12.40	14.00	16.70	20.80	22.50	23.70	23.60	23.50	22.80	20.30	17.30	14.30	19.30
Altamira (GDE)	13.30	14.80	17.10	20.00	22.60	23.70	23.40	23.70	22.60	20.40	16.70	14.50	19.40
Ejido tres de mayo*	13.20	13.70	18.20	20.80	23.60	24.40	24.30	24.10	23.60	21.00	17.80	14.70	20.00
Esteros*	13.40	14.80	17.30	20.20	22.70	23.70	23.50	23.50	22.80	20.30	17.50	14.90	19.60
El Barranco	13.00	14.10	17.30	19.70	23.00	23.80	23.60	23.50	22.80	20.50	17.40	14.00	19.40
Barberena	12.90	14.20	17.10	19.70	22.80	23.90	23.60	23.60	22.80	20.10	17.10	13.80	19.30
El Apuro	13.00	14.30	17.60	20.20	23.20	24.30	24.10	24.00	23.20	20.50	17.30	14.30	19.70
Santa Juana	12.40	13.60	16.00	19.00	22.10	23.20	22.90	22.80	21.90	19.20	16.30	13.50	18.60
El Chijol	12.40	13.80	16.30	18.70	21.60	22.80	22.50	22.50	21.70	19.00	16.00	13.40	18.40
Aldama*	11.30	12.40	15.80	19.30	21.60	22.60	22.40	22.20	21.40	18.60	15.50	12.90	18.00

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Aldama (GDE)	12.90	13.40	16.10	18.40	21.50	22.90	23.00	22.70	21.90	18.70	15.60	13.10	18.40
La Cabecera	11.60	12.90	15.50	18.50	21.70	22.80	22.40	22.30	21.50	18.80	15.60	12.60	18.00
La Esperanza	10.70	11.80	15.00	18.20	21.20	22.60	22.40	22.20	21.50	18.20	14.80	11.80	17.50

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)



)

Figura IV-11 Gráfico de temperaturas mínimas de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.1.3 Temperatura máxima

En el caso de la temperatura máxima se sigue la misma tendencia que en los casos de temperatura media (Figura IV-9) y mínima (Figura IV-11), presentando, para este caso, un rango de 21.5°C hasta 34.8°C, siendo el mes de junio el más caluroso (Figura IV-12). La tendencia registrada es homogénea dentro de todo el SAR. El mes de enero muestra los datos más bajos, incrementando a lo largo del año hasta llegar al mes de junio, para posteriormente descender paulatinamente hasta el término del año (Tabla IV-11).

Tabla IV-11 Datos de temperatura máxima dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	22.70	24.00	26.50	29.10	31.50	32.00	32.00	32.30	31.20	29.50	26.40	23.90	28.40
Gutiérrez Zamora II	24.40	26.01	28.88	29.80	31.58	31.66	31.58	32.22	31.34	30.31	28.80	26.23	245.30
Tuxpan	22.25	22.74	26.11	28.72	30.84	31.20	31.07	31.66	30.85	29.25	26.21	23.75	277.20

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tuxpan de Rodríguez Cano	23.31	24.88	27.02	29.42	31.51	31.99	31.60	31.90	31.00	29.49	26.42	24.35	302.90
Majagual	23.24	24.42	27.24	29.86	32.01	32.63	32.34	32.80	31.66	30.27	27.46	24.54	318.10
Las Flores	22.10	24.40	27.40	30.00	32.00	32.50	31.70	32.20	30.60	29.40	26.60	23.70	28.60
Tuxpan de Rodriguez Cano	25.00	26.70	29.20	31.70	32.70	33.20	33.00	33.60	33.10	31.50	28.70	26.20	30.40
Tamiahua*	21.60	22.90	25.30	28.20	30.70	31.60	31.60	31.60	30.50	29.00	25.90	23.10	27.70
Naranjos	25.60	27.40	29.50	31.70	33.40	33.50	32.50	32.70	31.80	30.90	29.10	26.80	30.40
Tantima*	22.90	24.20	27.80	31.00	32.90	33.10	32.00	32.60	31.40	29.00	26.10	23.50	28.90
El mercado	23.20	25.20	28.70	31.60	34.20	34.10	33.20	33.50	31.30	30.00	26.90	23.90	29.70
La Laja	21.50	22.60	25.20	27.80	30.00	30.80	30.40	30.70	29.70	28.10	25.10	22.00	27.00
Ozuluama	23.50	24.60	27.30	30.20	31.40	31.50	31.40	32.10	30.90	28.80	26.40	24.40	28.50
San Luciano*	22.30	23.70	27.70	30.00	32.00	32.10	31.90	32.20	31.10	29.60	26.40	23.30	28.50
La Puente	23.90	25.30	28.20	30.90	32.90	32.30	31.80	32.00	30.00	29.00	26.50	24.60	29.00
Quebrache	23.80	25.50	29.20	31.80	34.10	33.90	33.10	33.50	31.90	30.40	27.40	25.00	30.00
Mata de Chávez*	23.40	24.30	28.50	30.70	32.90	33.30	33.00	32.80	31.20	30.10	26.90	25.20	29.40
Villa Cuauhtémoc*	28.20	28.20	30.90	30.90	31.90	32.90	32.90	33.00	32.90	32.00	30.50	29.50	31.20
Tamos	23.20	24.90	27.90	30.50	32.70	33.20	32.80	33.50	32.10	30.70	27.60	24.40	29.50
La Potosina	24.40	25.70	29.00	31.70	33.90	34.00	33.20	33.80	32.40	30.80	28.00	25.10	30.20
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
Tancol	23.30	24.90	27.40	29.80	31.60	32.30	32.30	32.70	31.70	30.30	27.00	24.20	29.00
Altamira*	22.50	24.40	27.30	30.70	32.00	32.50	32.10	32.70	31.60	29.90	27.70	24.20	29.00
Altamira (GDE)	23.70	25.70	28.30	30.60	32.40	33.20	32.60	33.50	32.00	30.60	28.10	25.10	29.70
Ejido tres de mayo*	22.90	24.40	28.40	30.50	32.70	33.00	32.70	32.90	32.50	30.20	27.40	24.40	29.30
Esteros*	24.40	26.60	29.30	31.80	33.80	34.10	33.70	34.00	33.20	31.20	28.60	25.60	30.50
El Barranco	23.40	24.70	27.70	29.80	32.10	32.90	32.50	33.00	32.00	30.50	27.90	24.40	29.20
Barberena	24.70	26.80	30.30	32.60	34.70	34.70	33.50	34.10	33.00	31.20	28.50	25.30	30.80
El Apuro	23.50	24.90	27.30	29.50	31.90	32.40	32.10	32.50	31.80	30.40	27.60	24.50	29.00
Santa Juana	25.70	27.30	30.30	32.70	34.50	34.80	34.00	34.40	33.10	31.40	28.70	25.90	31.10
El Chijol	25.20	26.90	29.60	32.00	33.90	34.20	33.10	33.90	32.70	31.00	28.60	25.50	30.60
Aldama*	23.20	25.00	27.70	31.00	32.80	33.30	32.70	33.20	31.90	29.90	26.80	24.00	29.30
Aldama (GDE)	25.20	26.60	29.00	31.40	33.40	33.80	33.10	33.40	32.00	30.20	27.50	25.00	30.10
La Cabecera	23.60	25.40	27.90	30.60	32.80	33.30	32.80	33.20	31.90	29.90	27.00	24.00	29.40
La Esperanza	23.60	25.10	28.20	30.80	32.70	33.20	33.00	33.50	32.00	29.90	27.10	24.40	29.50

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

Fuente: TEMA (2020)

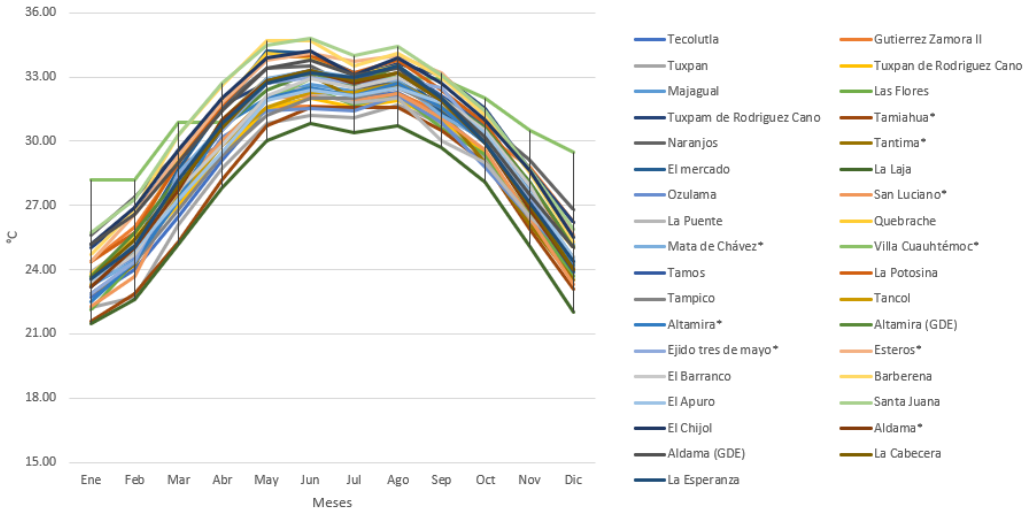


Figura IV-12 Gráfico de temperaturas máximas de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.1.4 Precipitación

Dentro del SAR se caracterizaron 4 tipos de climas, de los cuales se tiene una zona de transición climática por el tipo de geomorfología, vegetación y microclima.

De acuerdo con los datos de precipitación (Tabla IV-12), la época de lluvias coincide con los picos de temperatura máxima, siendo constantes del mes de junio a agosto (con registros desde 100 hasta 230 mm de agua). El mes más lluvioso es septiembre con datos de hasta 400 mm de agua en la estación Tantima, ubicada en la parte norte.

Los meses con menor registro de lluvia son los correspondientes al invierno (diciembre, enero y febrero) y primavera (marzo, abril y mayo), a pesar de esto en la Figura IV-13 se logra ver que llueve todo el año.

Tabla IV-12. Datos de precipitación dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	50.40	50.10	50.60	57.10	79.40	126.60	151.00	147.60	332.70	219.30	120.00	65.90	1450.70
Gutiérrez Zamora II	55.93	70.92	33.54	91.49	85.34	125.67	122.92	121.97	325.26	225.40	75.98	79.20	1032.10
Tuxpan	43.46	40.27	25.10	26.55	45.07	157.19	190.62	169.22	303.19	191.49	96.76	34.67	1137.90
Tuxpan de Rodríguez Cano	34.57	34.79	42.17	49.80	60.04	160.55	133.57	120.23	312.70	183.54	64.25	39.31	1101.80
Majagual	37.99	37.20	18.39	34.63	75.12	159.09	184.15	190.21	308.53	204.60	87.00	37.57	1237.00

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Las Flores	37.50	49.80	17.60	35.80	87.10	119.90	172.00	157.40	297.50	187.80	70.30	39.30	1272.00
Tuxpan de Rodríguez Cano	39.50	50.00	38.60	54.10	78.90	207.50	170.80	179.90	266.40	132.20	87.10	50.60	1355.60
Tamiahua*	45.70	29.60	28.60	38.00	64.10	194.10	157.90	182.10	276.20	130.50	81.40	61.50	1289.70
Naranjos	38.10	41.90	24.40	60.40	74.30	146.90	175.30	174.20	291.30	156.90	78.00	52.70	1314.40
Tantima*	59.20	55.70	49.80	74.60	101.40	239.30	222.90	190.60	404.60	172.40	102.10	79.40	1752.00
El mercado	36.80	32.40	22.00	34.10	57.60	140.70	134.20	152.70	258.40	140.90	58.80	50.10	1118.70
La Laja	32.60	21.90	17.10	33.40	65.00	167.20	195.80	181.00	299.00	184.40	67.80	44.70	1309.90
Ozuluama	32.40	33.00	19.40	48.40	52.00	231.00	202.60	164.50	325.50	141.40	68.90	52.30	1371.40
San Luciano*	50.30	25.90	10.20	25.20	73.30	220.70	201.90	195.90	327.10	146.40	63.60	74.60	1415.10
La Puente	31.70	21.70	17.30	21.30	40.30	126.70	129.90	129.80	190.30	111.80	40.10	40.90	901.80
Quebrache	31.20	27.40	15.60	19.10	67.60	160.90	202.40	139.40	257.80	134.80	38.20	40.20	1134.60
Mata de Chávez*	33.30	24.80	7.20	26.80	53.90	141.80	157.20	148.80	311.10	124.20	36.60	47.10	1112.80
Villa Cuauhtémoc*	22.60	21.60	13.60	19.70	38.90	143.30	126.90	95.10	234.80	100.90	43.20	52.10	912.70
Tamos	30.50	20.80	16.60	17.10	46.50	165.20	142.50	160.20	239.50	112.70	42.30	37.00	1030.90
La Potosina	26.00	23.20	15.10	24.40	43.90	122.20	137.00	112.20	213.30	90.00	27.70	29.90	864.90
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
Tancol	24.50	16.50	10.60	25.50	50.90	138.70	140.10	125.60	275.30	112.00	35.90	34.60	990.20
Altamira*	25.00	15.90	13.80	12.90	45.70	173.60	117.80	156.40	213.20	65.40	43.60	26.80	910.10
Altamira (GDE)	39.90	15.40	17.00	27.30	38.10	143.70	151.60	128.70	243.50	113.70	28.70	28.70	976.30
Ejido tres de mayo*	21.00	13.50	5.40	15.60	55.80	168.20	143.40	166.10	180.10	97.00	26.40	52.20	944.70
Esteros*	25.50	16.20	13.80	17.60	39.20	179.00	141.20	159.50	213.40	81.90	27.10	28.00	942.40
El Barranco	24.20	16.20	12.30	24.40	50.40	150.70	176.30	153.90	229.00	111.40	31.20	29.70	1009.70
Barberena	30.90	15.50	11.10	22.10	40.50	142.20	181.70	134.50	179.40	85.30	30.80	25.90	899.90
El Apuro	28.70	16.50	10.20	17.10	47.50	136.70	165.50	160.30	194.30	97.90	27.00	26.80	928.50
Santa Juana	23.60	11.60	7.30	18.10	40.70	134.40	139.90	147.70	185.10	76.60	19.20	25.00	829.20
El Chijol	31.10	15.40	15.20	20.90	43.30	162.90	180.40	164.50	169.00	80.40	32.80	18.70	934.60
Aldama*	19.30	10.30	11.80	17.50	37.40	168.70	173.10	131.20	181.60	68.20	34.50	17.60	871.20
Aldama (GDE)	10.40	9.00	15.80	17.00	28.80	107.10	118.20	116.10	92.70	54.50	15.60	14.70	599.90
La Cabecera	28.60	15.60	16.20	23.20	45.40	153.70	144.20	151.30	200.70	94.50	34.00	21.00	928.40
La Esperanza	27.10	21.20	15.70	31.60	55.30	169.80	155.20	150.10	194.90	120.10	41.00	26.70	1008.70

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

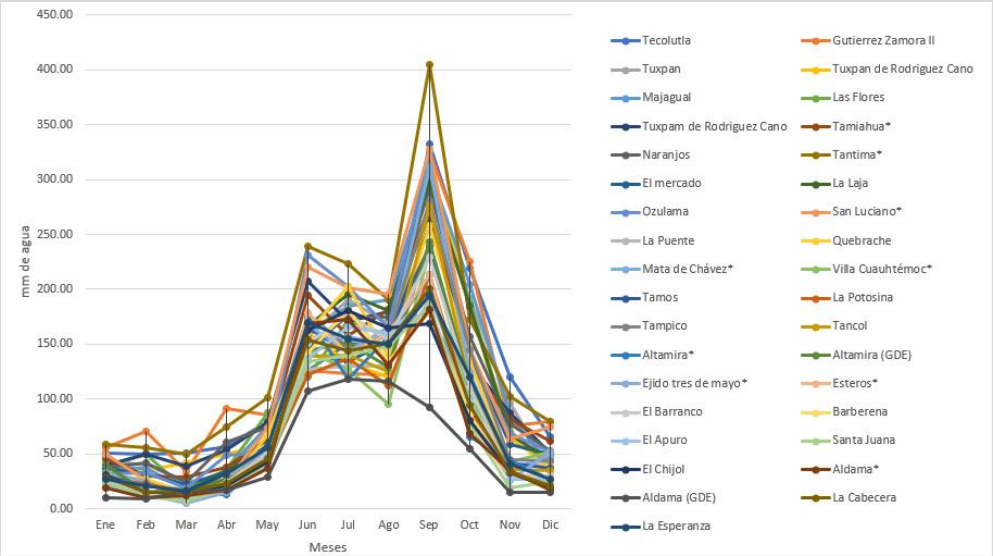


Figura IV-13 Gráfico de precipitación de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La Tabla IV-13 muestra el rango de precipitación sé que presenta en el SAR. Existe una mayor cantidad de lluvia registrada en la región de Tuxpan, Veracruz. La cantidad de lluvia disminuye hacia el norte del estado y la parte correspondiente al estado de Tamaulipas donde hay un rango desde 600 hasta 1200 mm de agua, mientras que en gran parte del territorio Veracruzano se han registrado hasta 2000 mm de agua (Figura IV-14).

Tabla IV-13. Rangos de precipitación anual dentro del SAR

Rango de Precipitación	Área (Ha)	%
1200 a 1500 mm	340124.89	5.50
1500 a 2000 mm	47118.15	0.76
600 a 800 mm	184929.82	2.99
800 a 1200 mm	449071.32	7.26

Fuente: TEMA (2020)

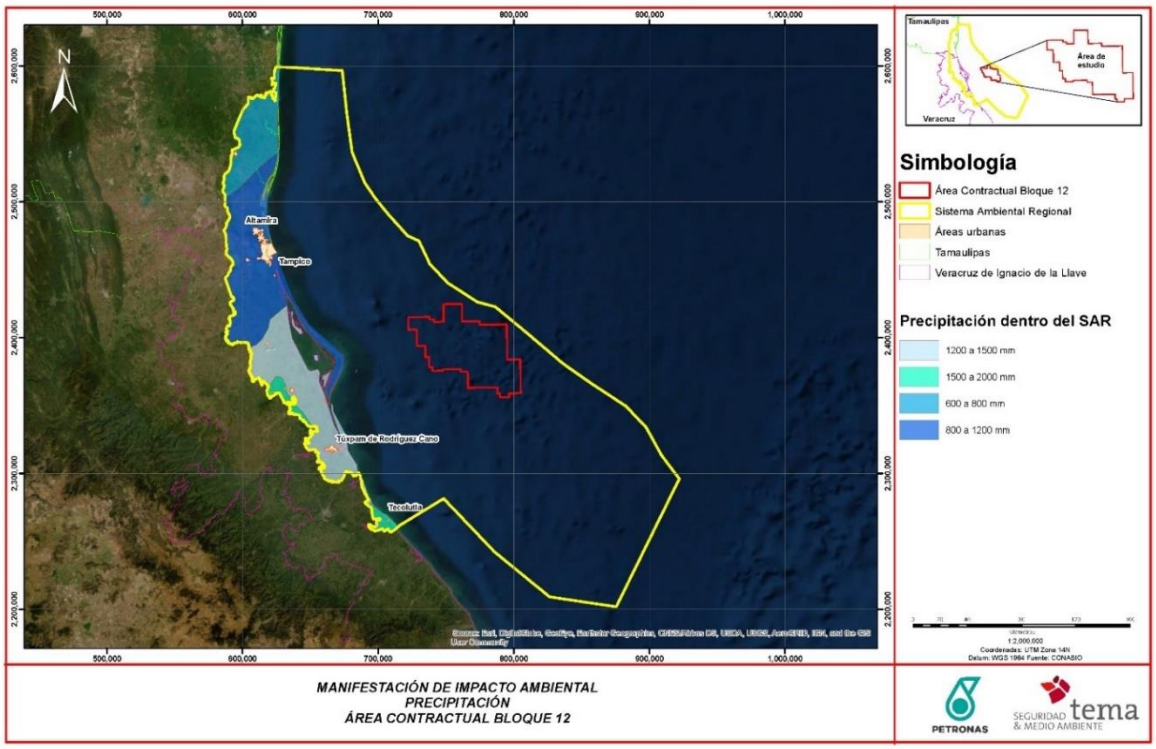


Figura IV-14. Precipitación presente dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.1.5 Evaporación

Los datos de evaporación presentados en el SAR (Tabla IV-14), muestran un comportamiento similar al registro de la temperatura máxima, por lo que es de esperarse que en épocas de temperaturas más elevadas exista una mayor cantidad de evaporación (Figura IV-16).

La estación San Luciano ubicada en Ozuluama, Veracruz, registró los datos más bajos con 50.40 mm de evaporación en el mes de enero (que concuerda con la temperatura, tal como se mencionó anteriormente), mientras que la estación El Apuro, ubicada en Aldama, Tamaulipas registró los datos más elevados de evaporación con un máximo de 183.60 mm de agua en el mes de mayo.

Tabla IV-14 Datos de evaporación dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	60.60	68.00	105.40	125.30	144.20	148.50	147.30	139.00	118.20	96.20	73.50	55.90	1282.10
Gutiérrez Zamora II	67.98	76.67	106.82	118.85	139.94	151.04	147.44	148.71	129.41	148.81	108.96	68.30	864.80
Tuxpan	55.33	63.38	108.42	134.55	158.14	154.61	152.61	157.24	127.92	100.41	71.81	58.30	1102.00

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tuxpan de Rodríguez Cano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Majagual	56.50	66.94	109.23	135.64	149.91	141.25	141.95	144.54	134.61	97.90	84.82	60.15	999.10
Las Flores	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuxpan de Rodríguez Cano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamiahua*	81.40	82.60	112.30	128.70	150.80	156.80	151.10	149.80	138.50	124.80	99.10	86.00	1461.90
Naranjos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tantima*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El mercado	54.70	69.70	113.50	139.30	160.60	148.20	142.40	133.00	103.50	96.10	68.30	47.40	1276.70
La Laja	64.10	79.40	116.40	137.80	160.40	164.10	157.50	148.40	125.70	109.50	77.50	56.80	1397.60
Ozuluama	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Luciano*	50.40	64.30	103.40	114.10	134.70	139.60	134.60	129.60	108.50	89.50	63.70	56.20	1188.60
La Puente	68.80	66.20	109.60	136.00	141.20	143.30	125.20	132.00	116.60	106.10	76.80	70.20	1292.00
Quebrache	64.20	70.50	116.30	137.20	155.10	144.40	131.40	140.60	115.00	105.60	80.00	67.20	1327.50
Mata de Chávez*	58.60	69.10	104.10	124.10	136.80	127.80	118.50	122.30	98.20	82.40	75.70	62.60	1180.20
Villa Cuauhtémoc*	92.10	87.60	110.70	118.10	134.90	114.80	130.20	121.80	112.20	116.00	106.20	84.80	1329.40
Tamos	60.40	71.40	106.60	125.20	139.50	141.20	129.90	127.70	107.40	92.30	68.30	56.60	1226.50
La Potosina	60.30	80.40	128.00	153.30	173.10	165.60	152.90	143.70	117.50	96.30	74.40	55.70	1401.20
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
Tancol	98.00	97.40	121.50	143.10	159.60	161.80	162.10	158.20	136.00	120.90	108.70	85.50	1552.80
Altamira*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Altamira (GDE)	81.50	93.50	132.70	155.70	172.40	174.20	168.10	173.20	140.00	123.40	99.10	80.80	1594.60
Ejido tres de mayo*	93.70	102.60	139.60	151.00	163.90	155.30	152.40	147.40	133.60	123.50	106.80	96.40	1566.20
Esteros*	78.10	87.80	139.90	150.70	170.90	163.30	152.50	146.80	127.20	113.10	85.20	73.80	1489.30
El Barranco	74.90	82.30	126.70	139.50	159.20	159.00	144.40	141.60	118.20	97.60	84.30	72.70	1400.40
Barberena	70.20	89.40	139.30	159.20	178.60	176.60	154.80	147.90	124.70	108.00	82.30	68.30	1499.30
El Apuro	92.90	112.30	152.30	173.80	183.60	174.60	168.70	161.40	144.60	121.00	107.30	88.80	1681.30
Santa Juana	77.50	85.50	123.20	144.10	154.80	144.70	142.60	143.20	117.90	108.30	89.40	77.50	1408.70
El Chijol	75.20	90.30	130.60	148.70	163.30	159.10	145.30	145.50	112.60	98.40	82.50	71.00	1422.50
Aldama*	77.20	94.50	133.50	151.50	161.40	154.20	144.10	137.50	115.20	101.70	83.20	73.70	1427.70
Aldama (GDE)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
La Cabecera	88.00	96.70	131.40	147.30	153.70	148.70	137.70	143.90	131.30	111.60	87.40	79.80	1457.50
La Esperanza	85.30	99.00	136.10	153.60	169.80	168.00	166.30	161.40	133.20	113.80	91.10	79.00	1556.60

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

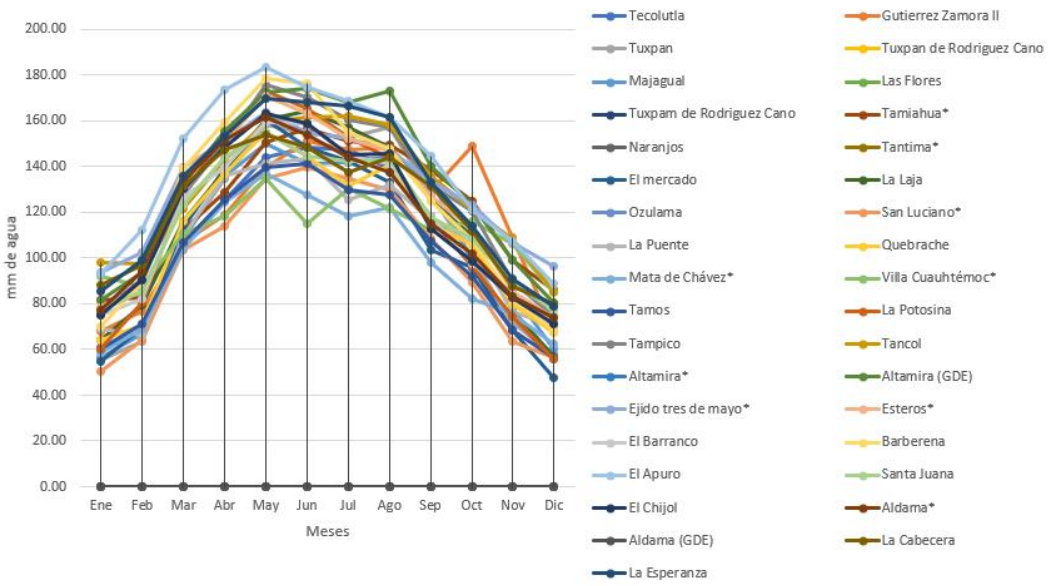


Figura IV-15 Gráfico de evaporación de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.1.6 Días Nublados

Los días nublados presentes dentro del SAR son variables, dentro de la tendencia, en su mayoría llegan a ser hasta 5 días al mes. Los meses más nublados son los de inicio de año (desde enero hasta julio), mientras que de julio a octubre (en época de mayor incidencia de lluvia) baja notablemente la cantidad de días nublados. Existen 3 estaciones meteorológicas que salen de la normal del resto de los datos, estas son: Barberena (municipio de Altamira, Tamaulipas) con datos desde 3 días en el mes de abril, hasta 5 en julio; Tecolutla (municipio de Tecolutla, Veracruz) con un mínimo de 5 días en septiembre hasta 12 días en mayo; y por último Ozuluama (municipio de Ozuluama de Mascareñas, Veracruz) que fue la estación con mayores valores de días nublados en todo el año, con un mínimo de 11 días de noviembre y 17 días en el mes de marzo (Tabla IV-15 y Figura IV-16).

Tabla IV-15 Datos de niebla dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	9.70	9.50	10.20	10.00	12.20	8.30	8.10	8.00	5.80	6.10	7.40	9.00	104.30
Gutiérrez Zamora II	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.71	0.60
Tuxpan	0.89	0.78	0.38	0.50	0.70	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.08	0.83	3.70

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tuxpan de Rodríguez Cano	4.15	2.61	2.21	1.87	1.74	0.63	0.96	1.10	1.21	1.79	1.57	2.45	19.70
Majagual	1.14	0.70	1.57	0.77	0.52	0.15	0.35	0.29	0.26	0.70	0.15	0.25	6.20
Las Flores	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20
Tuxpan de Rodríguez Cano	3.70	2.30	2.40	1.60	1.30	1.10	1.00	0.60	0.80	0.90	3.00	3.00	21.70
Tamiahua*	1.50	0.90	0.30	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	3.80
Naranjos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tantima*	1.10	0.90	1.20	0.70	0.30	0.40	0.60	0.30	0.60	0.40	1.00	1.10	8.60
El mercado	1.00	0.70	1.50	1.60	2.00	1.20	1.70	0.90	1.30	2.00	1.40	1.50	16.80
La Laja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ozuluama	13.70	14.50	17.00	15.70	14.00	12.70	13.80	12.70	13.10	11.70	11.30	13.80	164.00
San Luciano*	1.10	1.20	0.60	0.80	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	2.80	7.60
La Puente	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10
Quebrache	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
Mata de Chávez*	1.50	2.40	0.80	0.30	0.20	0.10	0.00	0.00	0.30	0.30	2.10	1.90	9.90
Villa Cuauhtémoc*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamos	5.50	3.70	2.40	0.50	0.30	0.10	0.10	0.10	0.40	1.40	3.70	5.90	24.10
La Potosina	4.70	3.30	1.40	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.10	1.30	4.00	4.90	20.50
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
Tancol	0.20	0.20	0.00	0.10	0.30	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10	0.40	0.40	2.00
Altamira*	0.90	0.80	0.80	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.30	0.20	1.30	2.10	6.70
Altamira (GDE)	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.80
Ejido tres de mayo*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
Esteros*	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.30
El Barranco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Barberena	4.20	4.30	4.20	3.00	3.20	3.30	5.70	5.10	4.50	5.00	4.40	4.20	51.10
El Apuro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
Santa Juana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Chijol	4.10	4.10	4.40	3.90	4.30	1.80	1.50	0.80	0.90	1.80	2.60	4.60	34.80
Aldama*	0.80	1.40	0.90	0.80	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	0.60	1.60	1.20	13.30
Aldama (GDE)	0.70	0.80	0.90	0.20	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30	3.20
La Cabecera	0.20	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.50	0.10	0.50	2.00
La Esperanza	2.10	1.40	1.20	1.70	2.60	1.40	1.30	1.00	1.10	1.30	1.00	1.70	17.80

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

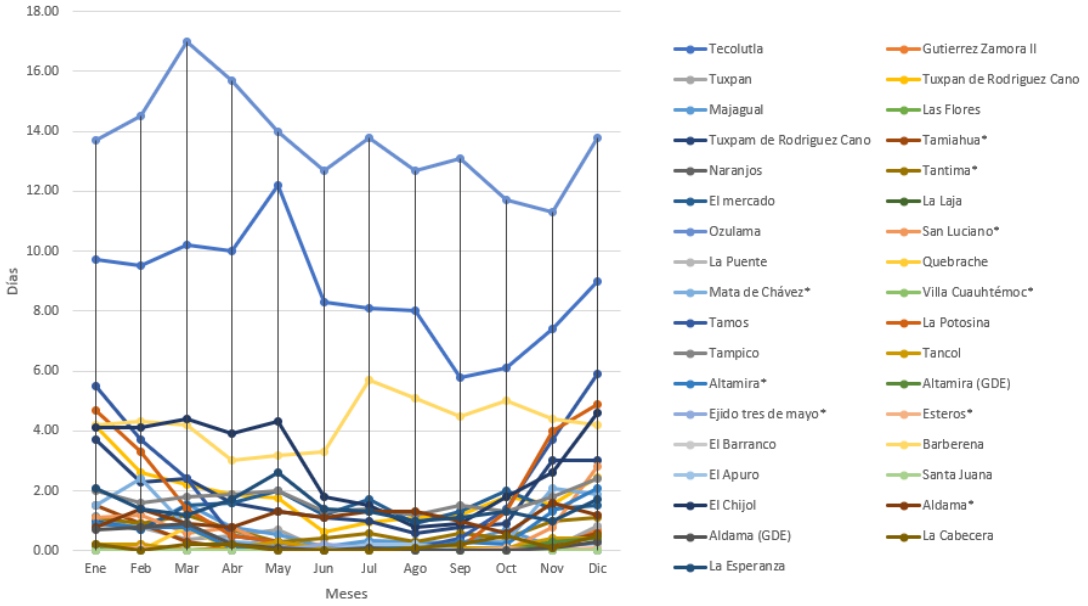


Figura IV-16 Gráfico de días nublados de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.2 Fenómenos Climatológicos

IV.2.1.2.5 Heladas y Granizadas

A pesar de que el clima correspondiente al SAR es en general cálido subhúmedo, existen temporadas en las que la temperatura desciende abruptamente, pudiéndose presentar riesgos a la salud por estos parámetros tan bajos.

En la Tabla IV-16 se presenta el riesgo a bajas temperaturas en la superficie de SAR, así como su porcentaje. En general, la probabilidad de que se presente este fenómeno es muy baja (14.74 %). De acuerdo con la Figura IV-17, el único municipio que muestra un riesgo bajo de temperaturas es Tampico.

Tabla IV-16. Superficie con riesgo a bajas temperaturas

Riesgo a bajas Temperaturas	Superficie (ha)	%
Bajo	141271.0424	2.28
Medio	29483.45629	0.48
Muy Bajo	911875.9168	14.74

Fuente: TEMA (2020)

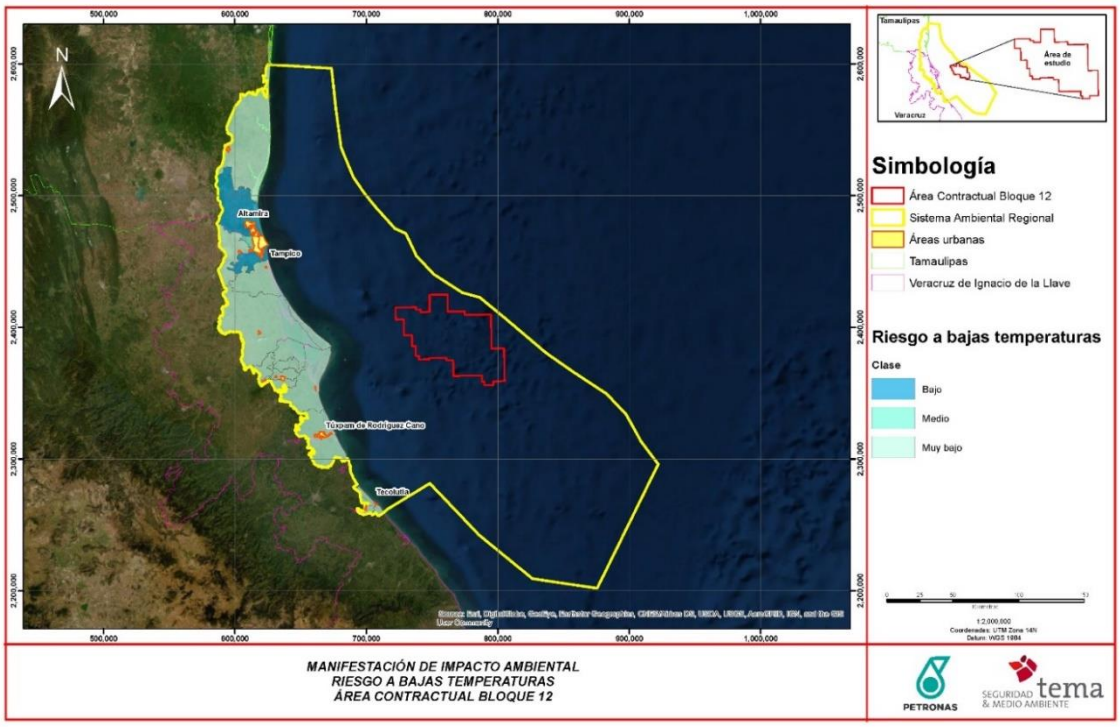


Figura IV-17. Riesgo a bajas temperaturas dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

En el caso de días con granizo, la Tabla IV-17 presenta datos de las EMA consultadas, donde se resaltan los datos que tuvieron valores diferentes a cero. La estación con mayor cantidad de valores superiores a cero es Tuxpan de Rodríguez Cano, esto se puede deber a la ubicación de la estación. En la Figura IV-18, se grafican las estaciones con datos; sin embargo, en el SAR éste fenómenos es poco frecuente (Figura IV-19).

Tabla IV-17. Datos de días de granizo dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gutiérrez Zamora II	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tuxpan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tuxpan de Rodríguez Cano	0.0	0.0	**0.0344**	**0.0666**	**0.0370**	0.0	0.0	0.0	**0.0344**	0.0	0.0	0.0	**0.2**
Majagual	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Las Flores	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tuxpan de Rodríguez Cano	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tamiahua*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Naranjos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tantima*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
El mercado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La Laja	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ozuluama	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
San Luciano*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La Puente	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Quebrache	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mata de Chávez*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Villa Cuauhtémoc*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tamos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La Potosina	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tampico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tancol	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Altamira*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Altamira (GDE)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ejido tres de mayo*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esteros*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
El Barranco	0.0	**0.1**	**0.1**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.1**	**0.3**
Barberena	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.1**	**0.1**
El Apuro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Santa Juana	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
El Chijol	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.1**	**0.1**
Aldama*	0.0	0.0	0.0	**0.1**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.1**
Aldama (GDE)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La Cabecera	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.1**	**0.1**
La Esperanza	**0.2**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.2**	**0.4**

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

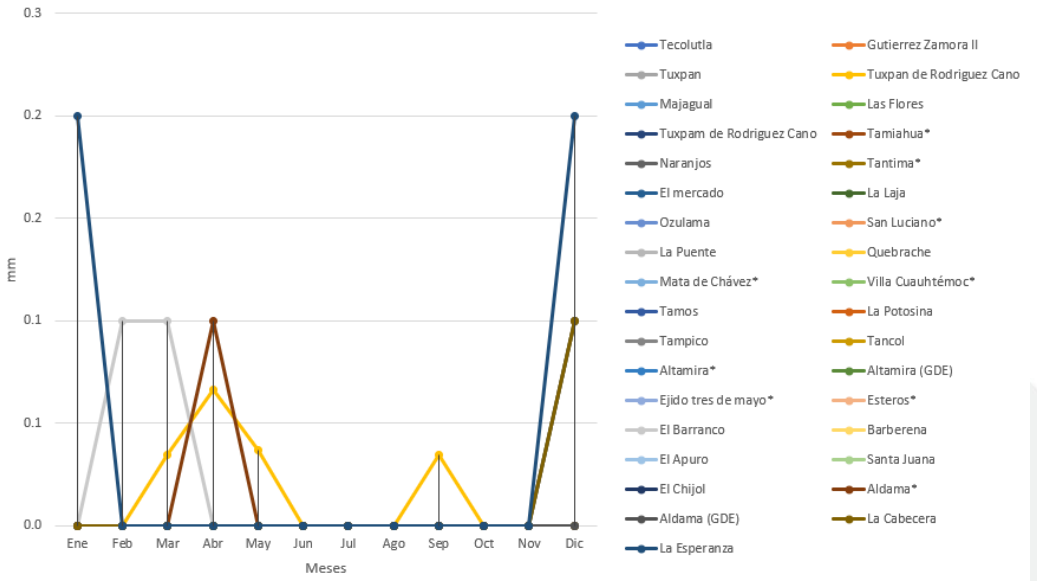


Figura IV-18. Gráfico de granizo de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

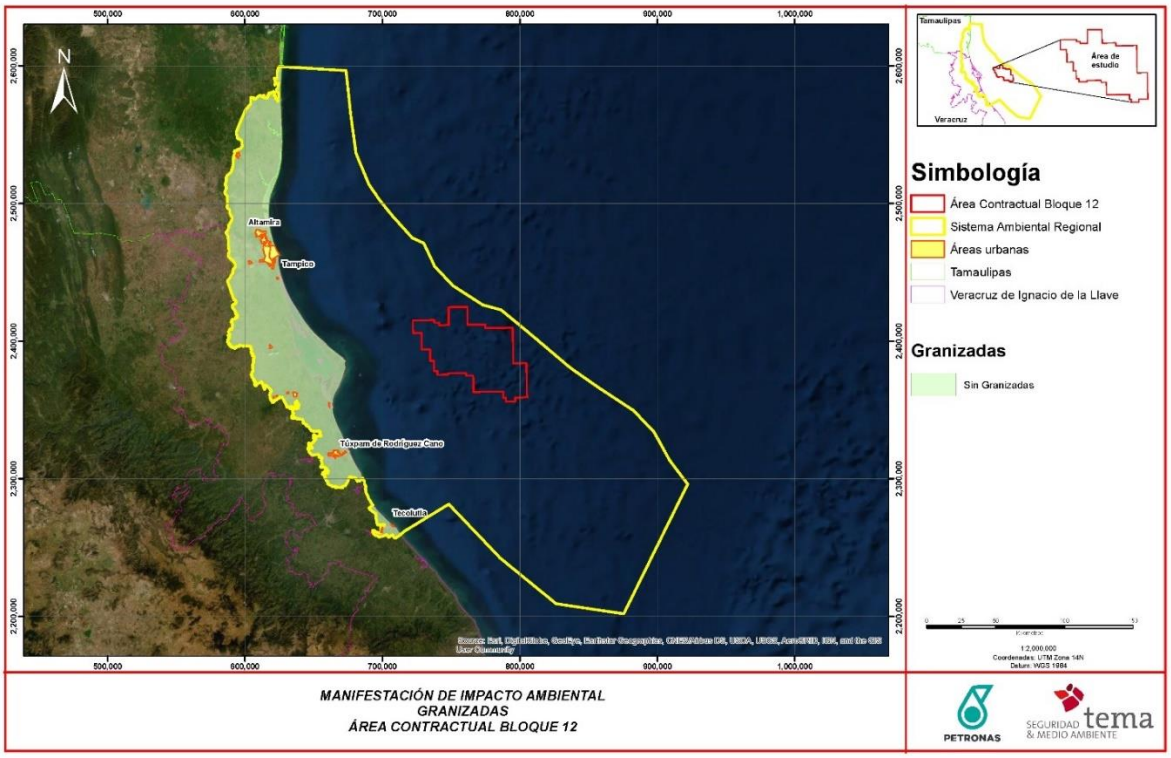


Figura IV-19. Granizadas dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.2.6 Temperaturas Extremas

La Figura IV-20 muestra el peligro que se tiene por ondas cálidas. En general, dentro del SAR existe un peligro muy bajo y bajo, a excepción de la parte sur del SAR, correspondiente a Tecolutla, región que considera un peligro medio por ondas cálidas, pudiendo presentarse fenómenos climáticos que afecten las condiciones climáticas normales.

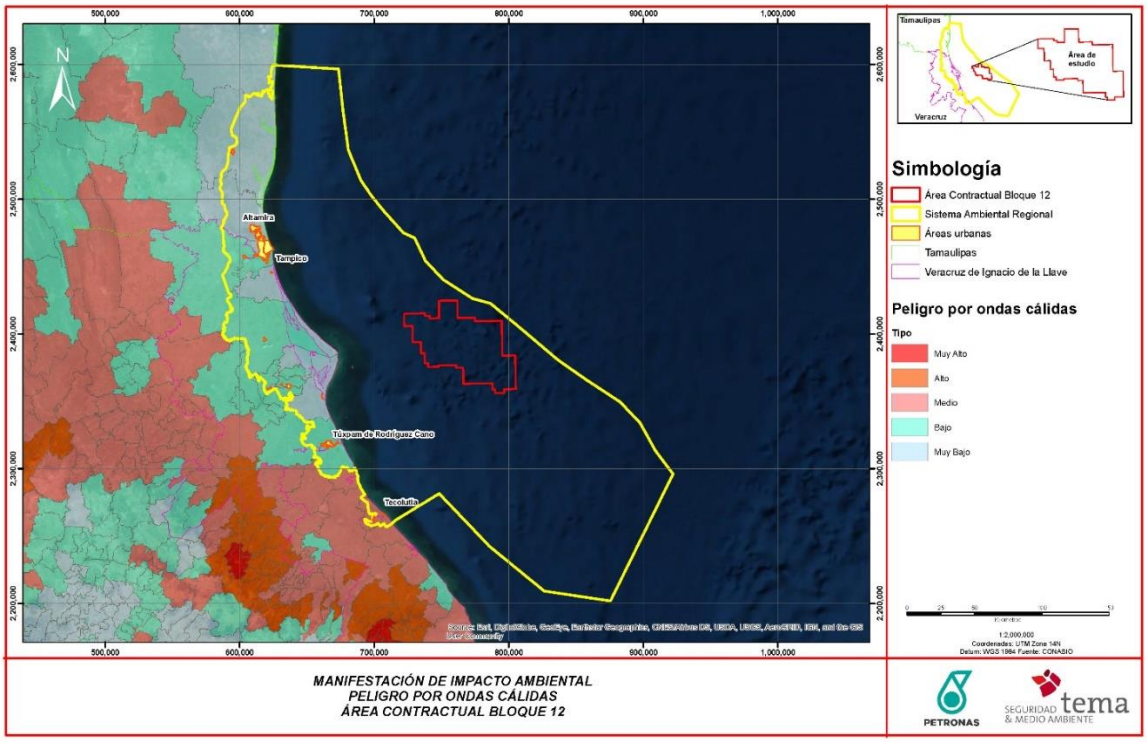


Figura IV-20. Peligro por ondas cálidas

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.2.7 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 a 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 IV-21 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.

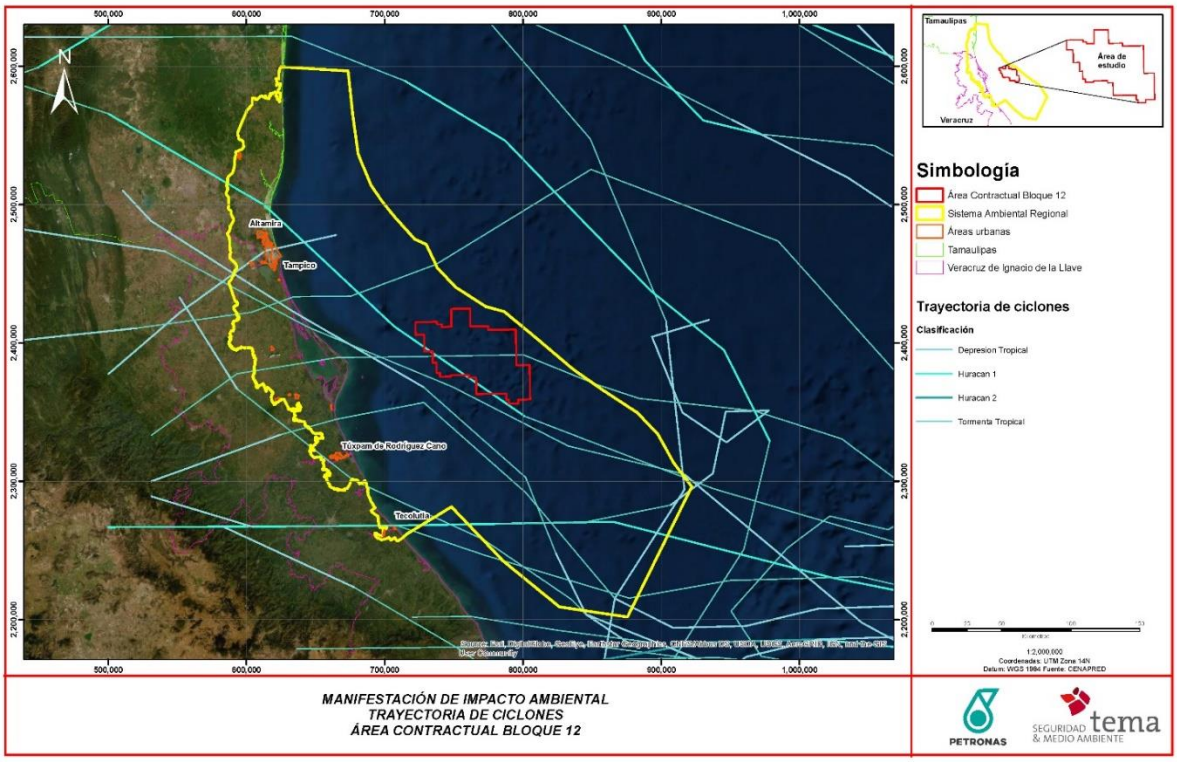


Figura IV-21. Trayectoria de ciclones que han pasado por el área determinada del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La Tabla IV-18 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 IV-18. 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

Año	Nombre	Categoría	Lugar de Entrada a Tierra	Estados Afectados	Periodo	Vientos Máximos Sostenidos km/h
2007	Lorenzo	H1	Barra de Tecolutla, Ver.	Ver., Pue., Hgo., Tamps., SLP. y Oax.	25-28 septiembre	155
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*	*Horconcitos, 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.	NL., 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 (2020)

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) las tormentas eléctricas son descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emitiendo un resplandor breve o un relámpago (luz) y un trueno (sonido). Estas tormentas eléctricas suelen ser acompañadas por tormentas severas o lluvias de gran intensidad, además de vientos fuertes con probabilidad de provocar granizo, rayos e inundaciones en zonas propensas.

En el caso de los datos recopilados para el SAR no hay una tendencia en el resultado del tratamiento de los datos.

Tabla IV-19. Datos de tormentas eléctricas dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	0.30	0.20	0.60	0.90	1.90	2.20	2.90	3.90	4.20	1.30	0.40	0.10	18.90
Gutiérrez Zamora II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
Tuxpan	0.00	0.11	0.25	0.40	0.90	0.50	0.90	1.27	1.55	0.50	0.08	0.00	5.70
Tuxpan de Rodríguez Cano	0.07	0.29	0.66	1.40	2.74	3.41	4.89	4.80	4.76	1.48	0.32	0.14	22.30
Majagual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.29	0.37	0.15	0.00	0.00	0.90
Presa el Moralillo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Las Flores	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30
Tuxpan de Rodríguez Cano	0.10	0.20	0.40	0.90	1.00	1.20	1.60	2.60	1.70	0.60	0.20	0.10	10.60
Tamiahua*	0.00	0.00	0.10	0.10	0.30	0.80	0.60	0.90	1.00	0.20	0.00	0.00	4.00
Tormentas eléctricas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tantima*	0.20	0.20	0.40	1.30	2.50	3.30	4.10	3.60	2.60	1.00	0.40	0.10	19.70
El mercado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.30	0.20	0.50	0.10	0.20	0.00	0.00	1.50
La Laja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.10	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.60
Ozuluama	0.00	0.00	0.10	0.20	0.60	0.60	0.60	0.50	0.60	0.20	0.00	0.00	3.40
San Luciano*	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	1.10	0.60	0.50	0.30	0.20	0.00	0.00	3.60
La Puente	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quebrache	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80
Mata de Chávez*	0.00	0.00	0.20	0.30	0.20	0.30	0.70	0.20	0.30	0.20	0.10	0.00	2.50
Villa Cuauhtémoc*	0.00	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.80
Tamos	0.00	0.00	0.10	0.20	0.40	0.70	0.60	0.30	0.70	0.30	0.00	0.00	3.30
La Potosina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tampico	3.20	2.50	2.50	2.90	3.20	2.30	2.00	2.40	2.00	1.30	1.40	2.10	27.80
Tancol	1.60	3.70	3.40	3.10	0.90	0.20	0.40	0.40	0.60	2.50	1.70	2.80	21.30
Altamira*	0.30	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.50	1.30
Altamira (GDE)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
Ejido tres de mayo*	8.60	7.90	5.40	1.80	1.50	0.50	0.50	0.40	0.80	3.00	6.10	7.20	43.70
Esteros*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40
El Barranco	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Barberena	2.50	2.40	1.80	0.60	0.70	1.00	1.10	1.20	0.80	1.60	2.10	2.60	18.40
El Apuro	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.00	0.00	0.90

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Santa Juana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Chijol	0.00	0.20	0.00	0.00	0.10	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.90
Aldama*	1.50	1.20	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.40	5.10
Aldama (GDE)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
La Cabecera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10
La Esperanza	1.10	0.60	0.70	0.50	0.40	0.20	0.40	0.60	0.80	0.40	0.80	0.50	7.00

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

Se observa en la Figura IV-22 que las estaciones con mayores registros en el año son: Ejido tres de mayo (municipio de Altamira, Tamaulipas), Tuxpan de Rodríguez Cano (municipio de Tuxpan, Veracruz), Tantima (municipio de Tantima, Tamaulipas) y Tecolutla (municipio de Tecolutla, Veracruz).

Como es de esperase, los registros de tormentas coinciden con los Figura IV-22de precipitación (Figura IV-13) en los meses de junio a octubre, sin embargo, no se presenta en todas las estaciones donde no se tiene alguna relación directa con algún otro aspecto meteorológico.

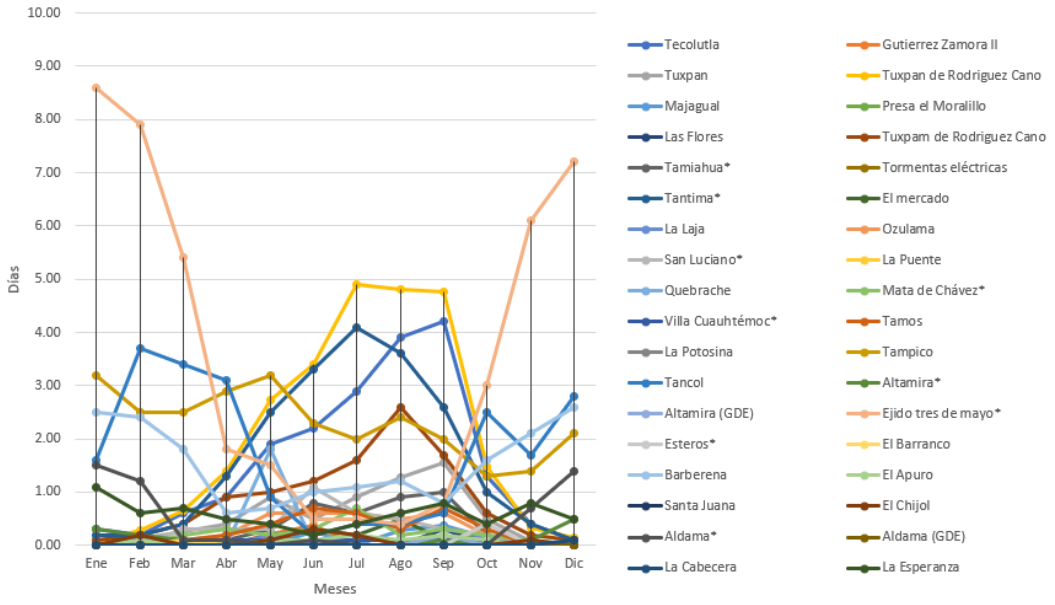


Figura IV-22 Gráfico de días con tormentas eléctricas de acuerdo con las EMA

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.2.8 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).

De acuerdo con el índice de déficit promedio de lluvia (%) respecto a su lluvia media anual, el SAR presenta un déficit mayor al 10% y menor o igual que 20% para algunas zonas de Veracruz. En cambio, en el estado de Tamaulipas pueden presentar un déficit mayor, siendo menor o igual al 30%. La duración de la sequía en general es menor a 2 años, pudiendo llegar casi a los 4 años en algunas zonas entre los límites de Veracruz y Tamaulipas, como lo son los municipios de Pueblo Viejo, Pánuco y Tampico (CENAPRED,2019).

La Tabla IV-20 muestra la superficie y porcentaje del peligro a sequía que se presenta en el SAR. De acuerdo con estos datos, el mayor porcentaje de la superficie corresponde a un peligro bajo (10.19 %).

En la Figura IV-23 se muestra que el peligro por sequía con categoría muy bajo, que corresponden a la parte norte del SAR (Tamaulipas). El peligro alto se muestra en la zona de Tampico y Altamira y Tamaulipas. Mientras que el peligro bajo de sequía se presenta en la zona centro.

Tabla IV-20. Superficie y porcentaje de peligro por sequía en el SAR.

Peligro a sequía	Superficie (ha)	%
Alto	48277.72	0.78
Medio	165128.44	2.67
Bajo	630329.15	10.19
Muy Bajo	235891.74	3.81

Fuente: TEMA (2020)

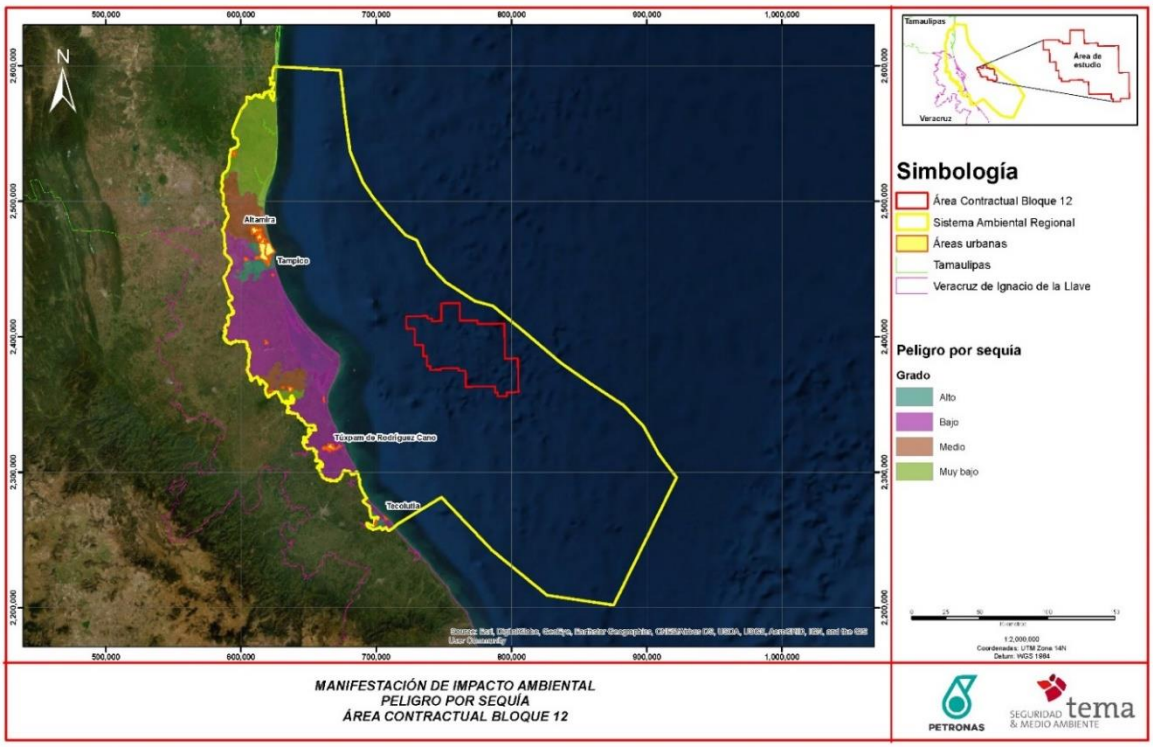


Figura IV-23. Sequía dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.3 Cambio Climático

El Cambio Climático (CC) es una problemática ambiental actual que ha desencadenado muchos problemas meteorológicos y por ende ecológicos. Este se puede definir como la alteración del clima global el cual permanece por décadas, el punto más evidente es el incremento en la temperatura global, sequías, inundaciones y aumento en el nivel del mar, por mencionar algunos.

Para poder realizar una caracterización más concreta de los cambios climáticos que se han presentado y las posibilidades que pudieran ocurrir es necesario conocer la caracterización histórica de la circulación atmosférica y oceánica de la región a modelar para los escenarios. A lo largo de eras geológicas el clima y la morfología (terrestre y marina) han sufrido innumerables cambios, siendo desencadenadas por factores extremos, siendo el caso de nuestra problemática presente, el Cambio Climático.

Existen fluctuaciones climáticas como el caso del "Pequeño Medioevo Cálido" que desencadenó un aumento en el nivel del mar de casi medio metro, junto con un incremento de 1°C en la temperatura media anual, lo que se declaró como el periodo más caluroso en 2000 años (Gallegos, 2004), así

como este caso existen muchos otros que involucran diferentes variables como la temperatura, ciclo hidrológico, dinámica de vientos, etcétera. Por lo que muchos especialistas sugieren:

- Baja de presión atmosférica a nivel del mar aunado con radiación y evapo – transpiración intensa, y ocurra una intensificación en las circulaciones tipo monzón entre tierra y mar, lo que intensifica la precipitación a lo largo de la franja costera.
- En verano, los gradientes térmicos y de presión atmosférica a nivel del mar son más acentuados, por lo que existe una conversión térmica violenta, lo que provoca una intensificación en los vientos dominantes ejerciendo una mayor presión en el océano y desencadenando el incremento en las mareas.
- Al contrario de lo anterior, en la época invernal se manifiestan centros semi – permanentes de alta y baja presión atmosférica, tornando más relajada la circulación atmosférica y la radiación estimula los movimientos convectivos provocando ciclones y anticiclones.

El CC inducido por el incremento en la atmósfera de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) constituye, junto con la degradación de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad, el problema ambiental más trascendente en el siglo XXI.

En los inventarios de GEI del estado de Veracruz se han reportado estimaciones equivalentes de bióxido de carbono, cerca del 3.5 % del total nacional, y proviniendo de la generación de energía, la agricultura, la ganadería y los desechos. Considerando además al sector industrial presente en el 2000 —ya que no se cuenta con datos para todo el periodo—, se tiene que la contribución es del 4.3 % (PECCUV,2019).

Se han realizado algunos estudios ante la inminencia del CC, un escenario describe cambios para el período 1921-1980 donde la mayoría del territorio veracruzano presentó sequías entre el 10 y 15% de los años, excepto la porción sur que las tuvo entre 5 y 10%. Por su parte, los vientos máximos del norte en la década de los sesenta tuvieron una mayor presencia de las invasiones de aire polar en la vertiente del Golfo de México y, en consecuencia, las temperaturas invernales fueron anómalamente bajas (INECC,2009).

Dentro de las vulnerabilidades de estos escenarios 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.

La Figura IV-24 muestra la vulnerabilidad de los municipios que componen el SAR ante el Cambio Climático. En este caso, el único municipio bajo este criterio es Altamira.

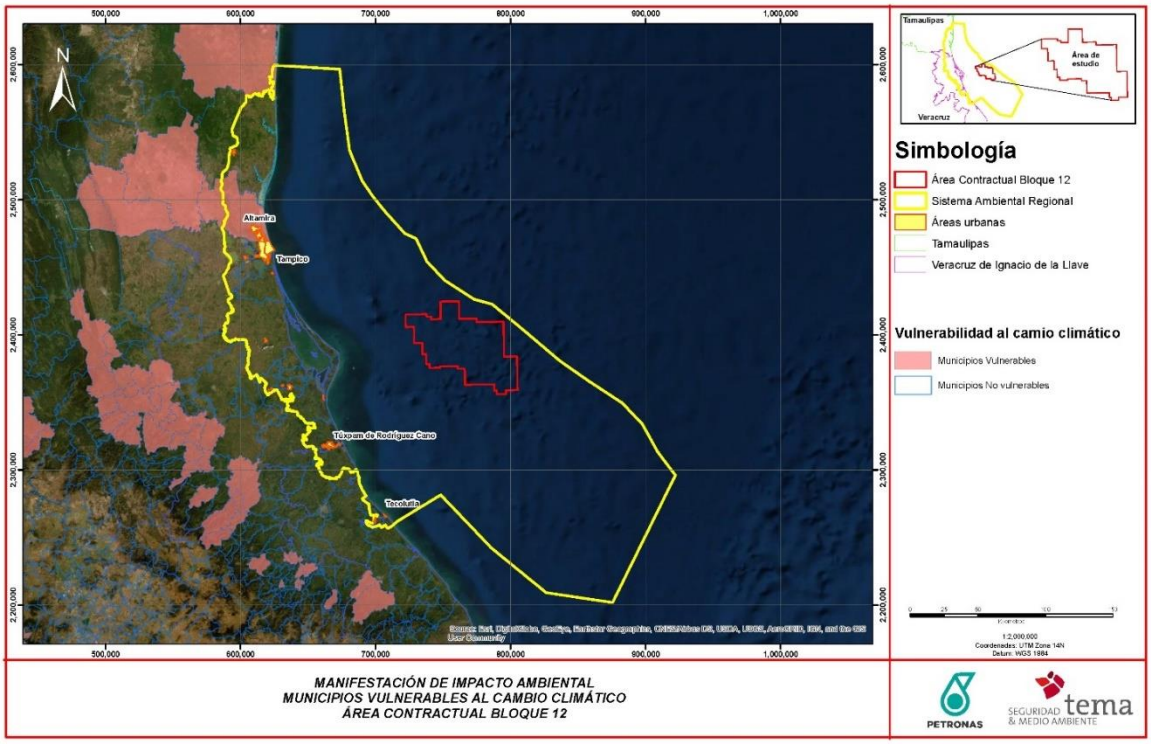


Figura IV-24. Municipios más vulnerables ante el Cambio Climático

Fuente: TEMA (2020)

De acuerdo a los escenarios de cambio climático consultados del Sistema de Información de la Unidad de Información para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS, 2015) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, denominado Atlas Climático Digital de México, se prevé para el estado de Veracruz altas temperaturas, inundación fluvial, deslaves por inestabilidad de laderas, erosión costera, aumento del nivel de mar e inundación por marea de tormenta.

El escenario RCP 8.5 para un futuro lejano (2075 a 2099) muestra un incremento de la temperatura máxima de 3ºC, llegando a proyectar temperaturas máximas de hasta 40°C.

Respecto a la inundación fluvial, las áreas modeladas de afectación por inundación fluvial de acuerdo a los periodos de retorno de 100 años, se estiman en un total de 135.92 km^2; siendo las partes bajas de las riberas las áreas con mayor vulnerabilidad a inundación fluvial.

El incremento en el nivel de mar proyectado, sería el fenómeno de mayor riesgo que enfrentaría la zona costera; principalmente la mayoría de las costas bajas arenosas, con extensos humedales

adyacentes y situados a menos de un metro sobre el nivel del mar; las cuales se estiman perderían más de 600 kilómetros de playa.

Otro de los escenarios que se proyectan es una intensificación de los eventos extremos como ciclones tropicales en el Golfo y Mar Caribe. Algunos de los sitios que se prevén tendrán mayor afectación son el Puerto de Veracruz, Alvarado, Pánuco, Tuxpan, Los Tuxtlas y Coatzacoalcos.

En el caso del estado de Tamaulipas, la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas en el 2016 publicó la regionalización del cambio climático en México, en el cual variables como temperatura, precipitación, oscilación térmica y periodos estacionales fueron evaluados mediante un análisis multivariado para el cual resultaron 11 grupos, de los cuales les corresponden a los estados de Tamaulipas y Veracruz, un incremento de la temperatura media de 2 a 3°C, con un aumento en la oscilación térmica y una pérdida de 10 a 50 mm de lluvia.

El cambio térmico se producirá tanto en el ciclo primavera - verano como en el ciclo otoño-invierno, siendo de valor similar en ambos períodos, aunque con tendencia a ser mayor en la temporada primavera-verano.

Dentro de los 11 grupos identificados, 10 señalaron incremento de la temperatura Primavera – Verano y Otoño – Invierno, y disminución de la precipitación. Sólo en un grupo se encontraron valores de cambio térmico negativo (disminución de la temperatura) tanto en primavera - verano como en otoño - invierno. De igual forma sólo se identificó un grupo con incremento de precipitación, pero únicamente durante el ciclo Otoño - invierno.

El nivel predominante de cambio térmico en el ciclo primavera - verano será de 2-3 °C, mientras que en otoño - invierno es de 1-2 °C. En tanto el nivel predominante de decremento de la precipitación será de -50 a -10 mm tanto en primavera - verano como en Otoño – Invierno.

Los resultados obtenidos del presente estudio permiten identificar las diferentes manifestaciones regionales del cambio climático en México para el año 2050. Sin embargo, se sugiere mejorar la resolución del mapa sobre este tema para hacerlo más operativo.

De acuerdo con el Atlas climático de la UNAM (Monterroso *et al* 2014), las proyecciones para Tamaulipas consideran un estrés por lluvias torrenciales e inundaciones, esto aumenta la sensibilidad de las poblaciones y modifica el grado de riqueza de los ecosistemas y sus funciones. En relación a esto también se nota un deterioro en el aspecto económico, por lo que se pueden tornar inestables las adversidades.

En la Figura IV-25 se muestra la vulnerabilidad de los 43 municipios del estado de Tamaulipas, de entre los más afectados se encuentran: Bustamante, San Carlos, Gómez Farías, Cruillas, Palmillas

y Nuevo Morelos. Algunos de estos municipios cuentan con medidas de adaptación establecidas por el Gobierno de Tamaulipas.

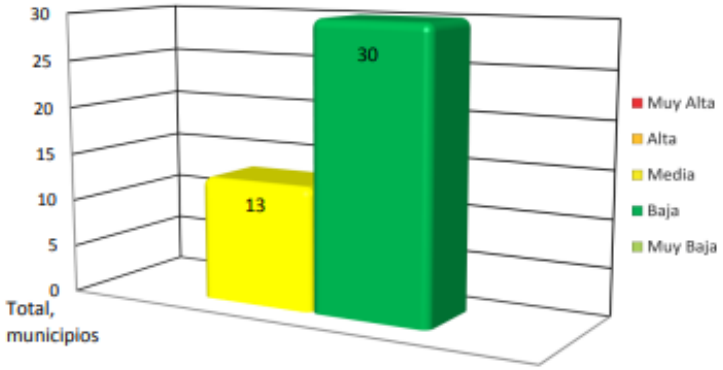


Figura IV-25. Vulnerabilidad al cambio climático de los municipios de Tamaulipas

Fuente: Monterroso, 2014

Un sitio crítico dentro del SAR, hablando específicamente de CC, es la cuenca en la boca del Río Pánuco y los humedales que se encuentran cercanos a las poblaciones establecidas debido a que estas funcionan como reguladores hídricos y de temperatura.

El Atlas climático determinó la vulnerabilidad por sectores, destaca el hídrico, el cual representa niveles altos y medios, que a su vez impacta en la biodiversidad, sector forestal, sector ganadero y agrícola (Figura IV-26, Figura IV-27 y Figura IV-28).

De acuerdo con la Figura IV-26 existe una vulnerabilidad alta del 42%, 39% media y el 19% baja para el caso de la biodiversidad- En el sector agrícola no se figura una vulnerabilidad alta al CC, sin embargo, el 79% cae en la categoría de vulnerabilidad media y el resto (21%) baja.

La vulnerabilidad del sector ganadero es en su mayoría media (74%), 14% baja y 12% alta. Por otro lado, el sector forestal es el más afectado ante el CC, con un 49% de riesgo alto, 49% medio y 2% bajo.

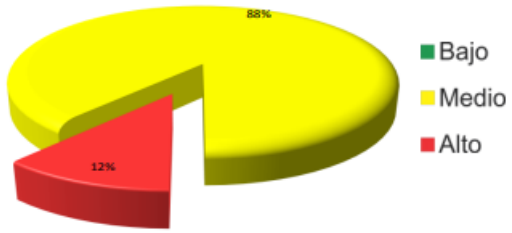


Figura IV-26. Vulnerabilidad del sistema hídrico de Tamaulipas.

Fuente: Monterroso, 2014

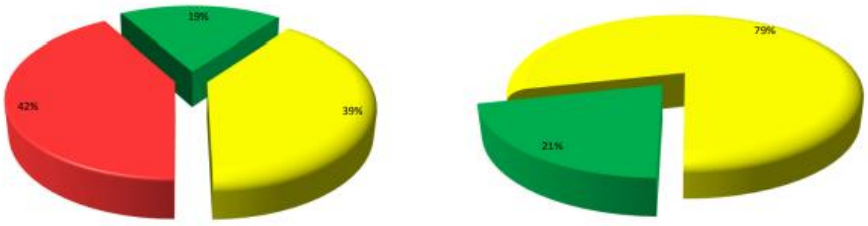


Figura IV-27 Vulnerabilidad de biodiversidad (izquierda) y sector agrícola (derecho) en Tamaulipas.

Fuente: Monterroso, 2014

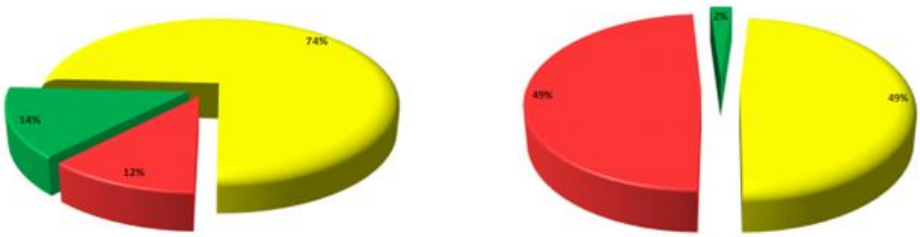


Figura IV-28 Vulnerabilidad del sector ganadero (izquierda) y sector forestal (derecha) en Tamaulipas.

Fuente: Monterroso, 2014

En el caso del estado de Veracruz, el Atlas climático determinó que la vulnerabilidad al CC es en su mayoría media, de los 212 municipios del estado, los más vulnerables son: Tehuipango, Filomeno Mata, Astacinga, Coetzala, Mecatlán, Atlahuilco, Tenochtitlán, Aquila, Cuahumatlán y Coxquihui (Figura IV-29).

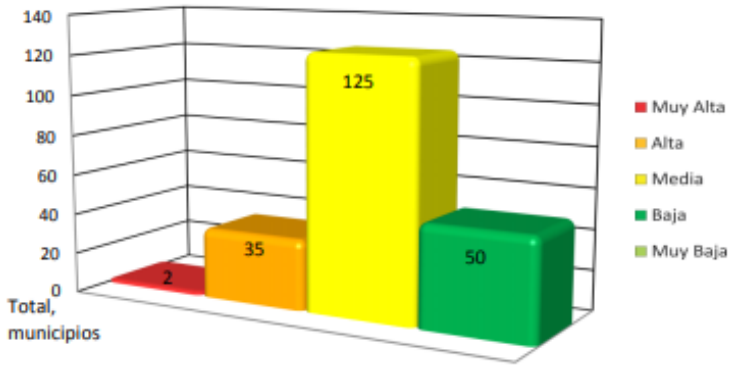


Figura IV-29 Vulnerabilidad al cambio climático de los municipios de Veracruz

Fuente: Monterroso, 2014

La Figura IV-30 representa la vulnerabilidad de la biodiversidad (lado izquierdo) ante el cambio climático, siendo en su mayor proporción baja (57%), media (39%) y tan sólo un 4% alta. En el caso del sector agrícola no se contempla una afectación alta, sin embargo, el 79% considerado está clasificado con una vulnerabilidad media, mientras que el 21% restante es de baja probabilidad.

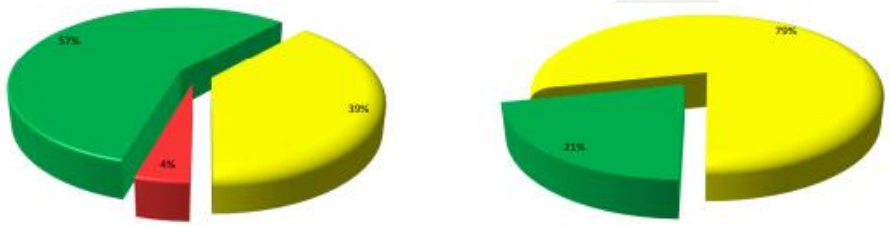


Figura IV-30. Vulnerabilidad de biodiversidad (izquierda) y sector agrícola (derecho) en Veracruz

Fuente: Monterroso, 2014

En el caso del sistema hídrico, Veracruz contempla sólo las categorías de vulnerabilidad media (70%) y baja (30%) (Figura IV-31). Para el sector ganadero un 6% representa una alta vulnerabilidad ante el CC, el 60% media y un 34% baja. Para el sector forestal incrementan los valores en la categoría alta y media siendo de 25% y 72% respectivamente, con tan sólo un 3% de vulnerabilidad baja (Figura IV-32).

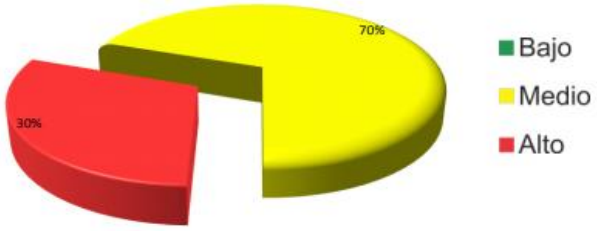


Figura IV-31. Vulnerabilidad del sistema hídrico de Veracruz

Fuente: Monterroso, 2014

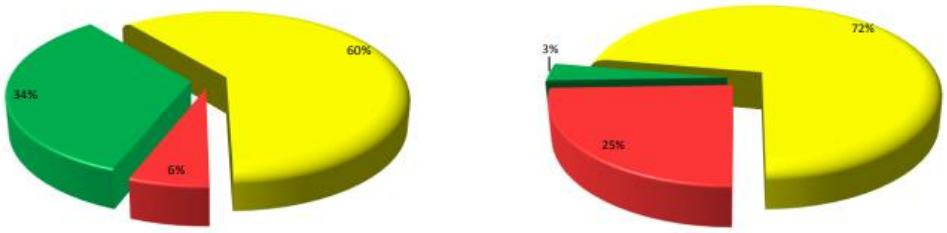


Figura IV-32. Vulnerabilidad del sector ganadero (izquierda) y vulnerabilidad del sector forestal (derecha)

Fuente: Monterroso, 2014

IV.2.1.4 Fisiografía

El estado de Veracruz está conformado por dos extensas planicies (norte y sur), donde se forman los sistemas montañosos de la Sierra Madre Oriental hacia el noroeste, el Eje Neovolcánico hacia el oeste y la Sierra Madre del Sur y Sierra de Chiapas, hacia el sur-sureste. En el caso de las planicies costeras, estas son el 73 % del territorio, el 27% restante lo conforman las regiones montañosas. La planicie del sur comprende las regiones Llanura de Sotavento (de Veracruz a Acayucan), la Sierra de Los Tuxtlas y el Istmo de Tehuantepec, abarcando un rango de altitud que va desde el nivel del mar hasta los 350 m e, incluso, los 1 700 m en la Sierra de Los Tuxtlas (Soto y Geissert, s.f.).

Lo que marca el límite entre las planicies costeras del altiplano mexicano son las zonas montañosas, siendo la más extensa la sierra Pico de Orizaba–Cofre de Perote, la cual se prolonga por la sierra de Chiconquiaco y el macizo de Palma Sola hasta la costa del Golfo de México.

En la parte sur del estado, se elevan sierras de 1 000 a 2 000 m de altitud y mesetas con cuestas, de 200 a 1 000 m de altitud, al igual que la Sierra de Los Tuxtlas, donde su máxima altura se alcanza en el Volcán de San Martín con 1 700 msnm.

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, para fines prácticos se mencionan las correspondientes al SAR, 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).

La Figura IV-33 presenta que un 100% del SAR, de la zona terrestre, está dentro de la provincia y subprovincia Llanura Costera del Golfo Norte.

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).

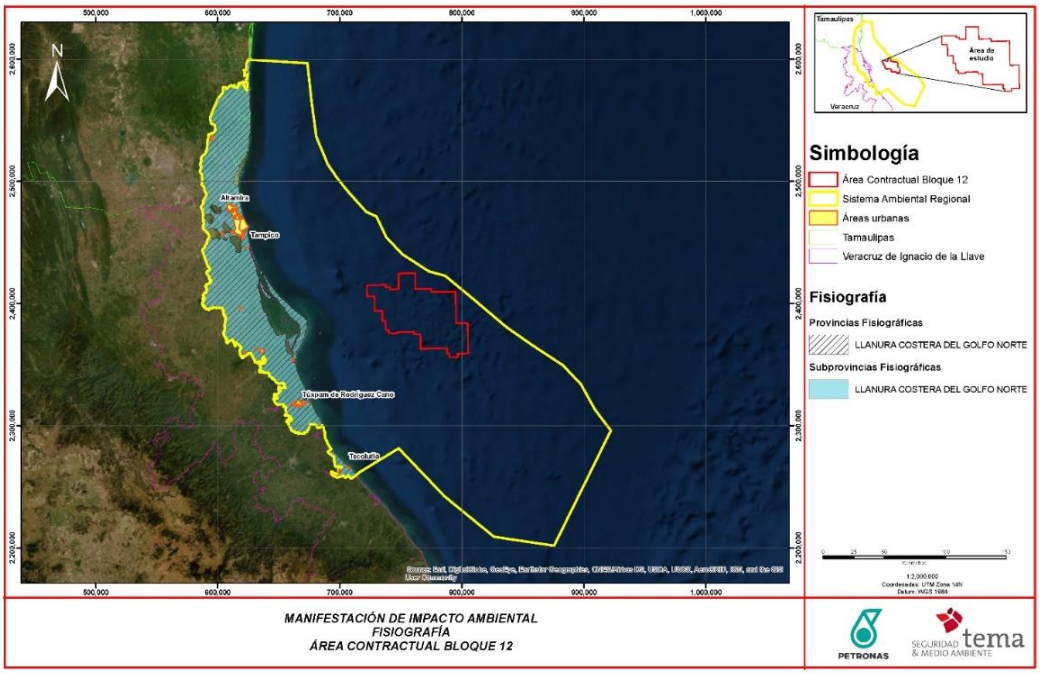


Figura IV-33 Fisiografía del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.5 Edafología

EL SAR 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 carta edafológica escala 1:250 000 (INEGI, 2014), en el SAR se encuentran 20 tipos de suelo, los cuales pueden ser clasificados con base a las propiedades de sus horizontes en 11 tipos de suelo.

De los principales suelos que se presentan dentro del SAR, el tipo Vertisol Pélico se encuentra con mayor proporción sumando aproximadamente el 6.72 % del total, tal como se muestra en la Figura IV-34 con una extensión de aproximadamente 415, 542.38 Ha, de todo lo que comprende el SAR. En segundo lugar, se tiene al Regosol Eútrico con 153, 353.07 Ha (2.48%). En tercer lugar, se encuentra el Regosol Calcárico con el 1.22% (75, 373.03 Ha), el Feozem Háplico cuenta con el 0.95% presente en todo el SAR, siendo un total de 58, 876.69 Ha. El 084% (516, 68.3785 Ha) es de agua, mientras que el resto del tipo de suelos corresponde a un porcentaje menor al 0.80% (Tabla IV-21).

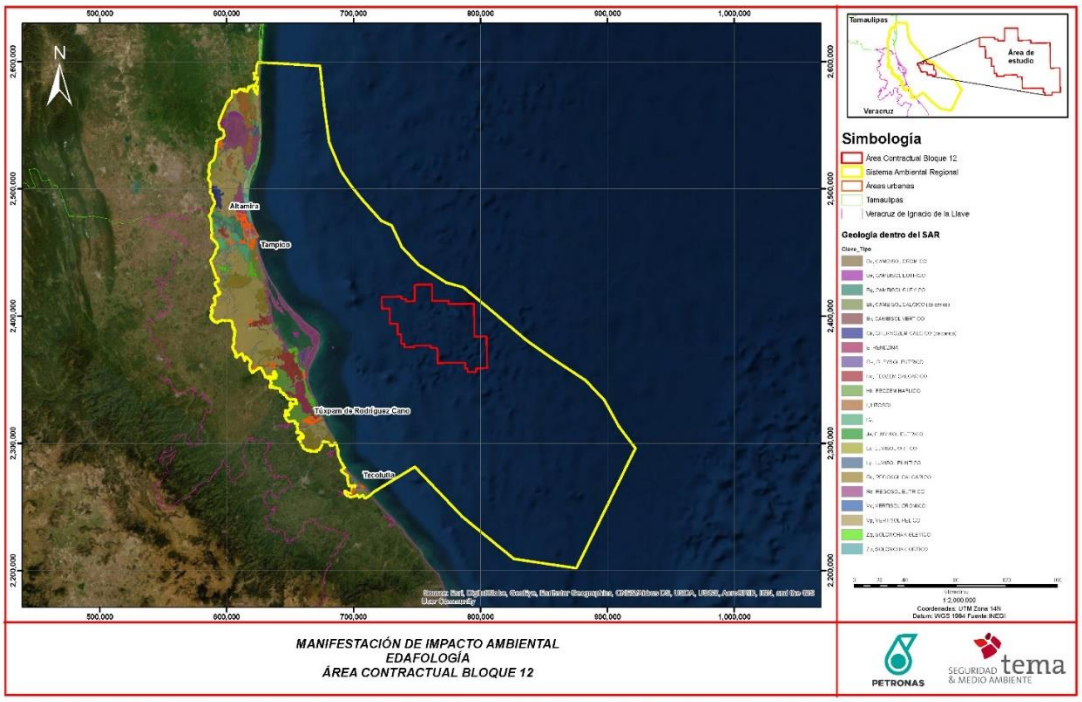


Figura IV-34. Edafología presente dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IV-21. Edafología existente dentro del SAR

Edafología	Área (Ha)	%
Agua	516, 68.3785	0.84
Cambisol Cálcico (Calcárico)	19, 029.2137	0.31
Cambisol Crómico	186.390823	0.00
Cambisol Eútrico	10, 747.7493	0.17
Cambisol Gleyico	19, 287.2378	0.31
Cambisol Vértico	1, 226.76145	0.02
Chernozem Cálcico (Calcárico)	11, 128.6274	0.18
Feozem Calcárico	40, 575.6436	0.66
Feozem Háplico	58, 876.6948	0.95
Fluvisol Eútrico	1, 599.54805	0.03
Gleysol Eútrico	4, 270.73666	0.07
Litosol	48, 613.932	0.79
Luvisol Órtico	968.319837	0.02
Luvisol Plintico	579.025053	0.01
Regosol Calcárico	75, 373.0361	1.22
Regosol Eútrico	153, 353.075	2.48
Rendzina	24, 972.6632	0.40
Solonchak Gleyico	24, 523.0011	0.40
Solonchak Ortico	19, 440.2741	0.31
Vertisol Crómico	4, 050.82799	0.07
Vertisol Pélico	415, 542.382	6.72

Fuente: TEMA (2020)

A continuación, se hace una breve descripción de los tipos de suelo que presentes el SAR:

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.

Chernozem. Los Chernozems acomodan suelos con una capa superficial gruesa, negra rica en materia orgánica. Muchos tipos corresponden a suelos negros calcáreos. Son principalmente sedimentos eólicos y eólicos retrabajados (loess). Se dan en ambientes o regiones con un clima continental con inviernos fríos y veranos calientes, que están secos por lo menos al final del verano; en planicies llanas a onduladas con vegetación de pasto altos (bosque en la zona norte transicional). El perfil de estos suelos se desarrolla como horizonte superficial mólico pardo oscuro a negro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico; con carbonatos secundarios o un horizonte cálcico en el subsuelo. Los Chernozems centrales, profundos son considerados como de los mejores suelos, esto de acuerdo con edafólogos rusos. Son utilizados para cultivos arables, estos suelos constituyen un recurso formidable para el futuro. La preservación de la estructura del suelo favorables a través de las labranzas oportunas y riego cuidadoso en bajas tasas se previene el desgaste y la erosión. La aplicación de fertilizantes P se requiere para altos rendimientos. El trigo, cebada y maíz son los cultivos principales junto con otros cultivos alimenticios y vegetales. Parte del área de Chernozem se usa para la cría de ganado. En el cinturón templado norte, el período de crecimiento posible es corto y los cultivos principales son trigo y cebada, en algunos lugares en rotación con vegetales. El maíz es ampliamente cultivado en el cinturón templado cálido. La producción de maíz tiende a estancarse en años secos a menos que el cultivo se riegue adecuadamente.

Feozem: son suelos muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión, debido a su textura media, buen drenaje y ventilación. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica, aunque también pedregosos e inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente. Se desarrollan sobre todo en climas templados y húmedos, por lo que se encuentran recubriendo el Eje Neovolcánico Transversal y porciones de la Sierra Madre Occidental.

Fluvisol: acomodan suelos azonales genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales. El nombre Fluvisoles puede ser confuso en el sentido de que estos suelos no están confinados sólo a los sedimentos de ríos (latín fluvius, río); también pueden ocurrir en depósitos lacustres y marinos. En sí son suelos desarrollados en depósitos aluviales; del latín fluvius, río. El material parental: Predominantemente depósitos recientes, fluviales, lacustres y marinos. Se pueden encontrar en ambientas como planicies aluviales, abanicos de ríos, valles y marismas costeras en todos los continentes y en todas las zonas climáticas; muchos Fluvisoles bajo condiciones naturales se inundan periódicamente. El desarrollo de los perfiles es con evidencia de estratificación; débil

diferenciación de horizontes, pero puede haber presente un horizonte superficial diferente. Los rasgos redoximórficos son comunes, en particular en la parte inferior del perfil.

Gleysol: Son suelos que se saturan de agua, lo que hace que desarrollen un patrón de color gléyico, siendo su horizonte diagnóstico. Debido a que se encuentran sumergidos durante la mayor parte del tiempo, pueden presentar un alto contenido de materia orgánica humificada. No obstante, en el caso de esta zona y por su proximidad a la costa, la materia orgánica no se acumula debido al arrastre con los eventos de marea alta, así como de precipitación máxima; ello también sugiere que estos suelos presentan acumulaciones de salitre. En este caso, la clasificación Gleysol Eútrico, es característica por ser rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), al menos en alguna parte entre los 50 cm de profundidad.

Hay que considerar que, debido a su condición predominantemente arcillosa, presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación; esto se ve aumentado considerando que este suelo se ubica a lo largo de la línea costera del SAR, por lo que la vegetación que sustenta se conforma por plantas que soportan condiciones de hidro-morfismo. (INEGI, 2004).

Litosol: Este tipo de suelos entra en la categoría de los Leptosoles, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

Luvisol: Se consideran como suelos minerales muy débilmente desarrollados con materiales no consolidados. Son suelos muy someros y tampoco son muy ricos en gravas o con materiales fúlvicos. Su distribución regularmente se asocia a tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

De acuerdo con el subtipo Calcárico con el que se clasifica, éste suelo se encuentra enriquecido con carbonatos (cal), menor al 15 % en alguna parte entre 50 cm de profundidad. Esta condición provoca una consecuente sequedad y dureza del suelo, o cual es desfavorable para la germinación y el establecimiento de plantas. Además, el agua, al no poder penetrar en el suelo corre por la superficie provocando erosión (SEMARNAT, 2016).

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 úmbrico, 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.

Rendzina: Son suelos someros que se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm), que producen ruido con el arado por su pedregosidad.

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.

Vertisol: Este tipo de suelo se caracteriza por su alto contenido de arcillas 3:1, cuyo material es expandible en húmedo, formando superficies de deslizamiento llamadas facetas; mientras que, en seco, se colapsan y generan grietas en la superficie o a determinada profundidad. La textura del suelo pesada y el predominio de minerales de arcilla expandibles, resulta en un rango de humedad del suelo provocando stress hídrico y exceso de agua.

Estas características limitan al suelo, representando serias restricciones de manejo. Ello ha llevado a que la agricultura en este tipo de suelos, pueda llegar a incrementar los costos de su uso, debido

a que obstaculiza la labranza por la adhesividad cuando el suelo está mojado y dureza cuando está seco; lo que provoca que sean susceptibles a la compactación, en particular cuando las operaciones de campo son realizadas con altos contenidos hídricos (Espinosa *et al*.; 2011).

IV.2.1.6 Geología

El SAR contemplado abarca una geología vasta para el caso de la región sur del Tamaulipas. En su mayoría, el estado está constituido por rocas sedimentarias, cuyas edades cubren un rango geocronológico del Paleozoico al Cuaternario y cuyo origen es marino o continental con predominancia de las primeras. Mientras que, en menor proporción, se pueden encontrar rocas ígneas cenozoicas, rocas metamórficas, precámbricas y paleozoicas, así como depósitos no consolidados del Cuaternario.

A fines del periodo Cretácico y principios del Terciario tuvo lugar un proceso orogénico que afectó a las rocas sedimentarias mesozoicas, plegándolas y dislocándolas a través de fallas inversas, lo que dio como resultado la edificación de la Sierra Madre Oriental. Durante la formación de dichas elevaciones comenzaron a depositarse materiales provenientes de ellas, sobre los antiguos fondos marinos de la porción oriental del estado. Lo que provocó una regresión marina y la formación de dos cuencas sedimentarias, separadas por las sierras de San Carlos y Tamaulipas. En estas cuencas se depositaron gruesos espesores de rocas sedimentarias del Terciario (INEGI, 1983).

Las rocas metamórficas (más antiguas de la entidad), se encuentran expuestas en afloramientos aislados como en el área de Ciudad Victoria. Las manifestaciones ígneas presentes en el estado son relativamente escasas y se reducen a cuerpos intrusivos aislados, localizados en las sierras Madre Oriental, de San Carlos y de Tamaulipas. Las rocas volcánicas se distribuyen en las cercanías de Ciudad Mante y al norte de Tampico. Los suelos se encuentran distribuidos en el estado como relleno de valles, siendo notorios los gruesos espesores que alcanzan en la porción oriental que corresponde a la Planicie Costera del Golfo (Ibis, 1983).

El aspecto más importante de la entidad en cuanto a geología económica es la explotación de los hidrocarburos, aunque el estado también cuenta con vastos yacimientos de plata, cobre, plomo, uranio, titanio, asbesto, sal, azufre y arena silícea, así como grandes volúmenes de roca caliza para la elaboración de cal y cemento.

En cuanto a la Geología Estructural, el estado de Tamaulipas presenta estructuras que son resultado de esfuerzos deformatorios compresivos, que plegaron y dislocaron a las rocas preexistentes. De esta manera se formaron estrechos pliegues anticlinales y sinclinales, algunos simétricos otros buzantes y recumbentes, los cuales conforman la Sierra Madre Oriental y tienen su misma dirección, que es generalmente noroeste-sureste.

En esta misma dirección también se formó un gran número de fallas inversas, subparalelas entre sí, algunas de las cuales ponen en contacto rocas del Cretácico Superior con las del Cretácico Inferior, aunque otras tienen desplazamientos menores. Posterior a la Orogenia Laramide tuvo lugar una deformación distensiva que provocó la existencia de fallas de tipo normal, con dirección noroeste-sureste, como las que se localizan al norte de Tula. Los esfuerzos distensivos también provocaron una actividad ígnea que formó pequeños cuerpos intrusivos y algunas coladas lávicas, ambos del Cenozoico (Ibis, 1983).

En cuanto al Programa Estatal de Desarrollo Urbano del estado de Veracruz, la información referente a la geología de éste menciona que el área, en la cual se asienta la zona conurbada, está conformada por una estructura sedimentaria fluvial-marina, cuyo subsuelo se caracteriza por afloramientos recientes del periodo cuaternario.

En el fondo marino, la capa de arena es sumamente profunda alcanzando de 12 a 14 m a una distancia de 200 m de la línea costera. Frente a la costa se extiende una pequeña parte de la plataforma continental interna de aproximadamente 25 millas cuadradas de la que sobresalen ocho arrecifes coralinos: La Blanquilla, La Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, Isla de Sacrificios, Isla Verde, Pájaros y Hornos. Se aprecia otra franja arrecifal ubicada frente a Antón Lizardo. La morfología y orientación del sistema arrecifal de Veracruz es resultado de la dirección de llegada de las olas.

Así mismo, al Norponiente del asentamiento se presenta un área cuyo origen geológico se ubica en el del periodo Terciario de la era Cenozoica, caracterizado por subsuelo basado en un conglomerado de rocas sedimentarias y Vulcano sedimentarias.

En Veracruz se encuentran depósitos de calizas del Cretácico superior Ks(cz), Conglomerado del Cuaternario Q(cg) y Q(s) suelo del cuaternario, así como Ts(cg), conglomerados del Terciario superior y Q(ar-cg), areniscas y conglomerados del Cuaternario (PDUEV, 2017).

De acuerdo con la Figura IV-35, el mayor porcentaje corresponde a la unidad Lutita-Arenisca, la cual abarca 8.46 % de la superficie terrestre del SAR (Tabla IV-22).

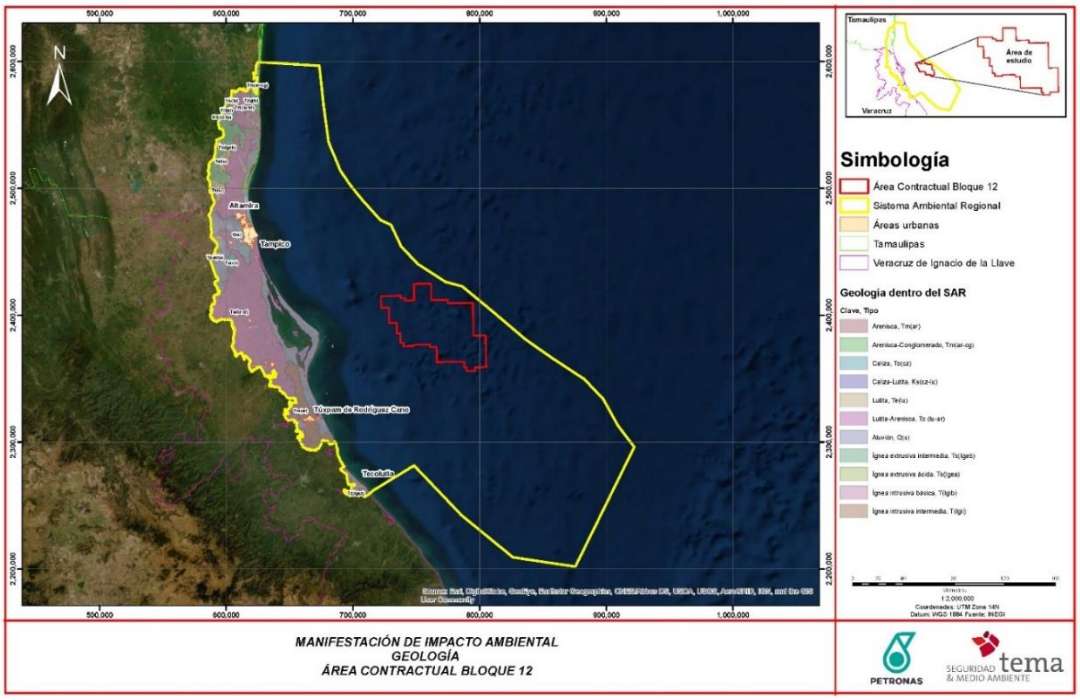


Figura IV-35. Geología presente dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IV-22. Geología presente dentro del SAR

Geología	Área (Ha)	%
Arenisca	81423.73	1.32
Arenisca-Conglomerado	9292.74	0.15
Caliza	7376.71	0.12
Caliza-Lutita	29.04	0.00
Ígnea extrusiva ácida	2574.86	0.04
Ígnea extrusiva intermedia	72650.56	1.17
Ígnea intrusiva básica	3862.94	0.06
Ígnea intrusiva intermedia	3630.07	0.06
Lutita	38879.26	0.63
Lutita-Arenisca	523307.90	8.46
N/A	246605.91	3.99

Fuente: TEMA (2020)

A continuación, se hace una breve descripción de las principales unidades geológicas que se presentan en el SAR.

Arenisca: Son rocas sedimentarias las cuales son el resultado de la consolidación y diagénesis de la acumulación de arena.

Arenisca-Conglomerado: Representan rocas sedimentarias, resultado de la consolidación y diagénesis de la acumulación de arena o, en este caso, cementados en una matriz fina (arena, limo, arcilla). Algunas veces la matriz puede ser calcárea o silicosa y en ocasiones que el conglomerado ha sido sometido a fuertes presiones y temperaturas, la matriz puede hallarse fundida.

Caliza: Roca sedimentaria porosa y permeable, compuesta principalmente por calcita ($CaCO_3$), materiales trípticos como el cuarzo o arcilla, estas se pueden formar a partir de procesos inorgánicos o bioquímicos; se forman por la acumulación y sedimento. Muchos de los organismos que habitan en el mar utilizan el carbonato cálcico del agua para producir caparazones protectores duros. Cuando estos organismos mueren las partes calcáreas se acumulan en el fondo del mar, consolidándose y formando capas de rocas calizas.

Ígnea extrusiva ácida: Son rocas volcánicas típicas formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclástico. Éstas pueden ser holocristalinas (100% de cristales), holohialinas (100% de vidrio) o hipohialinas (mezcla de cristales y vidrio). Cuando presentan cristales, suelen ser rocas con texturas porfídicas, pudiendo observarse los fenocristales con tamaños y formas variadas inmersos en la matriz de grano fino a muy fino (o afanítica: microcristalina si se pueden distinguir cristales con el microscopio o criptocristalina si no es así). Si son rocas ácidas, éstas se constituyen por minerales claros, leucocratos (cuarzo, feldespatos), que en el caso de ser una roca no holohialina suelen presentarse como fenocristales. Los tipos más comunes son las riolitas y dacitas. El color de estas rocas puede o no ser claro, ya que la matriz puede imprimirles un color más o menos.

Ígnea extrusiva intermedia: Se originan a partir de la solidificación de una masa incandescente (magma) que se emplaza a través de la corteza terrestre -intrusiva- o que surge por medio de conductos (lava) y extruye en la superficie -extrusiva-. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava.

Ígnea intrusiva: Son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales. Debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista. Generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión. Dentro de este tipo de rocas, algunos autores reconocen una clase intermedia, la hipoabisal, que incluye a las rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando

grietas. Son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas.

Lutita: La lutita es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y el limo. Son rocas detríticas de grano fino y constituyen más de la mitad de todas las rocas sedimentarias. Las partículas de estas rocas son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad sin grandes aumentos. Las lutitas suelen describirse como débiles, porque están poco cementadas y, por consiguiente, no bien litificadas. La incapacidad del agua para penetrar en sus espacios porosos microscópicos explica por qué la lutita forma a menudo barreras al movimiento subsuperficial del agua y el petróleo. De hecho, las capas de roca que contienen agua subterránea suelen estar situadas por encima de los lechos de lutita que bloquean su descenso. En el caso de los depósitos de petróleo ocurre lo contrario. Suelen estar coronados por capas de lutitas que evitan con eficacia el escape de petróleo y el gas a la superficie.

Lutita arenisca

Unidad sedimentaria del Paleoceno, compuesta por estratos de lutitas, areniscas y areniscas arcillosas que varían de delgados a medianos, con algunas limolitas. Tienen coloración gris, verde y rojo. Se depositaron en ambiente nerítico de un mar regresivo. La unidad descansa discordantemente sobre rocas del Cretácico Superior; incluye a las formaciones Velasco.

IV.2.1.6.1 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.

Con base a ello, se identificaron las provincias geológicas que se presentan el SAR. La Tabla IV-23, muestra el porcentaje de superficie que abarca cada una. La provincia que presentan una mayor extensión es Cordilleras Mexicanas, Tampico-Misantla, la cual cubre 27.04 % del SAR, abarcando parte de la superficie terrestre y marina (Figura IV-36).

Tabla IV-23. Provincias geológicas dentro del SAR

Provincia Geológica	Ubicación	Superficie (ha)	%
Alto de Tamaulipas	Terrestre	0.02	0.00
Tampico-Misantla	Terrestre	1672895.51	27.04
Cinturón Extensional Quetzalcóatl	Plataforma	1081049.20	17.48
Salina del Bravo	Golfo Profundo	23941.02	0.39

Provincia Geológica	Ubicación	Superficie (ha)	%
Burgos	Terrestre	234190.36	3.79
Cordilleras Mexicanas	Golfo Profundo	3173620.20	51.31

Fuente: TEMA (2020)

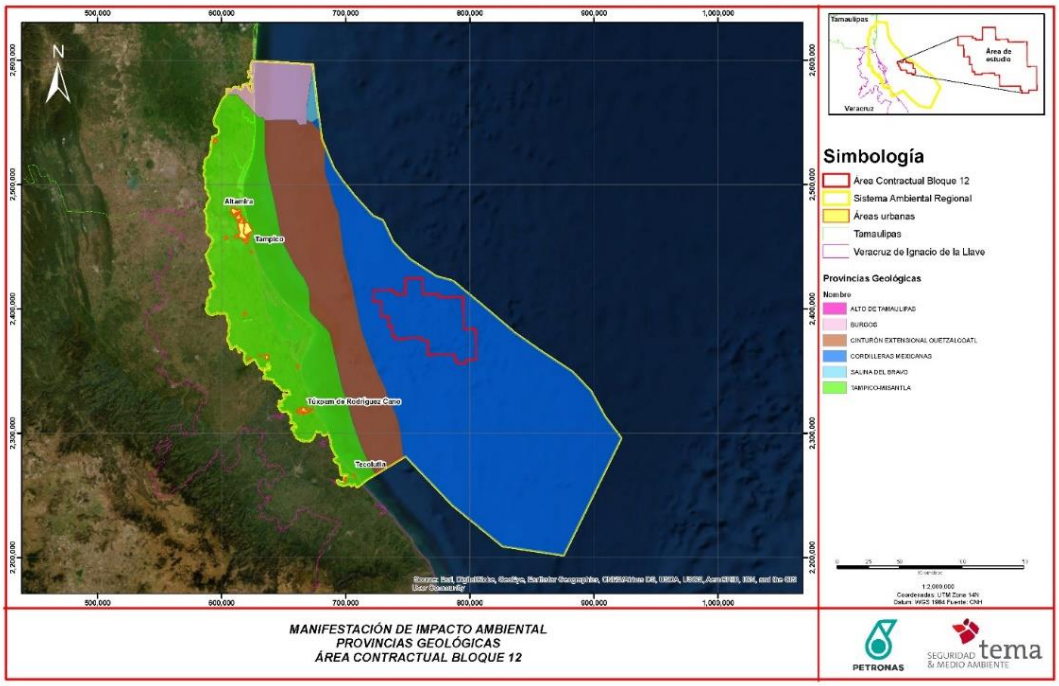


Figura IV-36 Provincias geológicas dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Alto de Tamaulipas: Esta provincia está conformada estratigráficamente por un basamento de rocas ígneas y metamórficas del Triásico con rocas carbonato – arcillosas del Jurásico y Cretácico con la secuencia Clástica del Cenozoico. La geología se conforma por rocas ígneas y metamórficas del basamento. En el Cretácico se depositaron las formaciones Tamaulipas Inferior, Horizonte Otates, Tamaulipas Superior y Agua Nueva de facies de cuenca y nerítica con aportes de terrígenos.

Burgos: Esta provincia geológica cuenta con aproximadamente 49, 800 km^2 se localiza en el margen noreste de la República Mexicana y geológicamente, la Cuenca Terciaria se extiende al norte hacia los Estados Unidos de Norteamérica y forma parte del denominado "Río Grande Embayment"; al oriente, se extiende hacia la Plataforma Continental del Golfo de México y al poniente, cubre la porción oriental de la Plataforma Mesozoica del Burro-Picachos (Echanove, 1986).

Se ha establecido una potente columna sedimentaria que abarca al Jurásico Superior, Cretácico y Terciario, con un espesor mayor de 5,000 m. El Mesozoico está representado por una secuencia de

carbonates, terrígenos y evaporitas en el Jurásico Superior y en el Cretácico; mientras que, en el Terciario, se establece una secuencia predominantemente clástica, con alternancia de areniscas y lutitas, depositada en periodos sucesivos del Paleoceno al Reciente. La sedimentación terciaria se efectuó en etapas alternantes transgresivas y regresivas y que en general, constituyen un marco regresivo regional hacia el oriente (Ibis, 1986).

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.

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 km^2 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.

Salina del Bravo: Se localiza en el sector noroccidental del Golfo de México, frente al delta del Río Bravo, en tirantes de agua que varían de 500 a 2,500 m. Incluye las subprovincias del Cinturón Subsalino y Mini-cuencas: El Cinturón Subsalino corresponde a un régimen compresivo de pliegues amplios por propagación de fallas inversas en sus crestas y flancos, con orientación preferencial NE-SW, nucleados por sal y cubiertos por canopies y lengüetas de sal alóctona. La cubierta de canopies ocurre por encima de los sedimentos del Eoceno Medio, por lo que la intrusión de cuerpos de sal alóctona data de al menos esta misma edad. La zona de Mini-cuencas se localiza al occidente, representada por una franja, casi paralela al borde del talud continental, con la presencia de diapiros de sal o arcilla asociados a un régimen extensivo gravitacional con niveles de despegue someros sobre las arcillas del Eoceno Superior y creando estructuras de relleno sin sedimentario Neógeno y acuñamiento de sedimentos contra diapiros de sal o arcilla (CNH, 2015).

Tampico – Misantla: esta provincia geológica cuenta con un área de 57, 170 km^2 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.

IV.2.1.6.2 Provincia petrolera

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).

En el SAR se presentan 3 provincias petroleras (Tabla IV-24). La de mayor extensión es la del Golfo de México Profundo, la cual abarca una superficie de 56.36 % del SAR, seguida por la provincia Tampico-Misantla (39.71 %) y en menor proporción, la de Burgos (3.94 %). La Figura IV-37, muestra la distribución de estas provincias.

Tabla IV-24. Provincias petroleras dentro del SAR

Provincia Petrolera	Superficie (ha)	%
Golfo de México Profundo	3486129.93	56.36
Tampico-Misantla	2456078.34	39.71
Burgos	243477.99	3.94

Fuente: TEMA (2020)

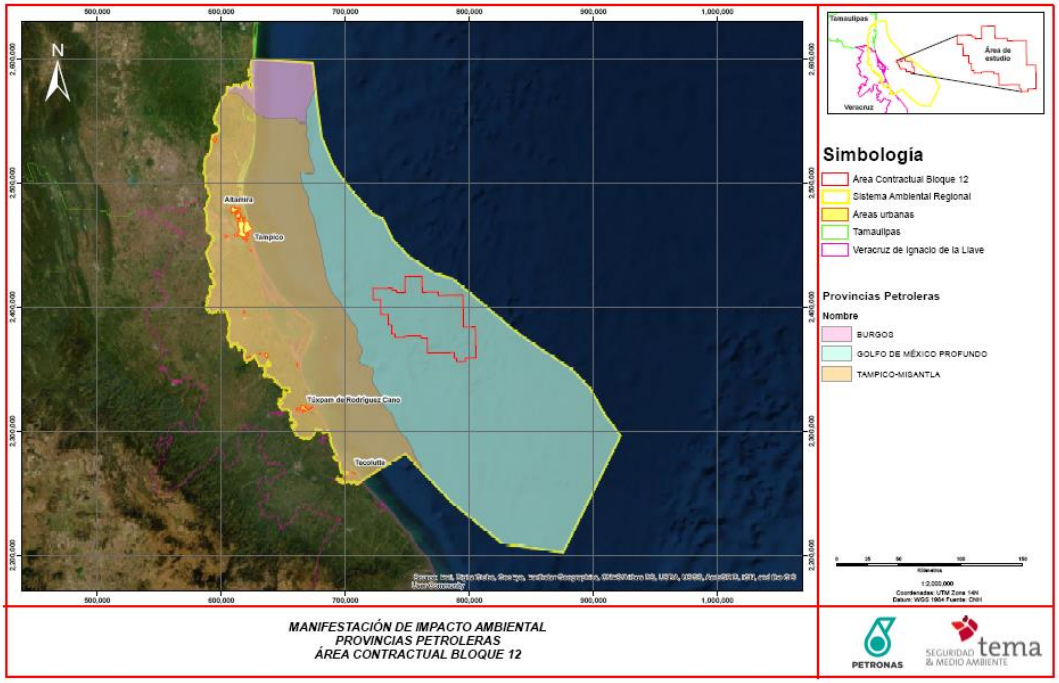


Figura IV-37 Provincias petroleras dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La Provincia Petrolera 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.

En cuanto a la provincia de Burgos se ha obtenido producción en toda la columna sedimentaria; en el Jurásico Superior y en el Cretácico. Los yacimientos descubiertos a la fecha son aislados y poco significativos; sin embargo, los yacimientos en el Terciario son múltiples y de amplia extensión. La provincia se ha subdividido en franjas geológicas alargadas y subparalelas, que de poniente a oriente se les denomina; Jurásico-Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno y Mioceno. La Cuenca de Burgos es una provincia productora en desarrollo, con amplias perspectivas exploratorias y que ofrece múltiples oportunidades de incrementar las reservas potenciales y probadas, así como el de aumentar o sostener la plataforma de producción. Para lograr estos objetivos se requieren estudios geológicos que permitan: la localización y el desarrollo de nuevos campos; descubrimientos en yacimientos más profundos y/o más someros en campos conocidos; y el desarrollo y programación

óptima y racional de la explotación de las reservas probadas, en los campos establecidos (Ibis, 1986).

La Figura IV-38 representa el marco estratigráfico general del cinturón plegado perdido Cordilleras Mexicanas en aguas profundas Norte, la cual corresponde a la ubicación del SAR.

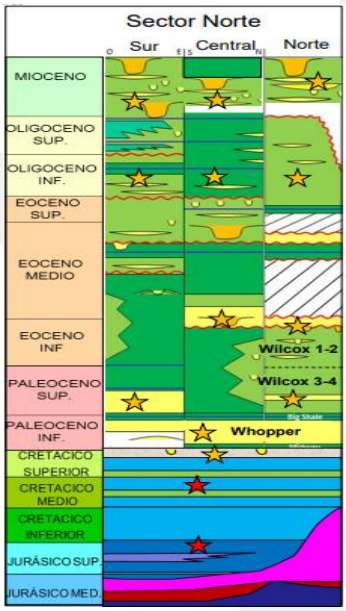


Figura IV-38. Marco estratigráfico general

La columna estratigráfica comprende:

Mioceno – Plioceno: Sedimentación en ambientes batiales a neríticos de facies dominantemente arcillosas y limolíticas de ambientes turbidíticos, con presencia de intercalaciones arenosas asociadas a abanicos y canales submarinos.

Oligoceno: Son intercalaciones delgadas de arenas de grano fino y arcillas depositadas en canales meandriformes y lóbulos distales, contemporáneos con los primeros episodios de deformación causada por el movimiento de sal alóctona. Por lo tanto, en esta época se modifica la configuración estructural por efecto de la deformación plástica de los cuerpos de sal.

Eoceno Medio – Superior: La sedimentación se llevó a cabo en un ambiente batial inferior, formando un sello de buen espesor en el Eoceno Medio, compuesto de arcillas con delgadas intercalaciones de limonitas en ambientes de cuenca hemipelágica. También existen en el Eoceno Superior capas delgadas con facies de lóbulos y desborde de canal.

Paleoceno – Eoceno Inferior: El Paleoceno corresponde a un periodo de bajo nivel del mar en el Golfo de México. Está principalmente compuesto por cuerpos de areniscas con amplia extensión

lateral denominadas "Whopper", (equivalentes a la Formación Wilcox Inferior) en facies de canales y capas turbidíticas que evolucionan a un sistema de abanico submarino arenoso con lóbulos y canales amalgamados, con mayor contenido de arcillas hacia el Eoceno Inferior correspondientes a un periodo alto del nivel del mar. Existen intervalos limo-arcillosos depositados en facies de cuenca hemipelágicos, intercalados en los intervalos arenosos del Paleoceno (Formación Midway y miembro "Big Shale").

Cretácico: Se identifican facies de carbonatos en ambientes de cuenca profunda con alta ciclicidad de fluctuaciones de nivel de mar. Hacia la parte intermedia se infiere un nivel de roca generadora secundaria de edad Turoniano, con alto contenido de materia orgánica depositada en un ambiente de cuenca anóxica. En el Cretácico Superior se identifican cuerpos calcáreo-arenosos de lóbulos turbidíticos distribuidos localmente.

Jurásico Superior: Corresponde a sedimentos principalmente carbonatados de facies de rampa interna a externa con variaciones laterales a dolomías y terrígenos depositados en la rampa intermedia. Hacia su cima se identifica una máxima transgresión compuesta por carbonatos de cuenca con alto contenido de materia orgánica, particularmente en el Tithoniano, horizonte característico de ambientes anóxicos.

Jurásico Medio: Constituido por el depósito de lechos rojos sobre un basamento ígneo - metamórfico, evolucionando a rocas evaporíticas de gran espesor durante la fase de apertura del Golfo de México.

IV.2.1.7 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 la plataforma de Tamaulipas y Veracruz, la cual tiene mucho 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 IV-39), muestra que el SAR presenta condiciones batimétricas que varían entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,700 m de profundidad en la zona marina. Asimismo, se observa que el Área Contractual 12 se encuentra a una profundidad entre 1, 400 m y 2, 300 m.

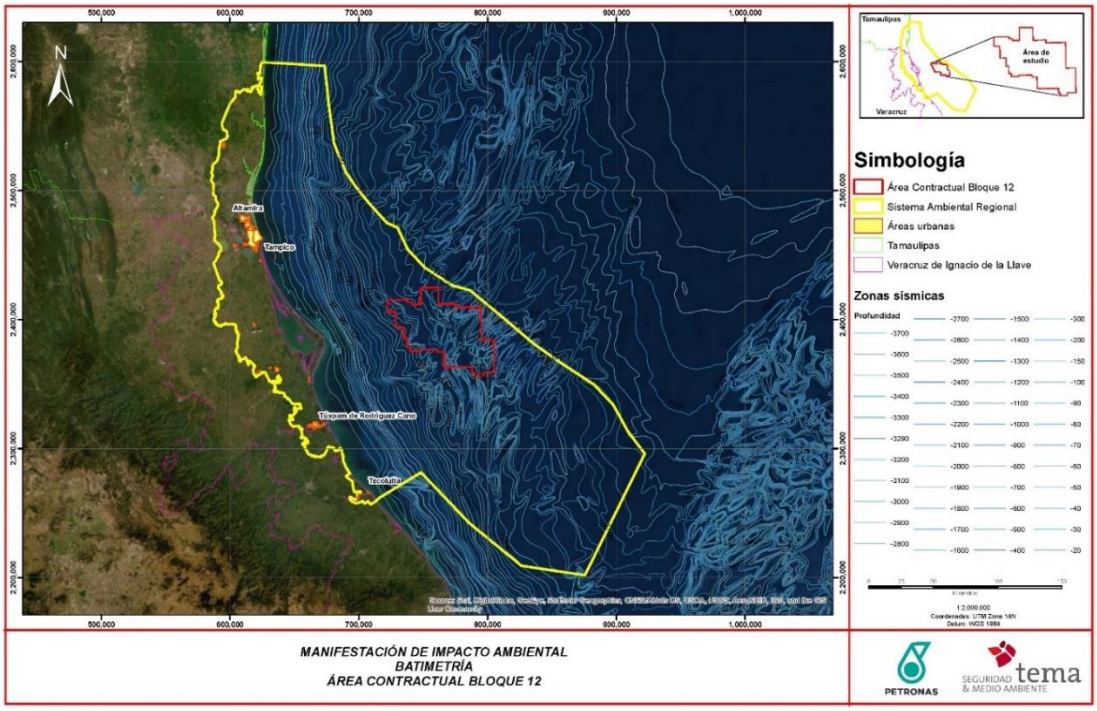


Figura IV-39. Batimetría dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

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 12. En este espacio existen algunos cañones submarinos cercanos al área de estudio. La segunda porción de mayor magnitud es la plataforma continental, en la cual se ubican algunas islas; y una pequeña área de pie del continente (Figura IV-40).

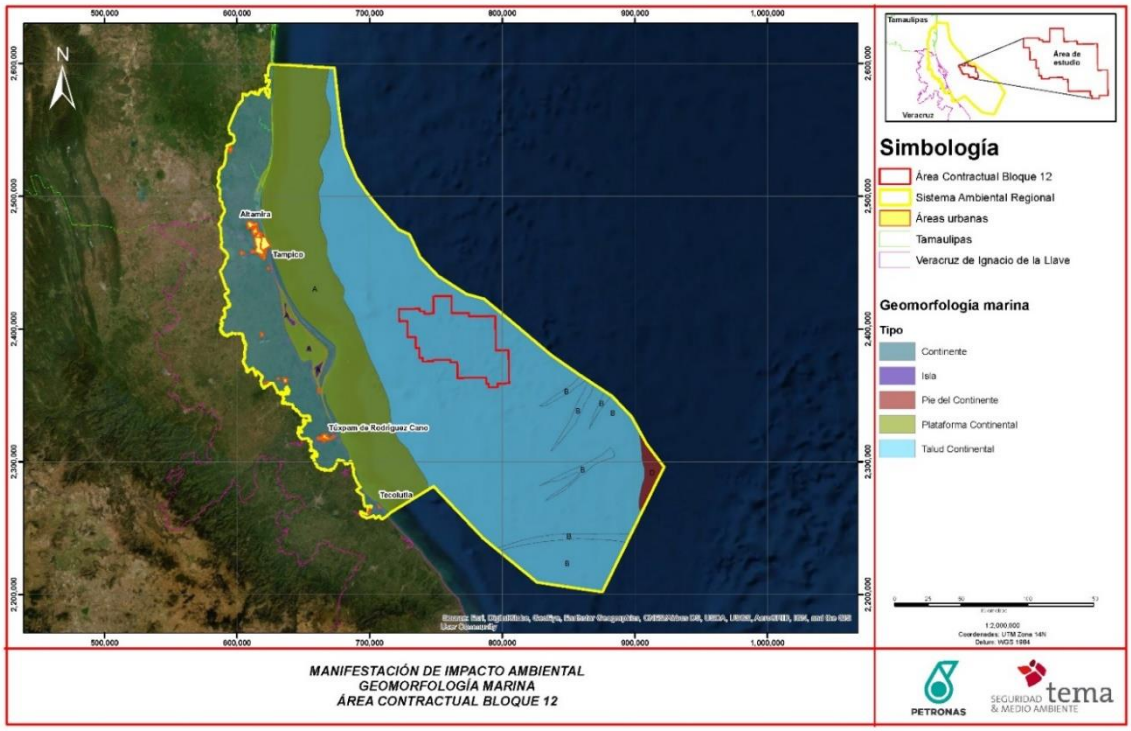


Figura IV-40. Geomorfología marina del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Sistema de Transporte Litoral

Las playas del Golfo de México, en la región en donde se ubica el SAR, son principalmente sitios de sedimentación, los cuales se agrupan principalmente en tres bandas paralelas a la costa del Golfo de México: 1, la que está en la zona litoral, 2, la zona de avance y retroceso del nivel del mar y 3, la existencia antigua de desembocaduras de ríos. La distribución de sedimentos en el Golfo de México se muestra en la Figura IV-41.

El tipo de sedimentos del Litoral en el SAR se modifica conforme se avanza hacia el este del Golfo de México. En la zona profunda, los lodos terrígenos son el sedimento dominante y en la Península, las arenas carbonatadas son las que dominan. Existen dos zonas de arenas carbonatadas pequeñas en los extremos NO y NE. El comportamiento de los resultados de materia orgánica es errático; no obstante, se infiere el que deba ser alto pues esta zona tiene una alta influencia continental ya que recibe la carga de los ríos que desembocan ahí.

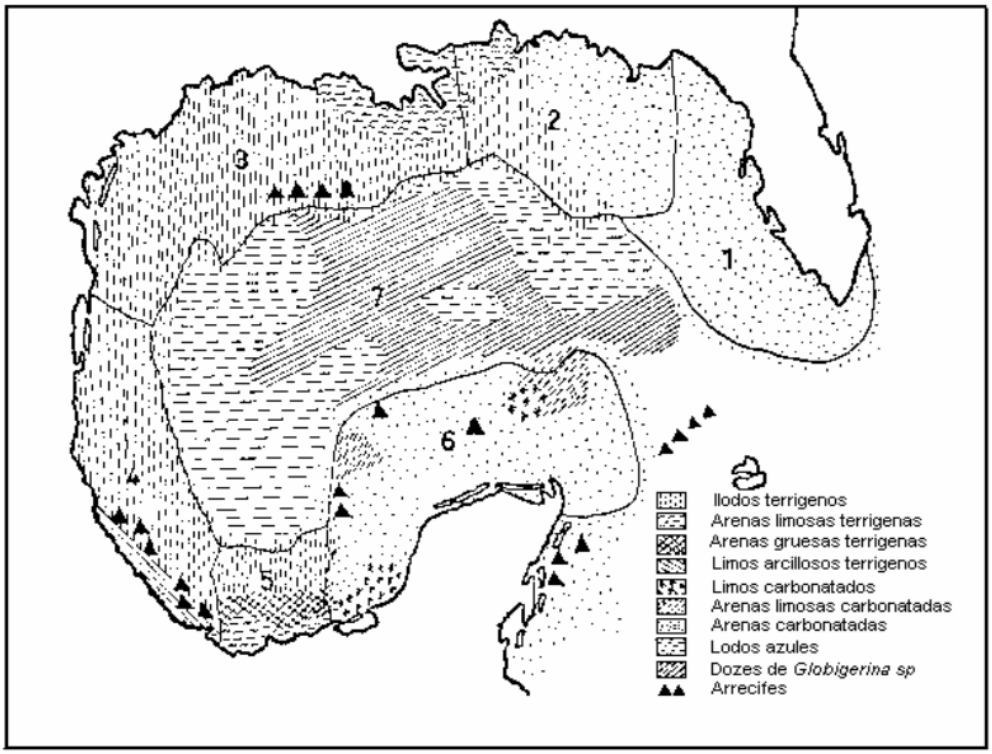


Figura IV-41 Sedimentos y su transporte en el Golfo de México

IV.2.1.8 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.

IV.2.1.8.1 Sismicidad

La Figura IV-42 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 IV-42 Regionalización sísmica de la República Mexicana

Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) CFE (2017)

De acuerdo a lo anterior mencionado, el estado de Veracruz se ubica dentro de la zona peni-sísmica (Zona B) o de sismos poco frecuentes con baja vulnerabilidad de carácter catastrófico, mientras que una pequeña porción de la zona norte del estado de Veracruz y completamente 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 SAR 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 (Figura IV-51).

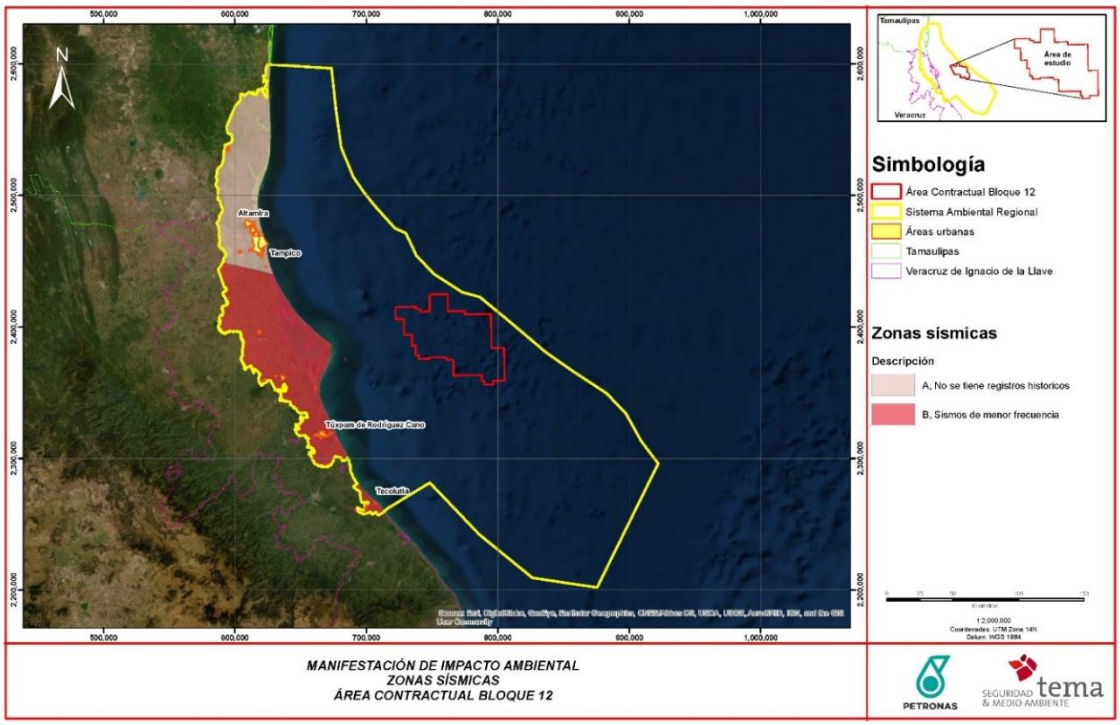


Figura IV-43 Sismicidad dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

En la Tabla IV-25 se muestran los registros del Servicio Sismológico Nacional dentro de un periodo de 10 años (2009 al 2019), los cuales presentan una magnitud "baja" desde 4.0 a 4.8 en la escala de Richter. El sismológico ha reportado sismos mayores a una magnitud de 5.5 los cuales son considerados como sismos fuertes. Dentro de sus reportes se encuentran algunos en el estado de Veracruz, pero que no están cercanos a la región del SAR. En el caso de Tamaulipas no se encontraron datos del estado para el reporte mencionado.

Se identificaron registros de sismos en los municipios de Altamira, Tuxpan, Santiago Tuxtla, Gutiérrez Zamora y en las colindancias del puerto de Veracruz. En el resto de los municipios a los que pertenece el SAR no se encontraron registrados en la base del Sismológico Nacional.

Tabla IV-25. Sismos presentados dentro de los municipios que conforman al SAR en un periodo de 10 años (2009 - 2019)

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
14/02/2012	00:52:35	4.5	19.2733	-96.0913	16.1	10 km al NORESTE de VERACRUZ, VER

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
24/06/2012	20:52:51	4.1	22.642	-97.9943	16.0	28 km al NORTE de ALTAMIRA, TAMS
11/02/2013	06:39:07	4.2	21.4968	-96.4687	16.1	114 km al NORESTE de TUXPAM DE RGZ CANO, VER
17/07/2013	07:33:52	4.0	20.9105	-94.7397	15.0	239 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
21/03/2014	06:02:10	4.0	18.2773	-95.4227	20.3	24 km al SUROESTE de SGO TUXTLA, VER
16/04/2015	07:20:12	4.2	21.0513	-94.5877	15.0	261 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
26/08/2016	07:23:36	4.8	19.7525	-95.3855	23.7	100 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
15/02/2017	03:56:38	4.8	19.3432	-96.2055	16.6	17 km al NOROESTE de VERACRUZ, VER
15/02/2017	11:24:53	4.0	19.366	-96.1255	7.1	18 km al NORTE de VERACRUZ, VER
30/10/2017	06:07:58	4.3	18.4143	-95.7357	38.7	5 km al NORTE de CARLOS A CARRILLO, VER
22/12/2017	12:58:09	4.3	20.3248	-97.1972	10.0	18 km al SUROESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
30/06/2018	01:14:44	4.4	21.419	-95.0705	15.0	235 km al NORESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
20/08/2018	17:50:22	4.2	21.3827	-94.8852	25.0	251 km al NORESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
08/03/2019	05:07:04	4.0	18.3855	-95.368	15.0	11 km al SUROESTE de SGO TUXTLA, VER

Fuente: Sismológico Nacional UNAM (2020)

IV.2.1.8.2 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 SAR 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 Veracruz y Tamaulipas, el SAR no cuenta con laderas susceptibles a deslizamientos, y para el caso de susceptibilidad de inestabilidad de laderas, en general el SAR se encuentra dentro de la categoría de Muy baja. Algunos puntos de la parte norte del SAR son de categoría baja y media; a diferencia de la clasificación alta, donde se localizan puntualmente en la parte del estado de Veracruz que cubre el SAR, mientras que los puntos de susceptibilidad muy alta son muy pocos que son imperceptibles.

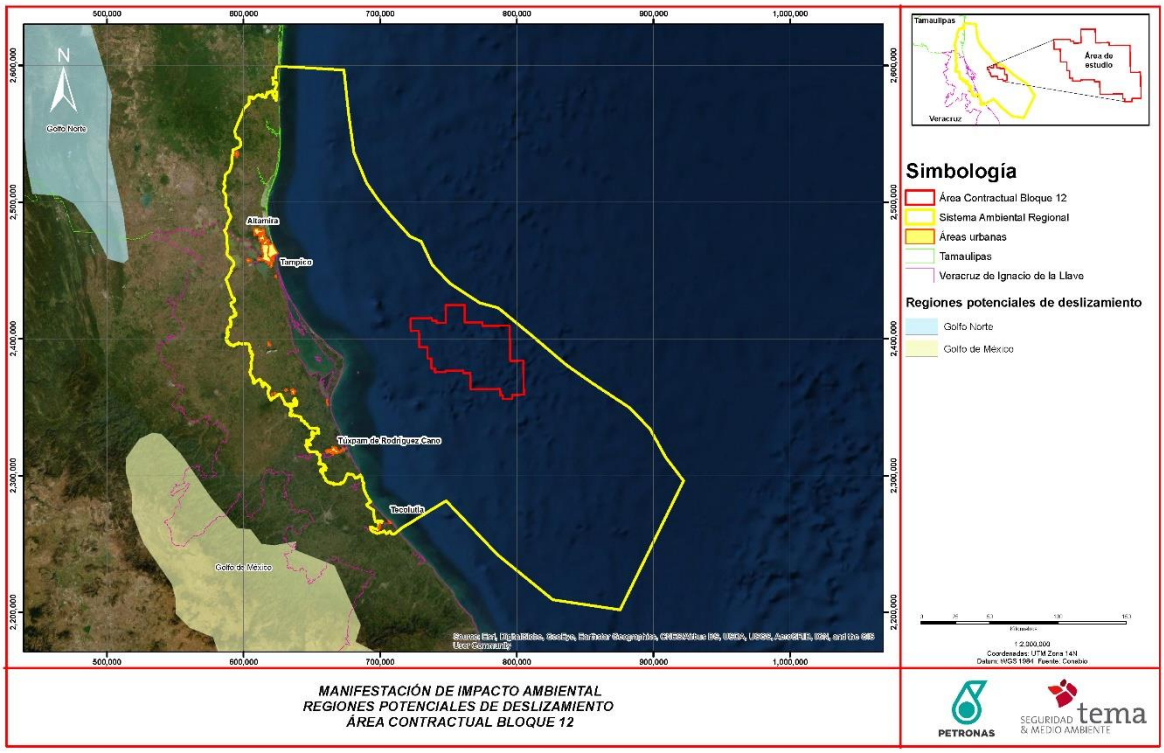


Figura IV-44. Regiones potenciales de deslizamientos

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.8.3 Inundaciones

El sitio donde se ubica el SAR crea condiciones meteorológicas intensas, provocando fenómenos meteorológicos que pueden llegar a afectar las condiciones de asentamientos humanos. Como ya se ha descrito, dos terceras partes del año llueve y son cantidades elevadas; además, debido a la geomorfología del SAR existen zonas muy susceptibles a inundarse.

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 y Pánuco (Veracruz) pertenecientes al SAR, están dentro de estos registros.

Existen dos puntos críticos de inundación dentro del SAR muy cercanos entre ellos, uno en el norte del municipio de Pánuco (Veracruz) y otro cercano al 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 SAR está dentro de la categoría media. Una porción de la zona norte del SAR

perteneciente al estado de Tamaulipas se cubre con la categoría de baja vulnerabilidad y una porción de los estados de Tampico y Tuxpan están dentro de la consideración de vulnerabilidad alta (Figura IV-45).

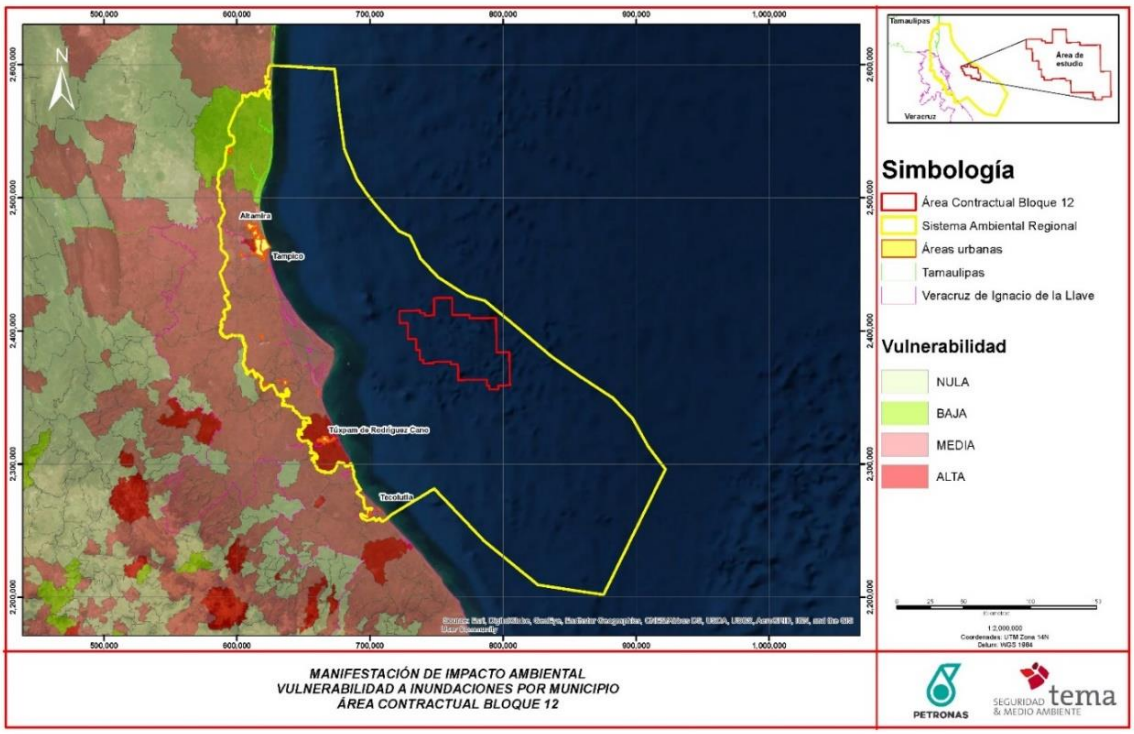


Figura IV-45. Vulnerabilidad a inundaciones en los municipios

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.8.4 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.

De acuerdo con la Figura IV-46, dentro del SAR sólo existe la presencia de un volcán activo en el municipio de Aldama, Tamaulipas. En el resto del SAR, tanto para el estado de Tamaulipas como el de Veracruz, existen sistemas montañosos, pero ninguno con actividad volcánica. En la Figura IV-46 se ubican otros volcanes activos en los alrededores de la delimitación del SAR, los cuales no afectan en el Proyecto.

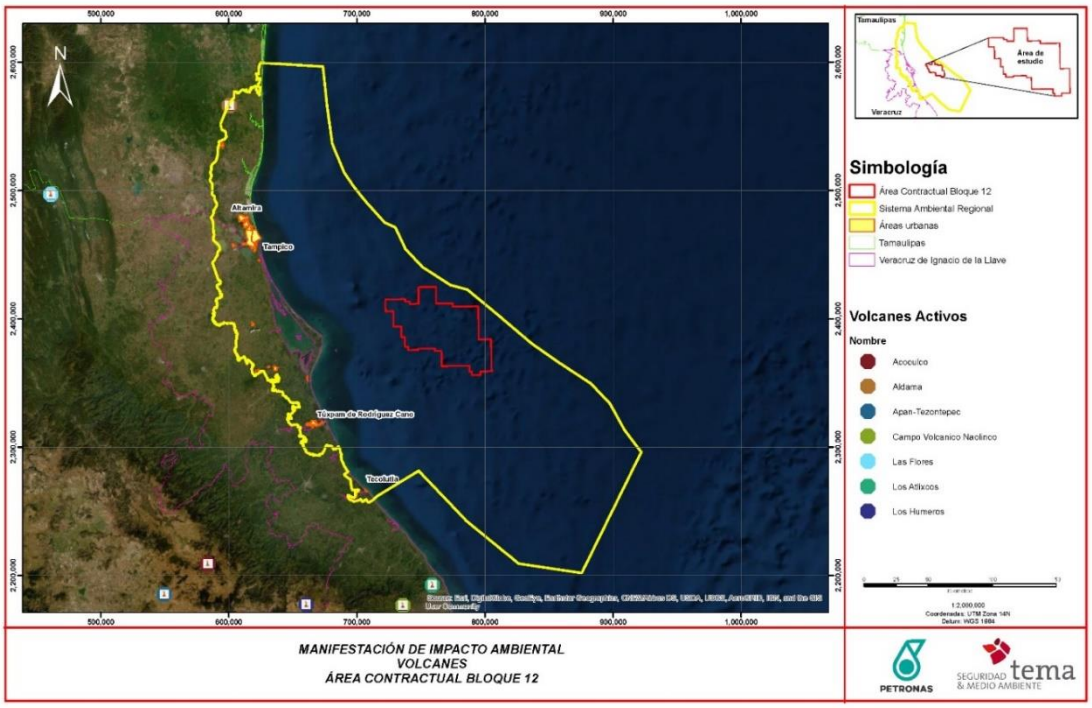


Figura IV-46. Actividad volcánica dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.1.9 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 Veracruz se reconocen 5 regiones las cuales son: Bajo Pánuco, Norte de Veracruz, Centro de Veracruz, Papaloapan y Coatzacoalcos. Mientras que Tamaulipas cuenta con la región VI Río Bravo y comparte con el estado de Veracruz la región IX Golfo Norte. En cuanto al estudio del SAR, se presentan dentro de su delimitación las Regiones Hidrológicas: 25. San Fernando Soto la Marina, 26. Pánuco y 27 Norte de Veracruz (Figura IV-47).

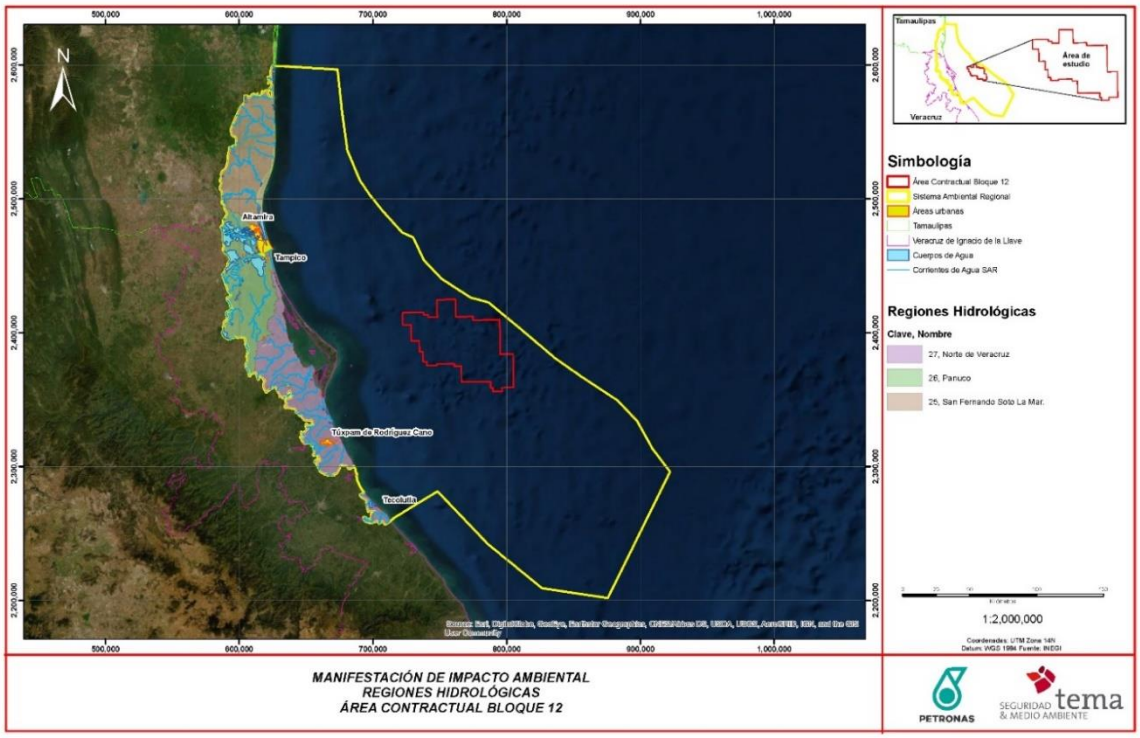


Figura IV-47. Regiones Hidrológicas existentes dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La Tabla IV-26 muestra la distribución de las regiones que se presentan en el SAR. La mayor porción de su superficie se presenta en la RH Norte de Veracruz, mientras que el resto está comprendido en las regiones Pánuco y San Fernando-Soto la Marina.

Tabla IV-26. Regiones Hidrológicas presentes en el SAR

Regiones Hidrológicas	Área (Ha)	%
San Fernando Soto La Marina	304, 120.46	4.92
Panuco	312, 631.72	5.05
Norte de Veracruz	340, 636.92	5.51

Fuente: TEMA (2020)

Norte de Veracruz o Tuxpan – Nautla: Es la segunda región en extensión dentro del territorio veracruzano. El sistema fluvial determinante son las cuencas de los ríos Tuxpan-Nautla, además de los cauces secundarios y sistemas lagunares-estuarinos asociados a esta región, entre ellos Tamiahua y otros de menor dimensión. Esta región se caracteriza por presentar las principales expresiones geomorfológicas del litoral, como son las dunas e islas de barrera que se apoyan en arrecifes para formar extensos sistemas lagunares-estuarinos, entre ellos destacadamente

Tamiahua y otros de menor dimensión. Ocupa 25.70% del total de la superficie del territorio veracruzano.

Comparativamente con las otras regiones hidrológicas, ésta ocupa el primer lugar en superficie de manglar y el tercer lugar en descarga fluvial. Cubre una extensión de 18,259 km^2 (25.07% del total de las regiones en su parte veracruzana) y la extensión total de manglar para dicha porción es de 215.44 km^2 que corresponden a 49.17% del total del estado. La descarga fluvial es de 14,193 millones de metros cúbicos, lo que representa 13.39% del total estatal.

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 km^2, 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 km^2 (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 km^2, 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.

IV.2.1.10 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 km^2, 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 Tampaón, 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 Tampaón, 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 Guay alejo 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 del río Tuxpan

Se encuentra localizada geográficamente entre los 20° 18' y 21° 15' latitud norte, y entre 97° 17' y 98° 32' longitud oeste. Tiene un área aproximada de 5,899 km^2, distribuida entre los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz. Esta corriente nace en el estado de Hidalgo con el nombre de río Pantepec, a una elevación de 2,750 m, al oeste de Tenango de Doria. Se forma con las aportaciones de los ríos Blanco y Pahuatlán; aguas abajo por la margen izquierda concurren los arroyos Rancho Nuevo y Beltrán, cuyo principal afluente es el arroyo Grande. Estas corrientes descargan al colector entre los 100 y 80 m de altura, aproximadamente donde inicia la planicie costera. A menos de 50 m de altitud confluye el río Vinasco, principal afluente del Pantepec. Este río nace en el estado de Veracruz a 550 m de altura con la aportación por la margen izquierda del arroyo Toluca; por la margen derecha concurre el río Chiflón. Aguas abajo de la confluencia del río Vinasco con el río Pantepec se conoce a la corriente con el nombre de río Tuxpan. Aguas abajo de esta confluencia, por la margen derecha afluye el río Mequetla, que se forma en los límites del estado de Veracruz y Puebla; posteriormente por su margen izquierda concurre el río Buenavista, que nace en la Sierra de Tantima y Otontepec. A partir de esta confluencia y a la altura del poblado Rancho Nuevo, el río Tuxpan cambia la dirección de su curso hacia el norte, hasta el poblado de Timbradero, sitio en el cual vuelve a cambiar su dirección hacia el oriente, formando una serie de meandros y capturando por la margen izquierda al arroyo Ojitos y por la derecha al arroyo Tecomate que nace a 5 km al sureste de la población de Castillo de Teayo (Íbid, 2010).

Finalmente, el río Tuxpan desemboca al Golfo de México en el sitio denominado Barra de Tuxpan, en donde se forma por su margen derecha el estero Jácome. Entre los ríos Tuxpan y Cazones se encuentra el río Tecostempa, que forma el estero y la laguna de Tumilco, así como al arroyo Juan González, que da lugar al estero del mismo nombre que se sitúa a 7 km al NNO de la Barra de Cazones (Íbid, 2010).

Aprovechamientos hidráulicos. En esta cuenca sólo se ha construido un vaso de almacenamiento, que es la presa La Mesilla, sobre el río Chiflón, afluente del Vinasco. Como esta presa se deberían construir más obras de aprovechamiento hidráulico para utilizar las altas precipitaciones y lo accidentado del terreno drenado por los ríos Pantepec y Vinasco, así como sus afluentes. En las márgenes del río Tuxpan se localizan extensas áreas planas que podrían ser habilitadas para distritos de riego, lo cual permitiría aumentar la producción agrícola del estado de Veracruz (Íbid, 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).

IV.2.1.11 Circulación costera y patrones de las 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 nutrimentos, 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, retrasas 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 IV-48).

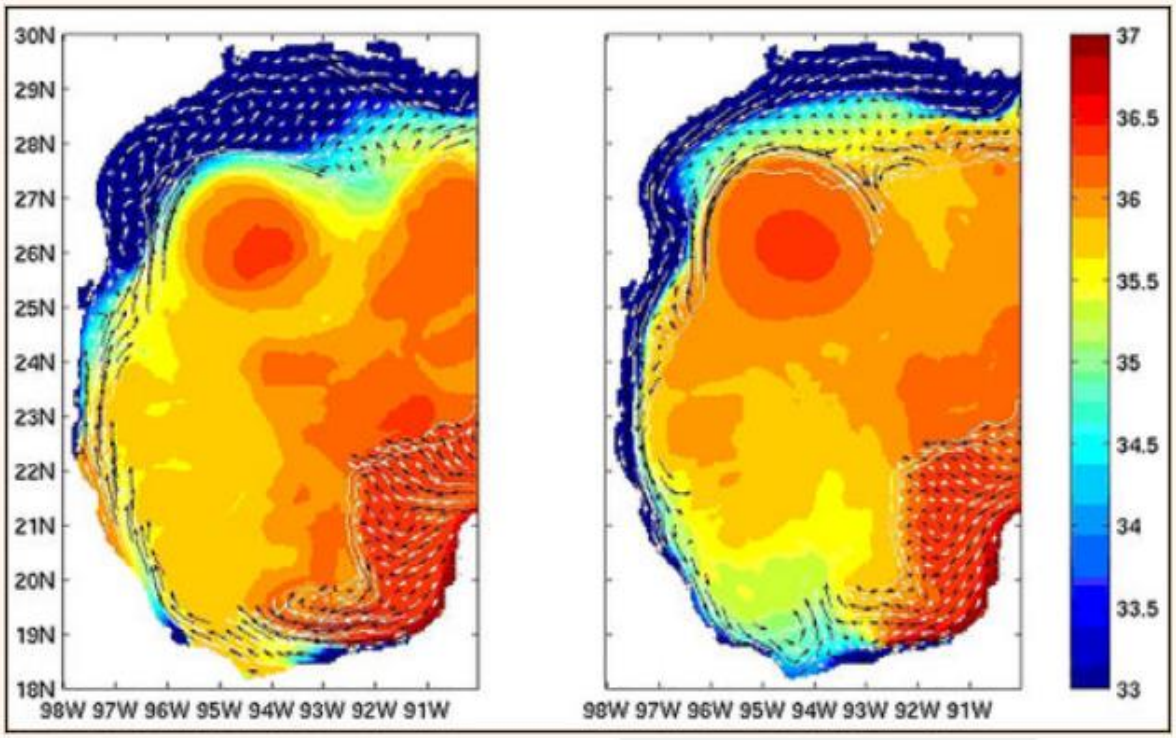


Figura IV-48. Promedio de la circulación y salinidad superficial en el Golfo de México (izquierda) en época de primavera – verano, (derecha) en época de otoño - invierno.

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.

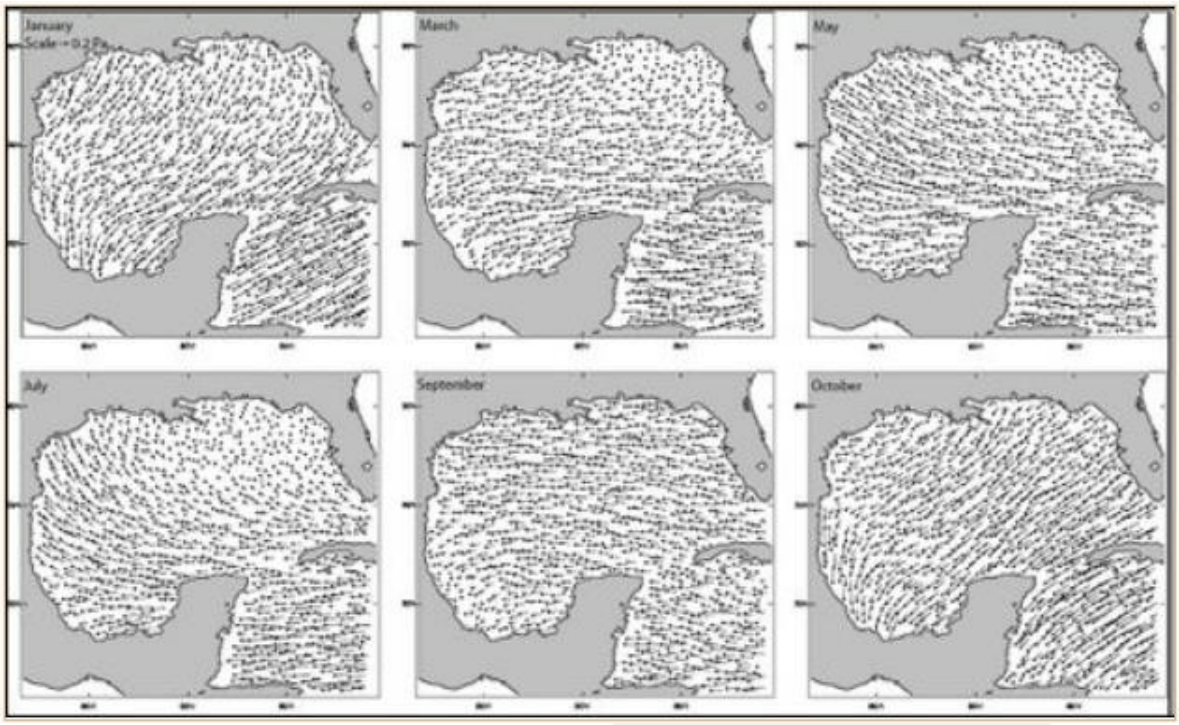


Figura IV-49. Vientos promedio mensuales en el Golfo de México y Mar Caribe Noroccidental

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:

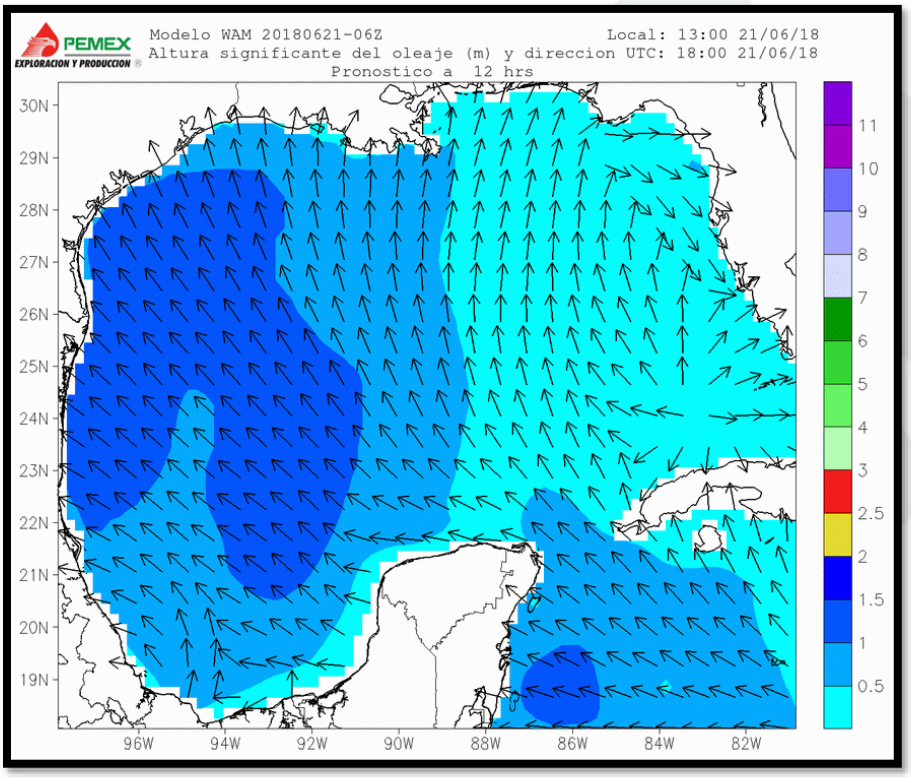


Figura IV-50. Comportamiento de las corrientes superficiales

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).

IV.2.1.12 Calidad de 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 12, Cordilleras Mexicanas, Golfo de México, Ronda 2 Licitación 4 (PETRONAS, 2019).

La calidad del agua se determinó a partir de 10 estaciones de muestreo (completas), de las 20 estaciones totales que se contemplaron para toda la campaña de muestreo (Tabla IV-27 y Figura IV-51) cuyas profundidades se indican en la (Tabla IV-28) para las cuales se realizaron análisis de laboratorio para los parámetros indicados en la Tabla IV-29. La calidad del agua es analizada de acuerdo a tres profundidades: superficial (S), media (M) y fondo (F).

Tabla IV-27. Coordenadas de las estaciones de muestreo de la LBA del Área Contractual 12

Estación	Tipo	Coordenadas UTM Zona 15 Norte		Coordenadas geográficas	
		Y	X	Latitud	Longitud
AC-1	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
AC-2					
AC-3					
AC-4					
AC-5					
AC-6					
AC-7					
AC-8					
AC-9					
AC-10					
AC-11					
AC-12					
AC-13					
AC-14					
AC-15					
AC-16					
AC-17					
AC-18					
AC-19					
AC-20					

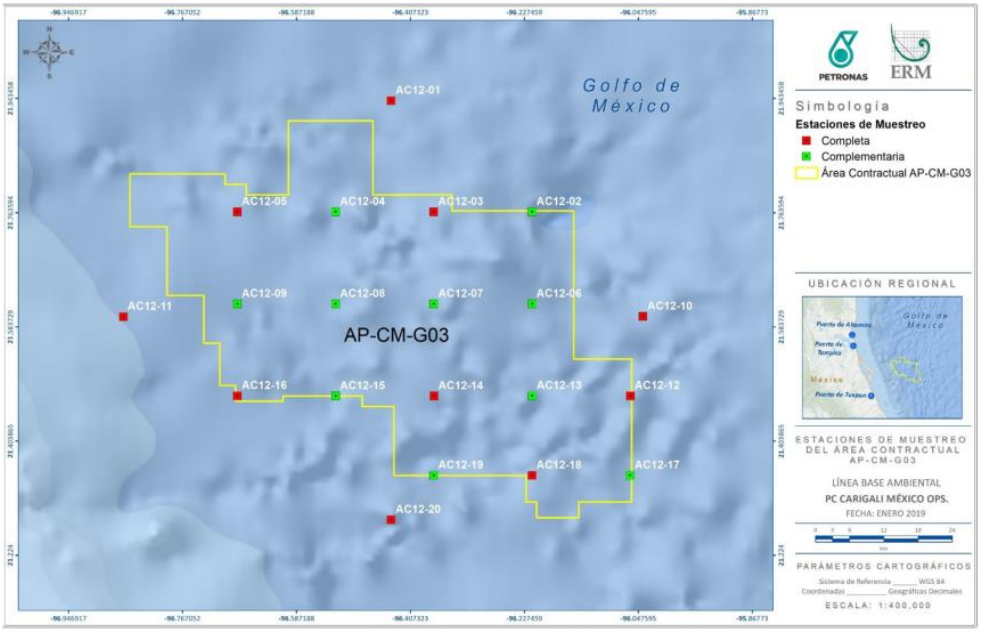


Figura IV-51. Ubicación de las estaciones de muestreo para el Área Contractual

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-28. Profundidades por Estrato de las Estaciones del AP-CM-G03

Estación	Capa	Profundidad (m)	Estación	Capa	Profundidad (m)
AC12-01	S	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	AC12-14	S	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.
	M			M	
	F			F	
AC12-03	S		AC12-10	S	
	M			M	
	F			F	
AC12-05	S		AC12-12	S	
	M			M	
	F			F	
AC12-11	S		AC12-18	S	
	M			M	
	F			F	
AC12-16	S		AC12-20	S	
	M			M	
	F			F	

NAS (2019)

Tabla IV-29. Parámetros medidos para determinar calidad del agua marina

Tipo	Parámetro	Criterio de comparación	Fuente
Fisicoquímicos	Temperatura	No se emplearon criterios de comparación para los parámetros fisicoquímicos	
	Salinidad		
	Fluorescencia		
	Clorofila a, b, c y feopigmentos*		
	pH		
	Oxígeno disuelto		
	Turbidez		
	Aceites y grasas		
	Sólidos suspendidos totales		
	Sólidos disueltos totales		
	Sólidos totales		
	Carbono orgánico total		
Nutrientes	Nitratos (NO3)		
	Nitritos (NO2)		
	Silicatos (H3SiO4)		
	Amonio (NH4)		
BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno)	Benceno	<0.11 mg/L CA	SQuiRTs NOAA
	Tolueno	<0.215 mg/L CA	
	Etilbenceno	<0.025 mg/L CA	
	m, p Xileno	<XILENO, m = 0.0018 mg/L T Eco	
	o Xileno	<0.35 mg/L NZ	
Hidrocarburos totales de petróleo		<0.03 µg/L	UNESCO, 1976 y USEPA, 1988
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Anacefteno	<0.040 mg/L Eco	SQUiRTs NOAA
	Anaceftileno	*	
	Antraceno	*	N/A
	Benzo(a)antraceno	0.012 - 0.018 (µg/L)	N/A
	Benzo(a)pireno	0.05 - 0.1 (µg/L)	TA-2229/2007
	Benzo(b)fluoranteno	0.03 - 0.06 (µg/L)	
	Benzo(k)fluoranteno	0.027 - 0.06 (µg/L)	
	Benzo (G, H, I) perileno	*	N/A
	Criseno	*	N/A
	Dibenzo (a, h) antraceno	0.03 - 0.06 (µg/L)	TA-2229/2007

Tipo	Parámetro	Criterio de comparación	Fuente
	Indeno(1,2,3-cd) pireno	0.002 - 0.003 (µg/L)	
	Fenantreno	0.0046 mg/L p	SQuiRTs NOAA
	Fluoranteno	0.011 mg/L Eco	
	Fluoreno	*	N/A
	Naftaleno	0.0014 mg/L CA	SQuiRTs NOAA
	Pireno	*	N/A
Metales	Aluminio	0.055 mg/L	TA-2229/2007
	Arsénico	0.013 mg/L	
	Bario	1000 µg/L	Australian and New Zealand Guidelines
	Cadmio	0.4 µg/L	TA-2229/2007
	Cobalto	0.64-0.8 µg/L	
	Cobre	0.64-0.8 µg/L	
	Cromo Total	0.14 µg/L	
	Estaño	*	N/A
	Hierro	0.300 mg/L	SQuiRTs NOAA
	Níquel	7 µg/L	TA-2229/2007
	Plomo	2.2 7 µg/L	
	Vanadio	50 7 µg/L	
	Zinc	2.9-6 7 µg/L	

(*) No existen criterios comparación para dicho parámetro

Fuente: PETRONAS (2019)

En la Tabla IV-30 se muestran las medidas de tendencia central y de dispersión de los parámetros fisicoquímicos de la columna de agua; conocerlos permitió hacer un análisis exploratorio de cómo se comportan los datos. En este caso, no se incluyen resultados de BTEX, HAP ni metales pesados (excepto aluminio y vanadio) ya que no existieron detecciones de los mismos. En cambio, se incluyen datos de densidades de fitoplancton, zooplancton e ictioplancton a fin de completar y hacer un análisis inclusivo de calidad del agua, sin embargo, la descripción de dichas comunidades se presenta en detalle en la sección 0.

Tabla IV-30. Medidas de tendencia central y dispersión obtenidos de los datos de agua.

Parámetro	Capa	Promedio	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
HTP fracción pesada (mg/L)	S	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
	M					
	F					

Parámetro	Capa	Promedio	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Aluminio (mg/L)	S	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
	M					
	F					
Vanadio (mg/L)	S					
	M					
	F					
Silicatos (mg/L)	S					
	M					
	F					
Carbono Orgánico Total (mg/L)	S					
	M					
	F					
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	S					
	M					
	F					
Solidos Disueltos Totales (mg/L)	S					
	M					
	F					
Solidos Totales (mg/L)	S					
	M					
	F					
Clorofila-a (µg/L)	S					
	M					
Temperatura (°C)	S					
	M					
	F					
Conductividad (mS/cm)	S					
	M					
	F					
Fluorescencia (RFU)	S					
	M					
	F					
Turbidez (FTU)	S					
	M					
	F					
	S					

Parámetro	Capa	Promedio	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Salinidad (PSU)	M	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
	F					
Densidad (sigma-theta, k/m3)	S					
	M					
	F					
Oxigeno (%)	S					
	M					
	S					
Diatomeas (cel/100 m3)	S					
	M					
Dinoflagelados (cel/100 m3)	S					
	M					
Nanoflagelados (cel/100 m3)	S					
	M					
Ictioplancton (peces/100m3)	S					
Zooplancton (cel/100 m3)	S					

IV.2.1.12.1 Perfiles CDT

Se realizó un diagrama de temperatura-salinidad, cuyas propiedades independientes conservativas, solo pueden ser alteradas por cambios de corrientes, surgencias y condiciones climáticas extremas

La Figura IV-52 muestra el comportamiento promedio de dichas variables analizadas en todas las estaciones. Pueden observarse una capa superficial caliente, menos densa y más salina; seguida de una capa de mezcla hasta los 10 °C en la que la salinidad es similar a la capa superficial, pero con una mayor densidad; finalmente, una capa fría, con salinidades bajas y densidades altas.

En la Figura IV-53 se puede observar el comportamiento de la salinidad y la temperatura de acuerdo a la profundidad; la salinidad presenta una variación vertical de [redacted] registrando valores más altos a los [redacted] de profundidad (Figura IV-53a) y estabilizándose después de los [redacted] al igual que el descenso en la temperatura (Figura IV-53b). La temperatura presenta una variación de [redacted] a lo largo de todo el perfil, mientras que la termoclina presenta un comportamiento claro dentro de los primeros [redacted] de profundidad, lo que es típico en ambientes tropicales.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

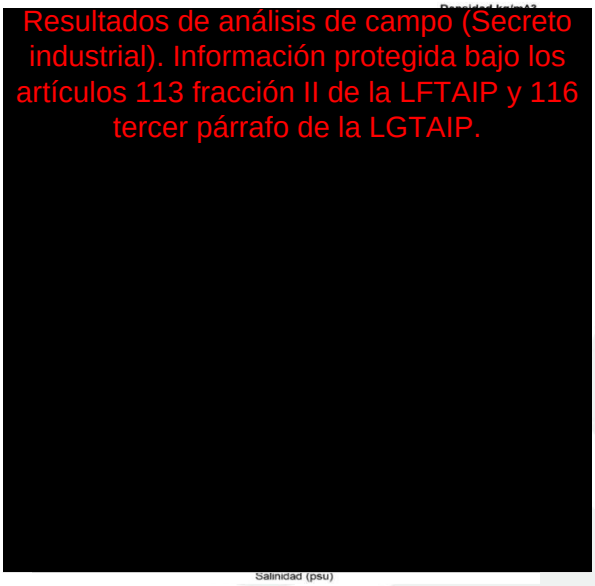


Figura IV-52. Diagrama de T-S del Área Contractual 12.

Fuente: PETRONAS (2019)

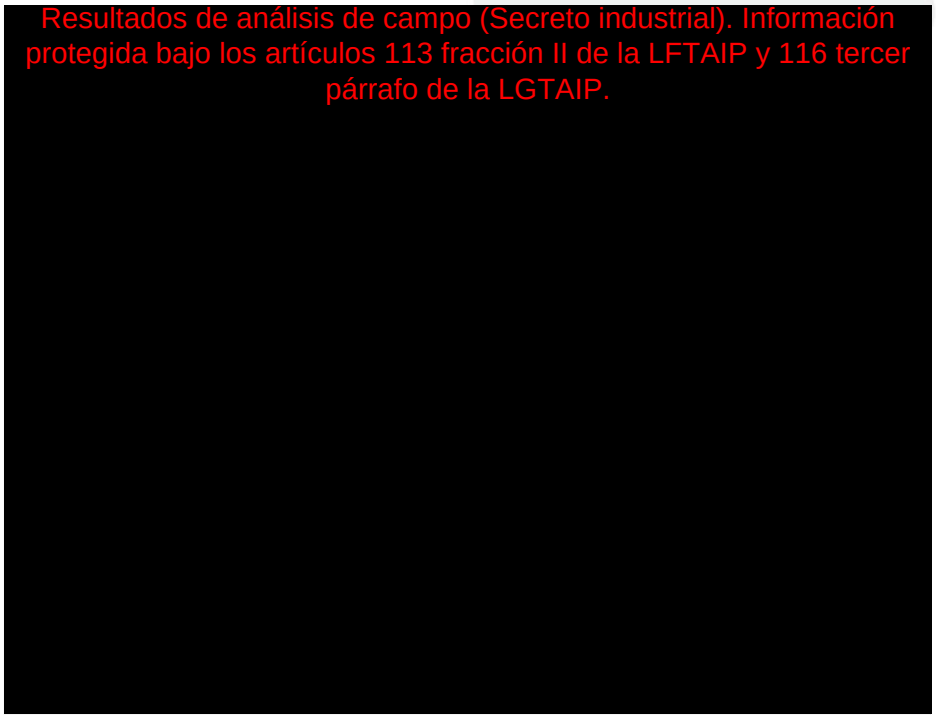


Figura IV-53. Perfil vertical global de Temperatura-Salinidad de las estaciones del Área Contractual 12 Primeros doscientos metros de profundidad, b) Perfil completo.

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

El oxígeno es adquirido en la superficie del agua y se va reduciendo conforme incrementa la profundidad, al ser consumido por organismos y ser empleado en la oxidación de los detritos. La gráfica promedio de los resultados obtenidos (Figura IV-54a) en las estaciones muestra que las concentraciones de oxígeno son altas en la superficie, decayendo hasta los 500 m de profundidad, donde se estabiliza en valores de [redacted] Los valores de densidad del agua presentan un comportamiento inverso presentando una variación de [redacted] en la columna de agua estabilizándose después de los 500 m de profundidad con valores cercanos a [redacted] (Figura IV-54b).

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

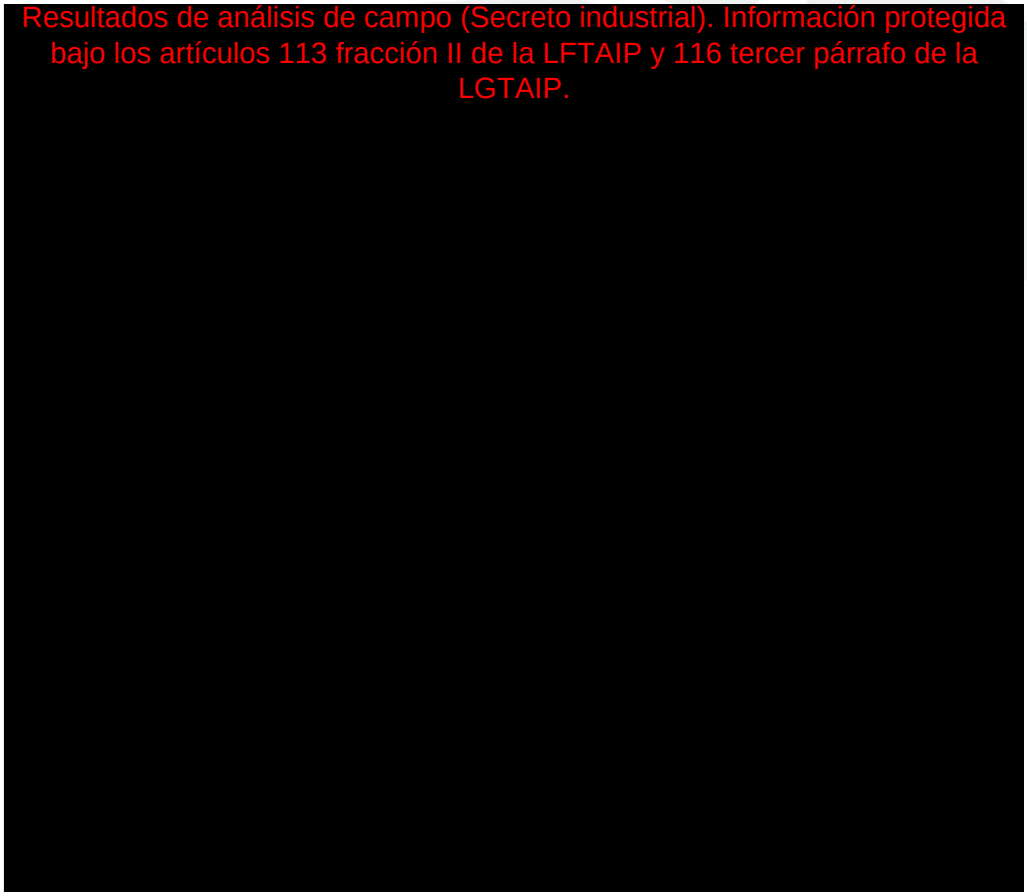


Figura IV-54. Perfil vertical global de Oxígeno-Densidad de las estaciones del Área Contractual 12 Primeros doscientos metros de profundidad, b) Perfil completo

Fuente: PETRONAS (2019)

Con respecto a la turbidez, se encontraron valores bajos a lo largo del perfil de agua mostrando valores más altos en la superficie Figura IV-55y al final del perfil. La variación de la biomasa fitoplanctónica puede ser un indicador de alteraciones en las condiciones ecológicas y por lo tanto puede tener consecuencias directas en el potencial productivo del Golfo de México.

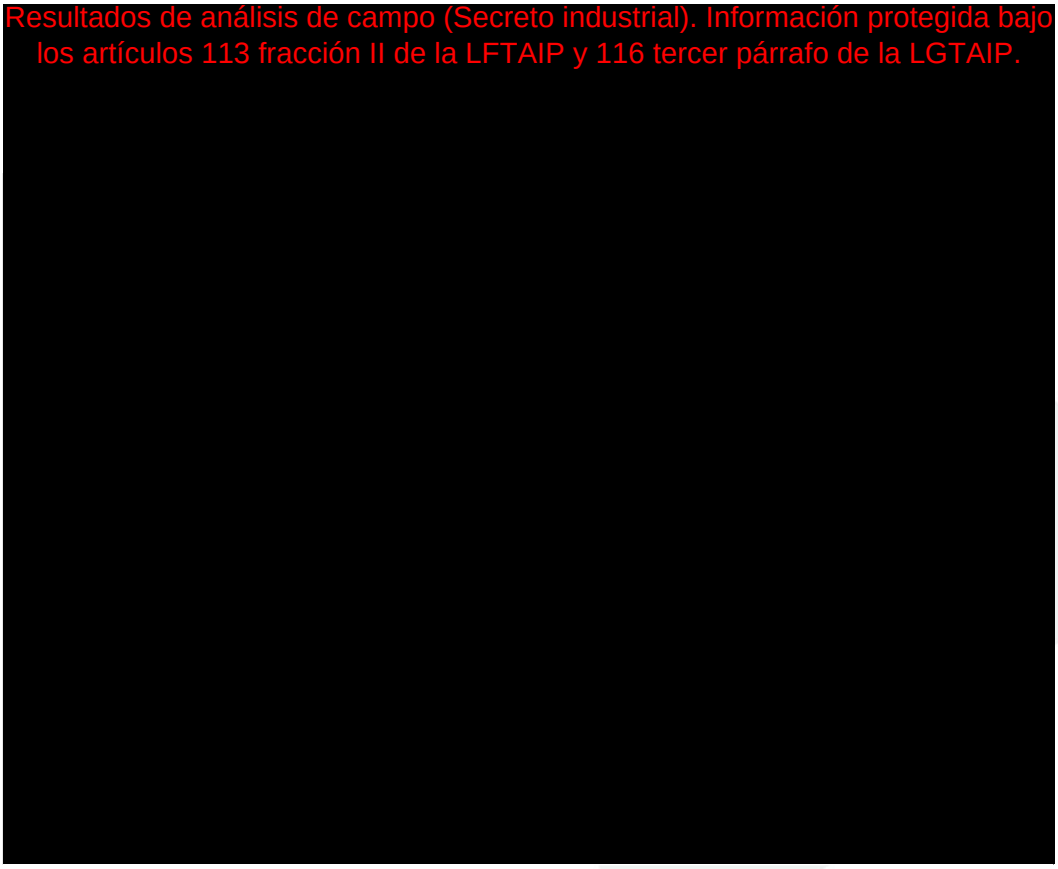


Figura IV-55. Perfil vertical global de Oxígeno-Densidad de las estaciones del Área Contractual 12 Primeros doscientos metros de profundidad, b) Perfil completo

Fuente: PETRONAS (2019)

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que no se presentan alteraciones considerables en la columna de agua del Área Contractual 12; dado que se encuentra ubicada al borde del talud continental. En esta zona, la profundidad incrementa considerablemente, motivo por el cual el volumen de agua total es mucho mayor que en las zonas costeras por lo que la profundidad y condiciones típicas de la propia orografía del Área Contractual 12 influyen en el comportamiento de la temperatura, salinidad, fluorescencia y oxígeno.

Como se observa en los perfiles verticales (Figura IV-55), las principales variaciones de parámetros se dan en la zona superficial (0-200 metros); esto se debe a que ésta se encuentra sumamente influenciada por variables ambientales como la exposición directa a la radiación solar (que afecta la temperatura) y el aporte de agua pluvial (que afecta la salinidad y conductividad).

La concentración de oxígeno se ve levemente influenciada por los organismos, ya que la concentración de oxígeno está determinada principalmente por las corrientes y oleaje, y en menos medida por el consumo de los organismos.

Con respecto a las zonas profundas, las dinámicas de éstas presentan variaciones en la densidad (por la posibilidad de mezclarse con cuerpos de agua distintos) y en la concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT) por su cercanía al fondo marino.

IV.2.1.12.2 Metales presentes en la columna de agua

Los metales disueltos en la columna de agua están típicamente presentes en concentraciones bajas, pero estos se pueden acumular en los sedimentos dependiendo de varios factores como la granulometría de los sedimentos, las propiedades de los compuestos adsorbidos, y las condiciones ambientales prevalentes (Alfonso, 2006).

En el Área Contractual 12 se detectaron aluminio (Al) en 30 muestras y vanadio (V) en 24 muestras (Tabla IV-31); sin embargo, ninguno de ellos rebasó los criterios de comparación de 0.55 mg/L y 50.7 µg/L respectivamente.

Tabla IV-31. Metales con Detección en el Área Contractual 12

Estación/Parámetro	Estrato	Aluminio (Al) (mg/L)	Vanadio (V) (mg/L)
AC12-01-F	Fondo	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	
AC12-01-M	Medio		
AC12-01-S	Superficial		
AC12-03-F	Fondo		
AC12-03-M	Medio		
AC12-03-S	Superficial		
AC12-05-F	Fondo		
AC12-05-M	Medio		
AC12-05-S	Superficial		
AC12-10-F	Fondo		
AC12-10-M	Medio		
AC12-10-S	Superficial		
AC12-11-F	Fondo		
AC12-11-M	Medio		
AC12-11-S	Superficial		
AC12-12-F	Fondo		
AC12-12-M	Medio		

Estación/Parámetro	Estrato	Aluminio (Al) (mg/L)	Vanadio (V) (mg/L)
AC12-12-S	Superficial	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	
AC12-14-F	Fondo		
AC12-14-M	Medio		
AC12-14-S	Superficial		
AC12-16-F	Fondo		
AC12-16-M	Medio		
AC12-16-S	Superficial		
AC12-18-F	Fondo		
AC12-18-M	Medio		
AC12-18-S	Superficial		
AC12-20-F	Fondo		
AC12-20-M	Medio		
AC12-20-S	Superficial		

Fuente: PETRONAS (2019)

Nordber *et al*. (2007) indica que el aluminio es uno de los metales de mayor abundancia en la corteza terrestre, y en los océanos también se le pude relacionar con actividades antropogénicas, particularmente del sector hidrocarburos, ya que suele usarse estearato de aluminio para la reducción de burbujas de gas en los lodos de perforación.

Pese a su abundancia e importancia, se conocen pocos procesos biológicos asociados al aluminio; sin embargo, es empleado por organismos en rangos de concentración amplios, por lo que es difícil señalar los niveles a los cuales éste sería tóxico para la vida acuática. 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 mucosidad de los peces), el cual puede provocar cambios y reducir su capacidad para mediar la actividad de la ATPasa y fosfodeiesterasa dependiente de calcio (Botello, 2005). Algunas especies de fitoplancton pueden reducir sus tasas de crecimiento por exposición al aluminio y modificar su talla.

Por otro lado, el vanadio es un metal usado inicialmente en aleaciones con hierro y acero; empleados en la fabricación de catalizadores de oxidación y en la industria cerámica como agentes colorantes. También puede encontrarse en algunas mezclas de lodos de perforación en la industria del petróleo.

En la naturaleza este metal puede encontrarse en algas, plantas, invertebrados, peces y otras especies. Se presenta como elemento traza en los combustibles fósiles, razón por la cual la presencia de este metal en el ambiente es cada vez mayor a causa de la exploración, explotación y quema de combustibles fósiles (Rodríguez-Mercado y Altamirano-Lozano, 2006). El vanadio se

libera al medio por acción de emisores naturales como volcanes y chapopoteras, así como por acción antropogénica. 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 (Nordber *et al*., 2007).

IV.2.1.12.3 Presencia de Hidrocarburos en agua

En el Área Contractual 12 no se detectaron HAP ni BTEX. En ambos casos, todas las detecciones fueron menores al límite de cuantificación del equipo.

Los Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) son un conjunto de compuestos químicos derivados del petróleo crudo. Son definidos como la cantidad medible de hidrocarburos basados en petróleo en un medio (ASTRE, 2005). Se encuentran entre los contaminantes más comunes y son considerados como un riesgo para la salud y a la vida acuática.

En el Área Contractual 12 se registraron 19 muestras de agua con presencia de fracción pesada únicamente, tanto las fracciones ligeras como las fracciones medias no tuvieron detecciones, por lo que en adelante al referirse a HTP se hará referencia a la fracción pesada exclusivamente. Las estaciones con detecciones se muestran en la Tabla IV-32 y en el Figura IV-56, Figura IV-57 Figura IV-58.

Tabla IV-32. Concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP's) en agua

Estación	Fracción Pesada (mg/L)	Estación	Fracción Pesada (mg/L)
AC12-01-F	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	AC12-12-F	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.
AC12-01-M		AC12-12-M	
AC12-01-S		AC12-12-S	
AC12-03-F		AC12-14-F	
AC12-03-M		AC12-14-M	
AC12-03-S		AC12-14-S	
AC12-05-F		AC12-16-F	
AC12-05-M		AC12-16-M	
AC12-05-S		AC12-16-S	
AC12-10-F		AC12-18-F	
AC12-10-M		AC12-18-M	
AC12-10-S		AC12-18-S	

Estación	Fracción Pesada (mg/L)	Estación	Fracción Pesada (mg/L)
AC12-11-F	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	AC12-20-F	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.
AC12-11-M		AC12-20-M	
AC12-11-S		AC12-20-S	

Nota: F=Estrato Profundo, M= Estrato ial; "ND" corresponde a valores no detectados

Fuente: PETRONAS (2019)

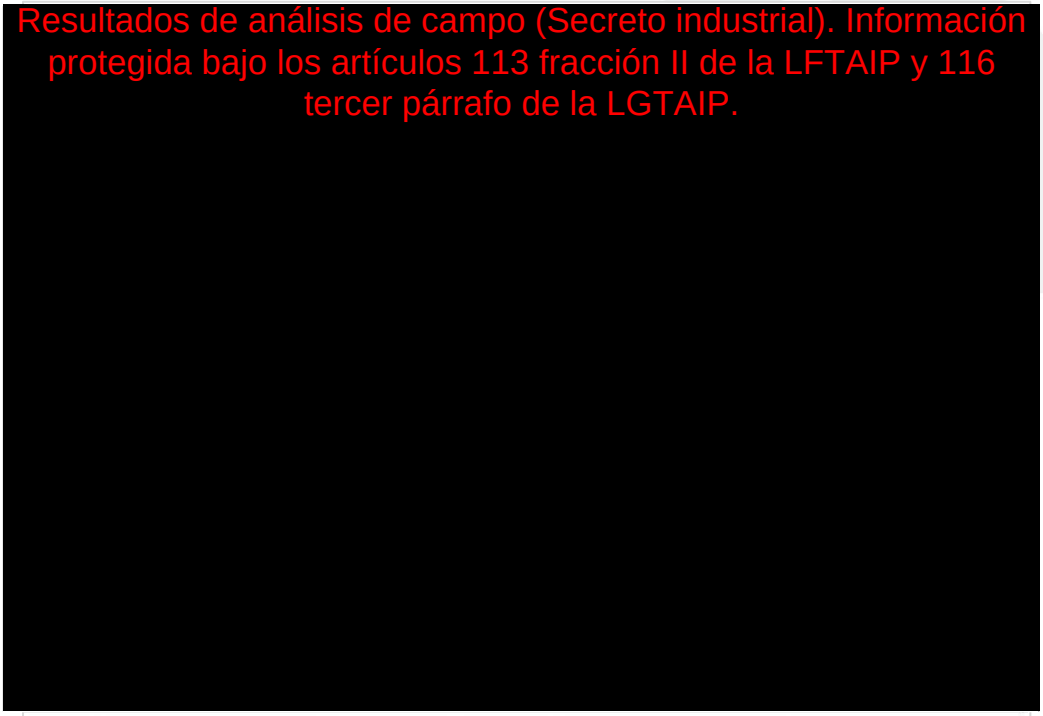


Figura IV-56. Sitios con concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP) en el estrato superficial

Fuente: PETRONAS (2019)

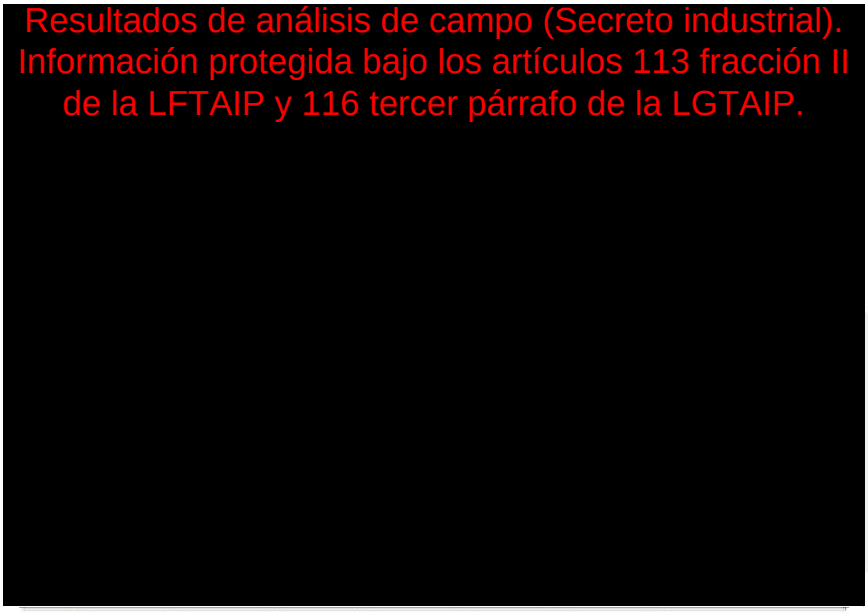


Figura IV-57. Sitios con concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP) en el estrato medio

Fuente: PETRONAS (2019)

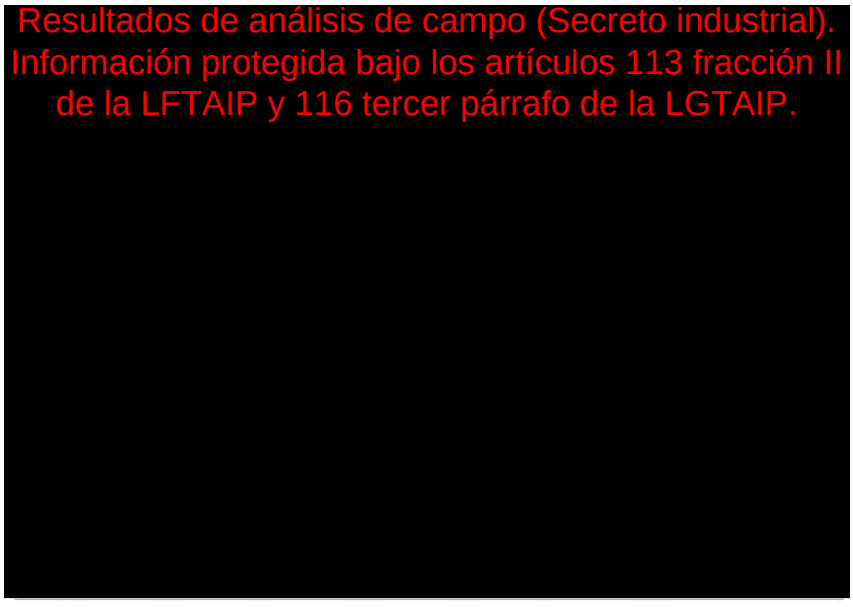


Figura IV-58. Sitios con concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP's) en el estrato fondo

Fuente: PETRONAS (2019)

Se resalta que el Área Contractual 12 cuenta únicamente con detecciones de HTP en su fracción pesada, de las cuales; el [redacted] se encuentran en el estrato profundo, [redacted] en el estrato medio y [redacted] en el estrato superficial. Con base en registros de (CNH, 2014), existen emanaciones naturales de gas e hidrocarburos líquidos que se filtran a la superficie a través de fracturas, fallas, planos de estratificación y discordancias geológicas dentro del AC Figura IV-59.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

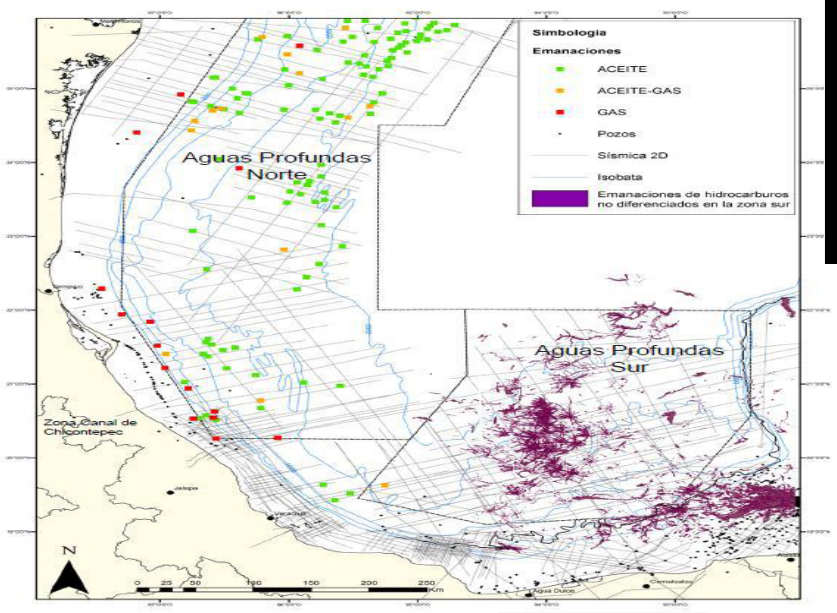


Figura IV-59. Emanaciones de hidrocarburos en el fondo marino en el Sector Oeste y en la superficie en el Sector Este del Golfo de México

Fuente: PETRONAS (2019)

Como puede observarse en la Figura IV-59 justo al Noreste de la "Zona Canal de Chicontepec" se encuentran emanaciones naturales de aceite, porción donde se encuentra el Área Contractual 12, por lo que se puede suponer que éstos sean una probable fuente de los HTP de fracción pesada detectados. Así mismo, la presencia de HTP puede deberse a que la zona marino-costera mexicana del Golfo de México es una de las mayores cuencas de hidrocarburos, con una producción superior a las 400,000 toneladas métricas por día, sujeta a un intenso tráfico de buques petroleros que movilizan más de 5 millones de barriles diarios y donde se vierten al mar cerca de 7 millones de barriles al año por el lavado de sus tanques. Adicionalmente, el río Tuxpan se encuentra aproximadamente a 110 km del Área Contractual 12, que es el segundo cuerpo de agua dulce más contaminado con hidrocarburos y pesticidas en el país (Botello, 2005).

IV.2.1.12.4 Nutrientes y clorofila

La concentración de clorofila-a es una medida básica de la calidad del agua, ya que indica la cantidad de algas (o fitoplancton) creciendo en un cuerpo de agua. Las concentraciones altas de clorofila-a indican el potencial de sobreproducción de algas resultando en una degradación de la calidad del agua (Kennicutt, 2017). En el Golfo de México las concentraciones de clorofila-a registraron valores promedios bajos, siendo menores a los 0.2 mg/m^3, quedando de manifiesto su condición oligotrófica (zonas oceánicas con baja productividad biológica). Signoret *et al*. (2006) reportaron en el Oeste del Golfo de México concentraciones de clorofila-a de 0.09 mg/m^3 a 0 m de profundidad, 0.16 mg/m^3 a 65 m, y 0.16 mg/m^3 a 100 m.

En el Área Contractual 12 todos los valores detectados de clorofila (a, b y c) se encontraron por debajo del Límite de Cuantificación (<0.5 µg/L).

Los nutrientes analizados en el Área Contractual 12 fueron nitratos, nitritos, fosfatos, amonio y silicatos. El amonio es un ion escaso en la columna de agua, ya que 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-Espino y Hernández-Pulido (2011) menciona que las concentraciones de amonio en los ambientes acuáticos marinos pueden variar de 0.0714 a 14.0067 µmol NH4/l.

Los nitritos son producto de la conversión biológica del amonio (NH_4+) a nitrato (NO_3-) y nitrito (NO_2). 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. Se ha reportado que en el Golfo de México hay una concentración promedio de nitritos de 0.0407 µmol NO3- /l (De la Lanza-Espino y Hernández-Pulido, 2011).

El nitrato (NO_3-) es la forma estable de las estructuras oxidadas del nitrógeno, y a pesar de su baja reactividad química puede ser reducido por acción microbiológica. Las concentraciones más altas de nutrientes nitrogenados corresponden a los nitratos, dado que predominan los ambientes oxigenados y además es la forma química más asimilada por el fitoplancton o cualquier vegetación acuática. Se ha reportado concentraciones de nitrato del agua en el Golfo de México obteniendo un valor promedio entre 2.0 µmol/l y 2.8 µmol/l (De la Lanza-Espino y Hernández-Pulido, 2011).

El único nutriente encontrado en la columna de agua del Área Contractual 12 fueron los nitratos (NO_3); lo cual, es un resultado esperado debido al ciclo biológico de nitrificación; dado que el nitrógeno es químicamente muy estable, responde con facilidad a una multitud de reacciones

químicas y biológicas, donde tanto nitritos como el nitrógeno amoniacal se convierten en nitratos. Éstos últimos tienden a precipitarse al fondo. Teniendo en cuenta el ciclo del nitrógeno, se infiere que el Área Contractual 12 no tiene un exceso de nutrientes (de hecho se tienen concentraciones bajas), al haber identificado nitratos en la columna de agua en el estrato profundo, se puede suponer un comportamiento estándar y que el área cuenta con una producción primaria estable, lo cual está relacionado con la composición fitoplanctónica del bloque, ya que los organismos que predominaron (los dinoflagelados y los nanoflagelados) se caracterizan por presentarse bajo condiciones de baja disponibilidad de nutrientes.

Finalmente, la presencia de silicatos puede considerarse normal, ya que existen detecciones en sedimento de los metales que los originan (magnesio y calcio por mencionar algunos) y presencia de diatomeas en la columna de agua (algas con pared celular formada por dióxido de silicio). Un ambiente sano de silicatos no debe oscilar entre 20 y máximo 40 mg/L de éstos (De la Lanza-Espino & Hernández-Pulido, 2011). La detección de nutrientes en el AP-CM-G03 pueden apreciarse en la Tabla IV-33.

Tabla IV-33. Concentraciones de nutrientes con detecciones en sitios de muestreo

Estaciones	NO3	Silicatos	Estaciones	NO3	Silicatos
AC12-01-F	0.359	1.084	AC12-12-F	0.374	1.109
AC12-01-M	ND	0.1081	AC12-12-M	ND	0.1198
AC12-01-S	ND	0.1372	AC12-12-S	ND	0.1598
AC12-03-F	0.384	1.111	AC12-14-F	0.409	1.094
AC12-03-M	ND	0.1128	AC12-14-M	ND	0.1127
AC12-03-S	ND	0.0891	AC12-14-S	ND	0.1406
AC12-05-F	0.370	1.125	AC12-16-F	0.367	1.094
AC12-05-M	ND	0.1209	AC12-16-M	ND	0.1356
AC12-05-S	ND	0.1417	AC12-16-S	ND	0.1245
AC12-10-F	0.381	1.07	AC12-18-F	0.370	1.108
AC12-10-M	ND	0.08	AC12-18-M	ND	0.1073
AC12-10-S	ND	0.1237	AC12-18-S	ND	0.1166
AC12-11-F	0.460	1.153	AC12-20-F	0.360	1.166
AC12-11-M	ND	0.1712	AC12-20-M	ND	0.1086
AC12-11-S	ND	0.1438	AC12-20-S	ND	0.1358

Nota: F=Estrato Profundo, M= Estrato Medio y S= Estrato Superficial; ND" corresponde a valores que no fueron detectados

Fuente: PETRONAS (2019)

IV.2.1.13 Sedimento marino

Calidad de Sedimento

La calidad del sedimento se determinó a partir de 20 estaciones de muestreo (completas y complementarias) (Tabla IV-34), para las cuales se realizaron análisis de laboratorio para los parámetros indicados en la Tabla IV-35.

Tabla IV-34 Profundidades por Estrato de las Estaciones del AP-CM-G03

Estación	Tipo	Profundidad (m)	Estación	Tipo	Profundidad (m)
AC12-01	Completa	2,266	AC12-11	Completa	1,120.00
AC12-02	Complementaria	2,688	AC12-12	Completa	2,167.00
AC12-03	Completa	2,151	AC12-13	Complementaria	2,294.00
AC12-04	Complementaria	1,970	AC12-14	Completa	2,000.00
AC12-05	Completa	1,761	AC12-15	Complementaria	1,744.00
AC12-06	Complementaria	2,044	AC12-16	Completa	1,432.00
AC12-07	Complementaria	1,802	AC12-17	Complementaria	2,315.00
AC12-08	Complementaria	1,900	AC12-18	Completa	2,052.00
AC12-09	Complementaria	1,613	AC12-19	Complementaria	1,830.00
AC12-10	Completa	2,643	AC12-20	Completa	1,773.00

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-35. Parámetros medidos para determinar calidad del sedimento marina.

Tipo	Parámetro	Criterio de comparación		Fuente
		TEL (NOAA)	PEL (NOAA)	
Fisicoquímicos	Materia orgánica total (MOT)	No se emplearon criterios de comparación para los parámetros fisicoquímicos		NA
	Carbono orgánico total (COT)			
	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)			
	Potencial REDOX			
	Color			
	Textura y granulometría			
BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno)	Benceno	990 mg/kg		TRRP Sediment 2006
	Tolueno	5900 mg/kg		
	Etilbenceno	7300 mg/kg		
	m, p Xileno	1000000 mg/kg		
	o Xileno	1000000 mg/kg		
Hidrocarburos totales de petróleo		70 µg/g	70 µg/g	UNESCO, 1976 y USEPA, 1988

Tipo	Parámetro	Criterio de comparación		Fuente
		TEL (NOAA)	PEL (NOAA)	
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Anacefteno	6.71 µg/kg	88.9 µg/kg	SQUiRTs NOAA
	Anaceftileno	5.87 µg/kg	128 µg/kg	
	Antraceno	46.9 µg/kg	245 µg/kg	
	Benzo(a)antraceno	74.8 µg/kg	466 µg/kg	
	Benzo(a)pireno	88.8 µg/kg	520 µg/kg	
	Benzo(b)fluoranteno	0.240 µg/g		Ministry of Environment and Energy, 1993
	Benzo(k)fluoranteno	0.240 µg/g		
	Benzo (G, H, I) perileno	21 - 31 µg/kg		TA-2229/2007
	Criseno	108 µg/kg	846 µg/kg	SQuiRTs NOAA
	Dibenzo (a, h) antraceno	6.22 µg/kg	135 µg/kg	
	Indeno(1,2,3-cd) pireno	47 - 70 µg/kg	*	TA-2229/2007
	Fenantreno	86.7 µg/kg	544 µg/kg	SQuiRTs NOAA
	Fluoranteno	113 µg/kg 1494 µg/kg	1494 µg/kg	
	Fluoreno	21.2 µg/kg	144 µg/kg	
	Naftaleno	34.6 µg/kg	391 µg/kg	
	Pireno	153 µg/kg	1, 398 µg/kg	
Isótopos	Composición Isotópica del carbono (C13)	No se emplearon criterios de comparación para isótopos		NA
	Composición Isotópica de Nitrógeno (N15)			
Biomarcadores geoquímicos del Petróleo	C17: Pristano;	No se emplearon criterios de comparación para biomarcadores		NA
	C18: Fitano			
	HAPAPM/HAPBPM;			
	Índice de Preferencia de Carbono (IPC);			
	C18: 17a(H)21b(H)-Hopano; Fitano: 17a(H)21b(H)-Hopano			
	n-alcanos: 17a(H)21b(H)-Hopano			
Metales	Aluminio	150,000 mg/kg (Ingestión/Cutáneo)		TRRP Sediment 2006

Tipo	Parámetro	Criterio de comparación		Fuente
		TEL (NOAA)	PEL (NOAA)	
	Arsénico	7.24 mg/kg	41.6 mg/kg	SQuiRTs NOAA
	Bario	33-117 mg/kg		Neff, 2002
	Cadmio	0.68 mg/kg	4.21 mg/kg	SQuiRTs NOAA
	Cobalto	*		NA
	Cobre	18.7 mg/kg	108 mg/kg	SQuiRTs NOAA
	Cromo Total	52.3 mg/kg	160 mg/kg	
	Estaño	0.048 mg/kg		
	Hierro	*		NA
	Mercurio	0.13 mg/kg	0.7 mg/kg	SQuiRTs NOAA
	Níquel	15.9 mg/kg	42.8 mg/kg	
	Plomo	30.24 mg/kg	112 mg/kg	
	Vanadio	330 mg/kg (Ingestión/Cutáneo)		TRRP Sediment 2006
	Zinc	124 mg/kg	271 mg/kg	SQuiRTs NOAA
Bacterias y toxicidad	Toxicidad	No se emplearon criterios de comparación para bacterias		NA
	Bacterias hidrocarbonoclásticas			
	Bacterias heterótrofas			

(*) No existen criterios comparación para dicho parámetro

Fuente: PETRONAS (2019)

Análisis Granulométrico y Textura

De acuerdo a la composición de la roca madre; los sedimentos tenderán congénitamente a ser arcilloso, limoso, arenoso. Adicionalmente, la proporción de arcilla tiende a disminuir en la superficie y aumenta con la profundidad. En otras palabras, la textura de un suelo será el resultado de la acción de los factores de formación de suelo y su intensidad de acción (Rucks *et al*., 2004).

Los resultados del análisis granulométrico de las muestras de sedimento del Área Contractual 12 se muestran en la Tabla IV-36 y en la Figura IV-60. El sedimento de acuerdo a la determinación de laboratorio se estableció con textura Franco-Arenosa dominante; sin embargo, las fotografías del fondo marino indican que la textura es en general Arcilloso-Limoso. La discrepancia entre estos dos análisis se debe principalmente a la alta concentración de foraminíferos bentónicos en la superficie

del lecho marino; los cuales son organismos protistas que presentan una testa o esqueleto de carbonatos o sílice, por lo que suelen ser confundidos con arena.

Tabla IV-36. Granulometría y textura de los sedimentos.

Estaciones/Parámetros	Arenas (%)	Limos (%)	Arcilla (%)	Textura
AC12-01	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.			
AC12-02				
AC12-03				
AC12-04				
AC12-05				
AC12-06				
AC12-07				
AC12-08				
AC12-09				
AC12-10				
AC12-11				
AC12-12				
AC12-13				
AC12-14				
AC12-15				
AC12-16				
AC12-17				
AC12-18				
AC12-19				
AC12-20				

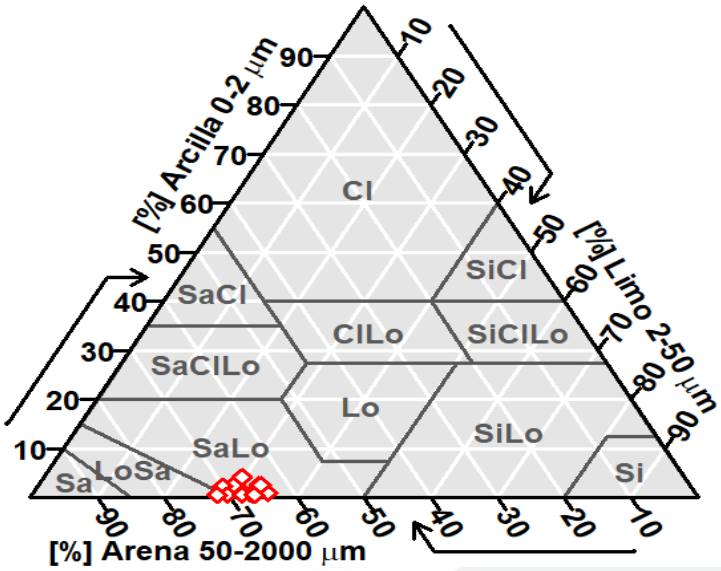


Figura IV-60. Triangulo de textura de acuerdo a la clasificación de la USDA

Fuente: PETRONAS (2019)

Como se aprecia en la Figura IV-60, la totalidad de las estaciones muestreadas está dominada por partículas de arena que componen más del 60% del total de las partículas del sedimento. Los limos componen más del 30%, mientras que las arcillas representan menos del 10% de la composición del sedimento. Debido a la baja variabilidad de esta característica del sedimento, este parámetro no se utilizó para los análisis estadísticos posteriores.

Parámetros fisicoquímicos

A continuación, se presentan los principales parámetros fisicoquímicos medidos en el sedimento, incluyendo la presencia de HTP, esto con la finalidad de brindar una idea general del estado del sedimento y de la variación de los datos entre las estaciones de muestreo. Los parámetros fisicoquímicos de primer orden analizados en el Área Contractual 12: son el carbono orgánico total, la capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, el potencial redox y el pH. Así mismo, son contemplados los parámetros fisicoquímicos de segundo orden los conformados por arsénico, bario, cadmio, cromo total, cobalto, cobre, plomo, manganeso, níquel, vanadio y zinc total.

En la Tabla IV-37 se presentan las medidas de tendencia central de los parámetros fisicoquímicos; metales como el bario y el manganeso presentan una desviación estándar (DE) alta con respecto al intervalo, lo cual es indicativo de una alta variabilidad en los datos entre sitios en las concentraciones de estos metales.

Tabla IV-37. Medidas de tendencia central de los parámetros fisicoquímicos

Parámetros	Promedio	DE	Mediana	Mínimo	Máximo
HTP (µg/kg)	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
Arsénico (mg/kg)					
Bario (mg/kg)					
Cadmio (mg/kg)					
Cromo Total (mg/kg)					
Cobalto (mg/kg)					
Cobre (mg/kg)					
Plomo (mg/kg)					
Manganeso (mg/kg)					
Níquel (mg/kg)					
Vanadio (mg/kg)					
Zinc Tota (mg/kg)					
Carbono Orgánico Total (%)					
Capacidad de Intercambio Catiónico (cmol/kg)					
Materia Orgánica (%)					
Potencia Redox (mV)					
pH					
Aluminio (mg/kg)					
Hierro (mg/kg)					

Fuente: PETRONAS (2019)

Se realizó una correlación entre todos los parámetros fisicoquímicos del sedimento, encontrando que existen correlaciones positivas fuertes (>0.85%) entre el manganeso y hierro, el cobalto con el cromo y el cadmio, y entre el aluminio y bario. Mientras que existen una mayoría de correlaciones positivas moderadas (50-85%) entre los demás metales.

Entre la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), materia orgánica (MO), Carbono Orgánico Total (COT), Potencial Redox y pH no fueron encontradas correlaciones, o se encontraron correlaciones muy bajas para indicar posibles interacciones de interés.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y la textura no presentan la típica relación entre el contenido de arcillas y altos valores de CIC. La CIC es la propiedad química del suelo que se refiere a la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de las partículas en el suelo; conocer la CIC de un suelo es fundamental, pues este valor indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes. Por lo general, los suelos con alta CIC son aquellos con altos contenidos de arcilla y/o materia orgánica (Bonilla, 2015); lo cual es contrastante con lo encontrado en Área Contractual 12, ya se tienen CIC promedio mayores a 500 cmol/kg y la textura dominante de los sedimentos fue Franco-Arenoso. Usualmente la CIC promedio de los materiales arenosos oscila entre 10 y 150 cmol/kg; mientras que en suelos arcillosos oscila entre 200-400 cmol/Kg. Como se explicó en la sección de granulometría, la posible causa de esta anomalía es debido a las altas

concentraciones de foraminíferos bentónicos sobre el lecho marino, los cuales, le proporcionan algunas características de un suelo típicamente arenoso al sedimento. Adicionalmente, se debe considerar que la CIC es un parámetro multifactorial y depende de otras condiciones como el pH, la materia orgánica, el origen del sustrato y las condiciones de la columna de agua.

Metales en sedimentos

El único metal que no fue detectado en el sedimento del Área Contractual 12 fue el mercurio. El selenio únicamente se encontró en dos sitios. Los metales que fueron detectados en el Área Contractual 12 y sus respectivos criterios de comparación pueden observarse en la Figura IV-61 mientras que los metales que sobrepasaron los criterios de comparación son el manganeso (Mn) y el estaño (Sn), sus valores pueden observarse en la Tabla IV-38.

Los metales que presentaron valores cercanos, pero por debajo de los límites de los criterios de comparación fueron el bario (NEFF,2002), cadmio y níquel (SQuiRTs NOAA). Mientras que aquellos cuyas medias están sobre los límites de referencia fueron: manganeso (Ontario) y estaño (SQuiRTs NOAA). Para el análisis estadístico posterior no se utilizaron los valores de estaño y selenio debido a que presentaron un N menor a 18.

La interpretación del aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), plomo (Pb.), mercurio (Hg), níquel (Ni), selenio (Se), vanadio (Va) y zinc (Zn) fue omitida debido a que dieron valores menores a los Criterios de Comparación Tabla IV-36.

Tabla IV-38. Concentraciones de metales pesados en sedimento con detecciones en sitios de muestro

Parámetros	Mn (mg/Kg)	Sn (mg/Kg)	Parámetros	Mn (mg/Kg	Sn (mg/Kg)
AC12-01	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		AC12-11	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	
AC12-02			AC12-12		
AC12-03			AC12-13		
AC12-04			AC12-14		
AC12-05			AC12-15		
AC12-06			AC12-16		
AC12-07			AC12-17		
AC12-08			AC12-18		
AC12-09			AC12-19		
AC12-10			AC12-20		

NAS (2019)

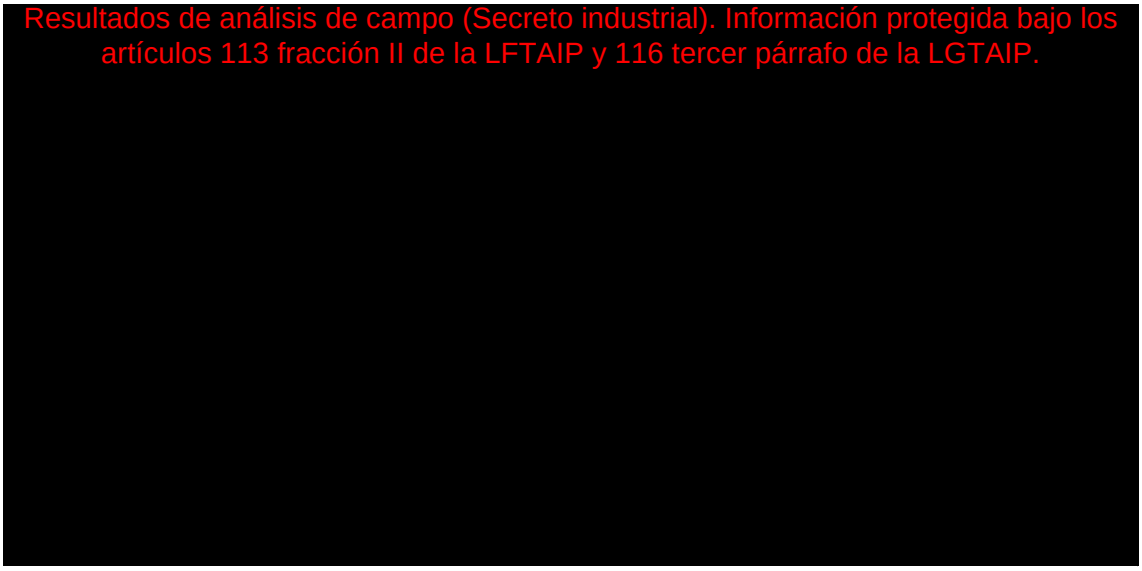


Figura IV-61. Concentraciones de metales pesados en cada estación y media para el Área Contractual 12 con respecto a los límites en los cuales se presentan efectos indicados en las diferentes guías.

Fuente: PETRONAS (2019)

Manganeso

El manganeso es un metal que no se encuentra en la naturaleza en estado nativo; sin embargo, cuando se emplea en aleaciones con otros metales, sus usos son diversos. De forma natural puede ser derivado de suelos volcánicos o procesos de erosión de rocas; sin embargo, dado que el área de estudio no cuenta con estas características, se deduce que su origen es antropogénico. Aunque no hay estudios que justifiquen que el manganeso ocasione daños graves a la salud humana, si hay evidencia de que en animales es altamente cancerígeno (Nordber *et al*., 2007).

Una posible causa de este origen puede deberse a que una de las aleaciones empleadas en la industria (aleación no ferrosa del bronce de manganeso) es altamente resistente a la corrosión del agua de mar, por lo que se utiliza en la fabricación de hélices de barcos; así mismo, el dióxido de manganeso (MnO_2) se utiliza ampliamente en pinturas de barcos como protección catódica, la cual protege a los metales de la corrosión (Peabody, 2001). Dado que el Área Contractual 12 se encuentra entre los puertos de Tuxpan y Tampico, a una distancia aproximada de 100 y 110 km, respectivamente, el tráfico de barcos que se da en estos dos puertos podría suponerse como posible origen de la excedencia de este metal en los sedimentos.

El manganeso presentó valores por arriba del criterio de comparación en 19 de las 20 estaciones de muestreo (Tabla IV-38) distribuyéndose en la porción Sureste del Área Contractual 12 (Figura IV-62). Los valores más altos se registraron en las estaciones AC12-17, AC12-10 y AC12-13.

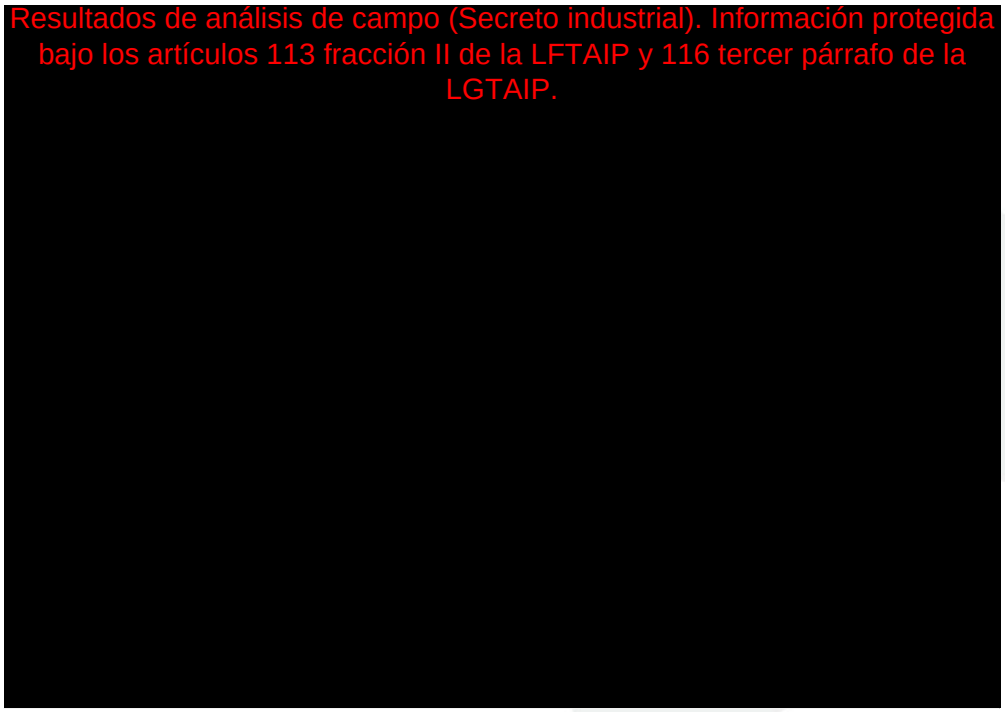


Figura IV-62. Excedencias de manganeso en el sedimento

Fuente: PETRONAS (2019)

Estaño

El estaño es capaz de imitar el comportamiento del carbono en la construcción de los compuestos químicos orgánicos, motivo por el cual al entrar en contacto con el medio ambiente puede ser sumamente tóxico. El estaño (Sn) se encuentra en los gases, polvos y vapores de industrias como las fundiciones y refinerías, al quemar basura y combustibles fósiles (carbón o petróleo) (ASTRE, 2005). Aunado a esto, una de las variedades de estos compuestos (tributilo de estaño), fue utilizado en pinturas especiales anti-incrustantes durante muchos años. Estas fueron creadas para que los organismos incrustantes (e.g. percebes y otros moluscos) no crecieran en los cascos de los barcos. Su incrustación desacelera las naves y puede aumentar el consumo de combustible de forma sustancial, además de representar un riesgo por traslado de especies potencialmente invasoras. A pesar de su efectividad, los compuestos de estaño son altamente tóxicos, causando daños al ambiente marino. Un nanogramo de tributilo de estaño por litro de agua podría tener efectos

biológicos dañinos. En 2008, la Organización Marítima Internacional prohibió cualquier uso de estos compuestos en el medio marino.

En el Área Contractual 12, las excedencias del estaño se dieron en la porción Sureste, al igual que en el caso de las excedencias de manganeso (Figura IV-63), siendo las estaciones AC12-12, AC12-17 y AC12-13 las que tienen mayor excedencia de estaño (Sn) (Tabla IV-38).

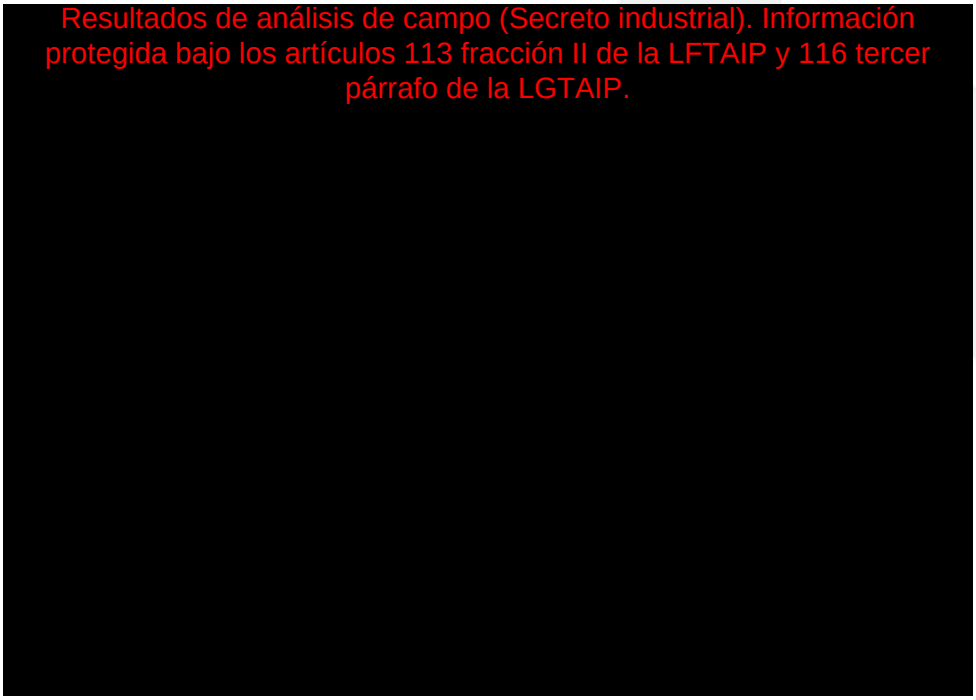


Figura IV-63. Excedencias de estaño en el sedimento del Área Contractual 12

Fuente: PETRONAS (2019)

Tanto el manganeso (Mn) como el estaño (Sn) tienen una correlación positiva fuerte (>0.85%) con el hierro (Fe); por lo que se presume que las excedencias de estos metales pueden tener su origen en dos causas: 1) aleaciones de ambos metales son comunes como recubrimiento de barcos dadas sus propiedades anticorrosivas y anti-incrustantes, y el Área Contractual 12 se encuentra en una zona de alto tránsito marino de forma histórica; 2) la presencia de la Refinería Madero cercana al puerto de Tampico Tamaulipas (aproximadamente a 100 km al noroeste del bloque) puede ser origen de la presencia de estaño; 3) en el Golfo de México es común la excedencia de manganeso, ya que la Secretaría de Agricultura ha resaltado que la mayoría de los suelos erosionados están enriquecidos con este metal por ser composición básica de los fertilizantes fosforados y agroquímicos; estos llegan a los ríos (Tuxpan y Mississippi por mencionar algunos) y a los sistemas lagunares como Alvarado, Mandinga y Tamiahua; que a su vez tienen desembocaduras al Golfo de

México (Botello, 2005). Además, el Golfo de México ha sufrido por varios años las consecuencias del vertimiento masivo a través del drenaje y alcantarillado de desechos de la industria química, manufactura de textil, papel, madera, siderúrgica, procesadoras de alimentos, cervecera, de calzado e industria agropecuaria de las principales ciudades, como Tampico, Ciudad Mendoza, Río Blanco, Orizaba, Córdoba, entre otras (Botello, 2005). Con base en esta información, se considera posible la contaminación antropogénica del bloque por estaño, sin embargo, las excedencias de manganeso son consideradas como una condición común del Golfo de México.

Presencia de Hidrocarburos

Los hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) están constituidos únicamente por carbono e hidrógeno, creando estructuras polinucleares de tipo aromático, por lo que también se les conoce como "hidrocarburos polinucleares", suelen estar compuestos por la unión de dos o más anillos de benceno. La mayor parte de ellos, suelen encontrarse en el ambiente en mezclas complejas de origen natural o antropogénico (Pérez-Morales *et al.*, 2016). En el Área Contractual 12 todas las estaciones presentaron datos por debajo de los límites de cuantificación.

Los hidrocarburos monoaromáticos o (BTEX; acrónimo de bencenos, toluenos, etilbencenos y xilenos), son compuestos derivados del petróleo considerados contaminantes tanto para el suelo como agua, aunque algunos de éstos pueden encontrarse en el ambiente de forma natural (en el carbón o petróleo crudo); la presencia de éstos en agua o sedimento se debe a que se forman como producto secundario de la combustión de gasolina y diésel. En los combustibles, estos compuestos monoaromáticos 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 es el compuesto predominante de los BTEX en los combustibles alcanzando hasta el 21.8%. En el Área Contractual 12 todas las estaciones presentaron datos por debajo de los límites de cuantificación.

Los Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), son un conjunto de compuestos químicos derivados del petróleo crudo, son definidos como la cantidad medible de hidrocarburos basados en petróleo en un medio (ASTRE, 2005). Se encuentran entre los contaminantes más comunes y son considerados como un riesgo para la salud y a la vida acuática. En el Área Contractual 12 se registraron diez sitios con presencia de fracción media, y todos los sitios tuvieron detecciones de fracción pesada y no hubo detección de fracción ligera. Para homogenizar los datos se utilizó el parámetro de Hidrocarburos totales en los análisis estadísticos, es decir, la suma de la fracción media y pesada. Las estaciones con detecciones por fracción se muestran en la Tabla IV-39; de éstas; AC12-11,

AC12-12, AC12-13, AC12-15, AC12-17, AC12-19 y AC12-20 rebasaron el criterio de comparación de la UNESCO (1976) de 70 µg/g.

La zona marino-costera mexicana del Golfo de México es una de las mayores cuencas de hidrocarburos, sujeta a un intenso tráfico de buques petroleros que vierten al mar cerca de 7 millones de barriles al año por el lavado de sus tanques (Botello, 2005). La mitad de los sistemas costeros mexicanos del Golfo de México rebasan el límite permisible de hidrocarburos, donde el río Tuxpan ocupa el segundo lugar como cuerpo de agua más contaminado del país (Botello, 2005). Entre los puertos de Tuxpan y Coatzacoalcos (entre 100 y 150 km de distancia al bloque) existe un tráfico marítimo intenso todo el año (Figura IV-65), lo que podría ser el origen de los HTP detectados en el Área Contractual 12. Paralelamente, en la zona existen emanaciones naturales de gas e hidrocarburos líquidos que se filtran a la superficie a través de fracturas, fallas, planos de estratificación y discordancias geológicas (Figura IV-64).

Tabla IV-39. Sitios con detecciones de Hidrocarburos Totales del petróleo (HTP) en sedimento

Parámetros	HTP´S (mg/Kg)	Fracción Media (mg/Kg)	Fracción Pesada (mg/Kg)
AC12-01	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		
AC12-02			
AC12-03			
AC12-04			
AC12-05			
AC12-06			
AC12-07			
AC12-08			
AC12-09			
AC12-10			
AC12-11			
AC12-12			
AC12-13			
AC12-14			
AC12-15			
AC12-16			
AC12-17			
AC12-18			
AC12-19			
AC12-20			

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Figura IV-64. Excedencias de HTP en el sedimento del Área Contractual 12

Fuente: PETRONAS (2019)

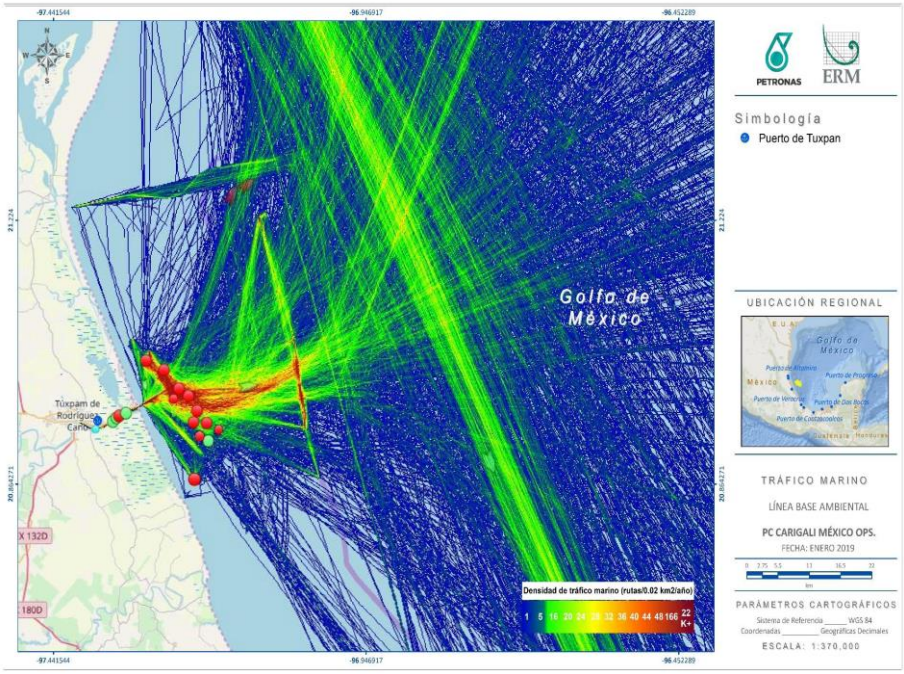


Figura IV-65. Tráfico marino asociado al puerto de Tuxpan

Fuente: PETRONAS (2019)

Biomarcadores

Los biomarcadores son compuestos orgánicos fósiles presentes en 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 aceites y rocas generadoras. Esto permite relacionar los caminos de migración del petróleo con los depósitos de los mismos.

Debido a esta variabilidad en las fuentes de hidrocarburos en sedimentos, los biomarcadores son útiles para diferenciar entre fuentes petrogénicas y biogénicas. Los índices que se utilizaron para determinar el origen de los hidrocarburos en muestras de sedimento son:

- **El Índice de Preferencia de Carbono (IPC)** 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

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

- **Relación Pristano/Fitano (Pri/Fi)** donde los valores cercanos a 1 indican hidrocarburos

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

- **Índices de Pristano/n-C17 y Fitano/n-C18** estos índices evalúan la presencia de aceite y

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Pristano/n-C17, y las estaciones AC12-19 y AC12-20 tienen un índice de Fitano/n-C18 mayor a 1, lo que indica que hay presencia de hidrocarburos de origen petrogénico.

- **Índice de Hidrocarburos de bajo peso molecular / alto peso molecular (HAP ligeros/pesados)** cuando la proporción entre HAP de bajo peso molecular y HAP de alto peso molecular es menor a 1 los HAP son mayormente de origen pirogénico, mientras que cuando la proporción es mayor a 1, los HAP son de origen petrogénico (Yunker *et al*., 2002).

En todas las estaciones se esta relación fue menor a 1 por lo que se determina un origen pirogénico, es decir, proviene de la quema de combustibles fósiles.

De acuerdo a lo anterior, se considera que existe una mezcla de hidrocarburos de origen petrogénico y pirogénico en las estaciones AC12-18, AC12-19 y AC12-20. Esto significa que en el bloque se puede tener una mezcla de hidrocarburos petrogénicos de origen natural, y pirogénicos de origen antropogénico. Las relaciones obtenidas de los biomarcadores previamente mencionados, pueden verse en Tabla IV-40.

Tabla IV-40. Relaciones de biomarcadores

Parámetros	PC	Fitano n-C18 / Pristano n-C17	Pristano n-C17 o	Fitano n-C18	HAP ligeros/pesados
AC12-01	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
AC12-02					
AC12-03					
AC12-04					
AC12-05					
AC12-06					
AC12-07					
AC12-08					
AC12-09					
AC12-10					
AC12-11					
AC12-12					
AC12-13					
AC12-14					
AC12-15					
AC12-16					
AC12-17					
AC12-18					

Parámetros	PC	Fitano n-C18 / Pristano n-C17	Pristano n-C17 o	Fitano n-C18	HAP ligeros/pesados
AC12-19	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
AC12-20					

Fuente: PETRONAS (2019)

Con la interpretación de estos biomarcadores, se puede considerar que en la porción Sureste del Área Contractual 12 se presentan hidrocarburos de origen mezclado entre petrogénico y pirogénico, lo que se asocia a la existencia de emanaciones naturales de aceite, lo que es consistente con los parámetros previamente analizados (potencial Redox y metales pesados) y la información disponible de CNH.

Isotopos de C y N

Los isótopos estables de 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. Se realizaron mediciones de los isotopos de C y N en los sedimentos del AP-CM-G03, detectándose valores para C con lo que se pudo calcular el δ 13CVPDB (delta carbono-13), sin embargo, no se detectaron valores para nitrógeno. Cuando en un material se tienen mezclas de diferentes fuentes, el valor de la marca isotópica de un elemento es la combinación lineal y ponderada de los valores de las fuentes. De este modo, un desplazamiento del valor de δ13C hacía valores negativos es indicativo de una posible contaminación por petróleo.

En la Tabla IV-41 puede observarse que la δ 13C presenta valores bajos, siendo esto consistente con los resultados de los demás parámetros (biomarcadores, metales e hidrocarburos); por lo que se puede sugerir que el hidrocarburo detectado puede provenir de fuentes naturales. Las estaciones de la porción Sureste y Suroeste del Área Contractual 12, han presentado las excedencias y anomalías de los demás parámetros, la presencia de éstas en la porción Suroeste, puede ser atribuidas a las corrientes cíclicas que tienen lugar en el Área Contractual 12. La δ13N no presentó detección posiblemente debido a la bioturbación del sitio, que fue alta, lo que indica presencia de una comunidad desarrollada la cual metaboliza el nitrógeno y lo consume.

Tabla IV-41. Valor de δ $_{13}$C de los sitios de muestreo

Sitio de Muestreo	δ 13CVPDB (‰)	Sitio de Muestreo	δ 13CVPDB (‰)
AC12-01	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		
AC12-02			

Sitio de Muestreo	δ 13CVPDB (‰)	Sitio de Muestreo	δ 13CVPDB (‰)
AC12-03	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		
AC12-04			
AC12-05			
AC12-06			
AC12-07			
AC12-08			
AC12-09			
AC12-10			

Fuente: PETRONAS (2019)

Bacterias y toxicidad

Las bacterias hidrocarbonoclásticas se caracterizan por degradar hidrocarburos para obtener energía y carbono en sus procesos metabólicos, es decir, se alimentan exclusivamente de petróleo. Estas bacterias tienen un rol importante en la degradación de petróleo, ya que conforman hasta un 90% de las especies encontradas en zonas contaminadas por hidrocarburos (Bertrand *et al*., 1992). La evaluación de zonas perturbadas por petróleo se realiza calculando la tasa bacteriana hidrocarbonoclásticas/heterótrofas (Hi/He) como un índice de impacto. La escala cuantitativa de clasificación de áreas impactadas por hidrocarburos menciona que si el índice de Hi/He es menor al 1% el área no se encuentra afectada, entre 1% y 5% es un área poco afectada por presencia de hidrocarburos, del 6% al 49% es un área afectada y más de 50% es muy afectada. El índice Hi/He se presenta en la Tabla IV-42 de lo que se obtiene lo siguiente:

- La estación AC12-07 es la única que se encuentra poco afectada.
- Las estaciones AC12-09 y AC12-13 se encuentran afectadas.
- El resto de las estaciones se encuentran muy afectadas; siendo las estaciones AC12-18, AC12-10, AC12-11 y AC12-06 las que presentan un mayor índice de afectaciones.

No es común que la cantidad de bacterias heterótrofas (comunidades de bacterias que no procesan los hidrocarburos) encontradas, sea menor que la cantidad de bacterias hidrocarbonoclásticas. Así mismo, en la sección de hidrocarburos se determinó que todas las estaciones tuvieron detecciones de HTP, aunque solo en algunas fueron excedencias, lo que posiblemente indica que en algún periodo de tiempo hubo altas cantidades de hidrocarburos en esta zona y por lo tanto las bacterias hidrocarbonoclásticas tuvieron un ambiente propicio para reproducirse, a tal grado que desplazaron a la mayoría de las bacterias heterótrofas. Este crecimiento de la comunidad de bacterias

hidrocarbonoclásticas pudo propiciar que los HTP en zonas alejadas de la fuente disminuyeran. Con lo anterior podemos suponer que, aunque no se cuenta con evidencia de chapopoteras o fuentes de crudo en el área, haya la posibilidad de existencia de éstas en la porción Sureste del Área Contractual 12.

Tabla IV-42. Bacterias hidrocarbonoclásticas, heterótrofas y su relación

Estación	Bacterias Hidrocarbonoclásticas	Bacterias heterótrofas	Índice Hi/He (%)
AC12-01	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		
AC12-02			
AC12-03			
AC12-04			
AC12-05			
AC12-06			
AC12-07			
AC12-08			
AC12-09			
AC12-10			
AC12-11			
AC12-12			
AC12-13			
AC12-14			
AC12-15			
AC12-16			
AC12-17			
AC12-18			
AC12-19			
AC12-20			

Fuente: PETRONAS (2019)

No se detectaron organismos patógenos en el sedimento (*Vibrio fischeri*), por lo que no se considera que existan condiciones de toxicidad.

IV.2.1.14 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 que caracteriza al SAR (Figura IV-66) 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.

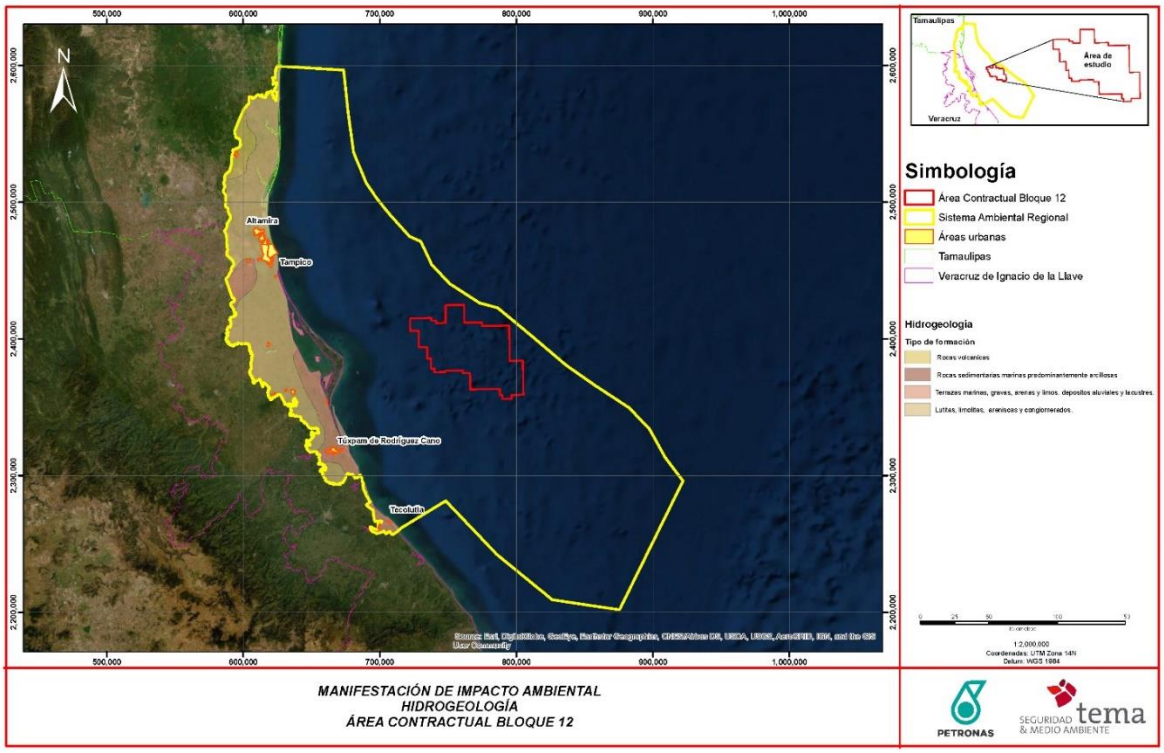


Figura IV-66. Hidrogeología dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

El SAR pertenece 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 km^2, 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).

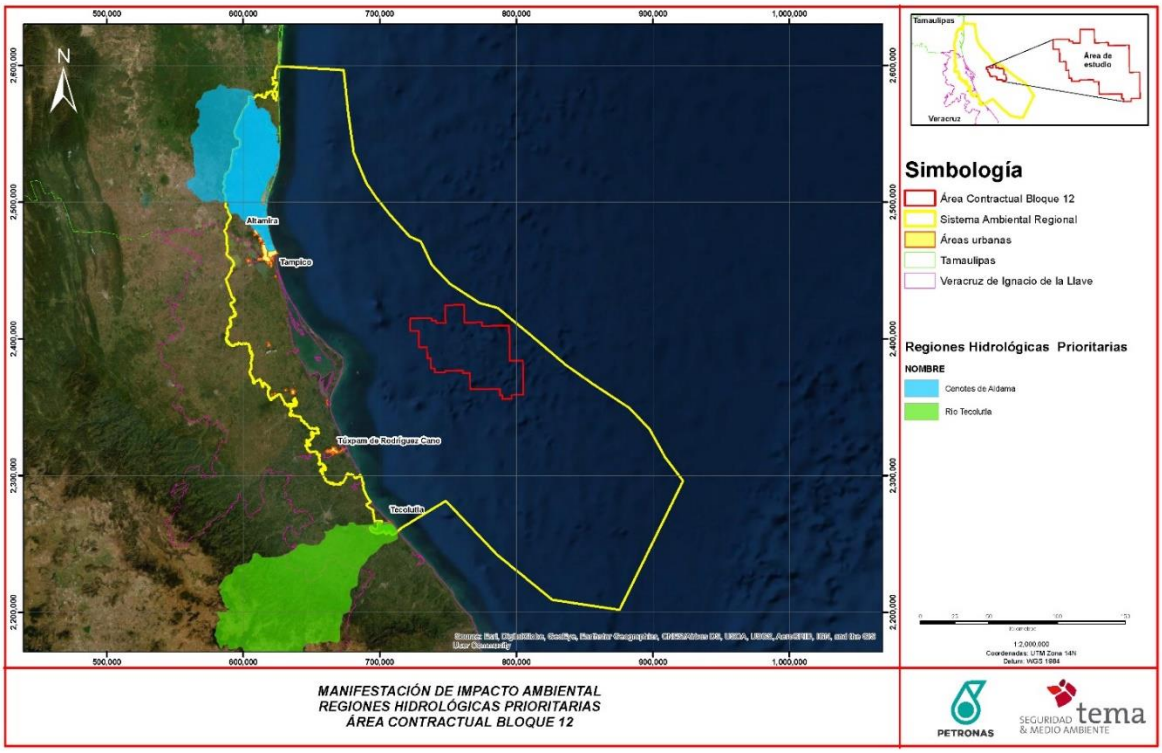


Figura IV-67. Regiones Hidrológicas Prioritarias dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

De acuerdo con lo publicado por la CONAGUA en el Atlas del Agua en México (2018) los estados de Veracruz y Tamaulipas no presentan 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 SAR no presenta este fenómeno.

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA) de la CONAGUA, existen 4 zonas de disponibilidad de acuíferos. El SAR contempla los de la zona de disponibilidad 3 y 4, estos son:

Tabla IV-43. Acuíferos dentro del SAR

Entidad Federativa	Clave del acuífero	Zona de disponibilidad	RHA
Puebla/Veracruz	3003	3	Golfo Centro

Entidad Federativa	Clave del acuífero	Zona de disponibilidad	RHA
Puebla/Veracruz	3002	3	Golfo Centro
Puebla/Veracruz	3001	3	Golfo Centro
Hidalgo/Puebla/Veracruz	3014	3	Golfo Centro
Veracruz	3017	3	Golfo Norte
Tamaulipas	2813	3	Golfo Norte
Tamaulipas	2809	4	Golfo Norte

Fuente: TEMA (2020)

Sólo uno de los acuíferos (3017, Tampico – Misantla) pertenecientes al SAR (Tabla IV-43) 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 SAR.

IV.2.1.15 Aire

El viento es el movimiento del aire como resultado de las diferencias de presión atmosférica y temperatura; otros factores o condiciones que afectan la dinámica del viento como la rotación terrestre y la fricción del aire con la superficie terrestre (Inzunza, 2006).

Una variable importante del estudio del aire es el movimiento vertical del viento, en específico cuando asciende, debido a la formación de nubes, que a su vez cuando se añaden otras variables como zonas de baja presión y temperaturas elevadas se producen fenómenos meteorológicos como los ciclones y tornados.

Uno de los fenómenos atmosféricos que representa al Golfo de México son los Frentes Fríos (FF) o mejor conocidos como "nortes" debido a de dónde provienen estos vientos. Estos fenómenos comienzan su aparición en la época de otoño y finalizan en la primavera, siendo el invierno la mayor presencia en el incremento de la magnitud del viento. La circulación que se genera en el golfo de México induce vientos de gran intensidad en dirección norte con una magnitud mayor a los 100 km/h y con descensos de temperatura de 2°C hasta 15°C en un lapso de 24 h llegando a permanecer estas condiciones por un par de semanas; otra característica asociada a los nortes es la precipitación debido a la humedad atmosférica y la sobreposición de la masa de aire caliente sobre la del aire frío (Luna, 2016).

Debido a la ubicación del SAR, éste es propenso a la llegada de Frentes Fríos. De acuerdo con el Resumen Anual de Frentes Fríos que afectaros Aguas y Costas Mexicanas (2018 -2019) de la Secretaría de Marina la temporada de FF se comprendió desde mediados de septiembre 2018 hasta mayo 2019 con un total de 60, siento el FF No. 10 el más intenso de la temporada, impulsado por un

anticiclón con centro de 1034 Mb con vientos sostenidos de 45.0 nudos (83.3km/h) y olas de 20.0 ft (6.0 m) en el oeste del Golfo de México. La EMA emplazada en Isla Sacrificios, Veracruz; registró viento sostenido de 42.1 nudos (77.9 km/h) y rachas de 52.7 nudos (97.6 km/h) el 13 de noviembre de 2018 a las 12:00 horas "S". De los lugares más afectados se menciona al puerto de Tuxpan, Veracruz.

Dentro de la ubicación del SAR se encuentran 7 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional las cuales reportan datos característicos de la dinámica del viento. En la Tabla IV-44, se presentan los promedios de los datos obtenidos para cada estación.

Tabla IV-44 Datos característicos del aire en el SAR

ESTACION	Dir. del viento (°)	Dir. de ráfaga (°)	Humedad relativa (%)	Temp. del aire (°c)	Presión Atm. (bar)	Rapidez de ráfaga (km/h)	Vel. del viento (Km/h)
B. del Toro	182.96	182.68	86.76	21.72	1014.27	Sin datos	Sin datos
Citlaltepec	101.75	240.5	Sin datos	20.25	998.88	12.73	2.73
Madero	101.12	103.21	86.02	23.13	1014.44	Sin datos	Sin datos
Tampico	95.84	128.09	83.19	23.4	1014.08	Sin datos	Sin datos
Tuxpan	61.31	88.29	88.08	23.5	1013.88	Sin datos	Sin datos
Úrsulo Galván	130.7	114.74	81.58	22.88	1012.11	Sin datos	Sin datos
Huejutla	156.38	143.44	98.78	18.1	1008.87	2.97	0.6
Promedio	118.58	142.99	87.40	21.85	1010.93	7.85	1.67

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (2020)

Con base a los resultados de la Tabla anterior, se elaboró la rosa de vientos que se presenta en la Figura IV-68 con el programa WRPLOT de Lakes Environment ®.

Los resultados indican una dirección del viento dominante hacia el Norte, Nornoroeste y Sureste, con una velocidad máxima de 8.80 m/s y velocidad mínima de 0.50 a 2.10 m/s.

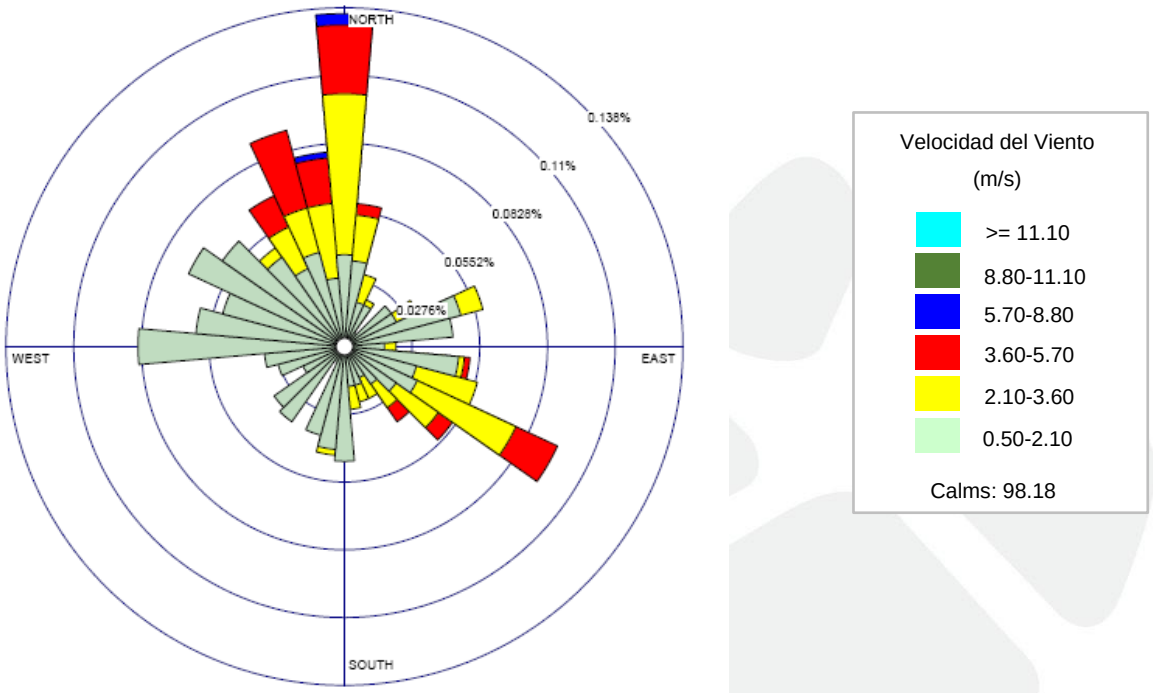


Figura IV-68. Rosa de vientos para el SAR del Bloque 12

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.2 Medio Biótico

En este apartado se hace la descripción del Medio Biótico del Sistema Ambiental Regional (SAR). Para ello, se recabó información de Flora y Fauna de las entidades que se inscriben dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). La búsqueda contempló tanto fuentes oficiales como de estudios enfocados a la descripción de especies referentes a la entidad y el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Una de las fuentes de la que se basó la mayor parte de información fue de EncicloVida. Esta plataforma digital de CONABIO (2019), proporciona datos de las especies, como son: distribución, hábitat, alimentación, comportamiento y reproducción. La información que proporciona proviene de distintas fuentes, como son: CONABIO, Encyclopedia of Life (EOL), Global Biodiversity Information Facility, Biodiversity Heritage Library, eBird, iNaturalist, Naturalista y Wikipedia; las cuales se actualizan periódicamente.

De acuerdo con lo anterior, en las siguientes secciones se exponen las características de la vegetación existente, su distribución, composición, diversidad, estado de conservación y principales agentes de disturbio incluyendo su naturaleza.

IV.2.2.1.1 Vegetación Terrestre y Uso de suelo

Parte de los territorios Veracruzanos y 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 Veracruz, 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.

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).

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

El estado de Veracruz cuenta con 6, 495 especies de plantas vasculares; siendo los estratos herbáceos, los de mayor riqueza con 4,601 especies, seguido de los arbustos (1,527 especies), árboles (1,177 especies) y bejucos (550 especies) (CONABIO, 2011); lo que representan cerca del 27.7 % de del total nacional. En el caso del estado de Tamaulipas cuenta con 1, 323 especies de plantas vasculares teniendo angiospermas con 1, 169 especies, helechos 133 especies y gimnospermas 21 especies.

De acuerdo con el registro obtenido en el portal de Enciclovida (CONABIO, 2019), en el SAR se presenta una abundancia total de 7, 679 individuos. Del total, 5, 118 se presentan en el estado de Veracruz y 2, 561, en el estado de Tamaulipas. Los municipios que cuentan con un mayor registro

en el estado de Veracruz son: Papantla y Pánuco. Mientras que en Tamaulipas son: Aldama y Soto la Marina.

La Figura IV-69, muestra la distribución abundancia de especies y especies endémicas de los municipios que se encuentran dentro del SAR.

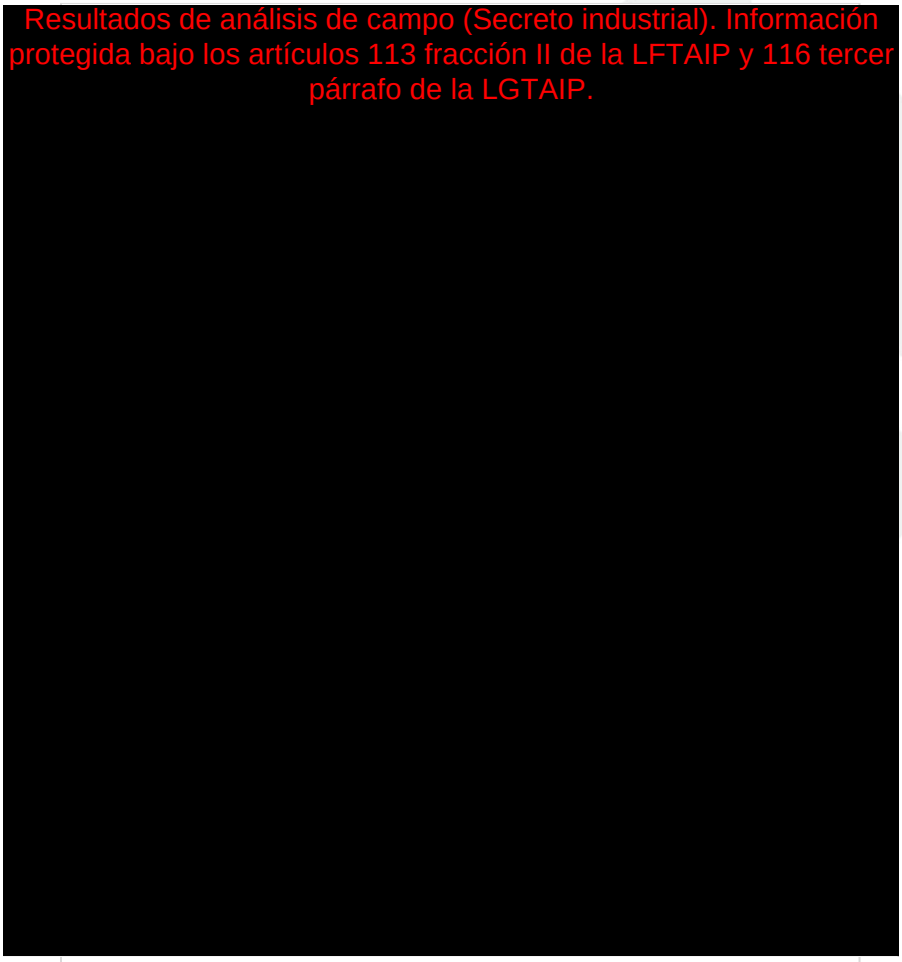


Figura IV-69. Abundancia de especies registradas en los municipios del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

En el Anexo 1 del Capítulo IV se presenta la lista de especies de Flora identificadas para e SAR de acuerdo al portal de EncicloVida.

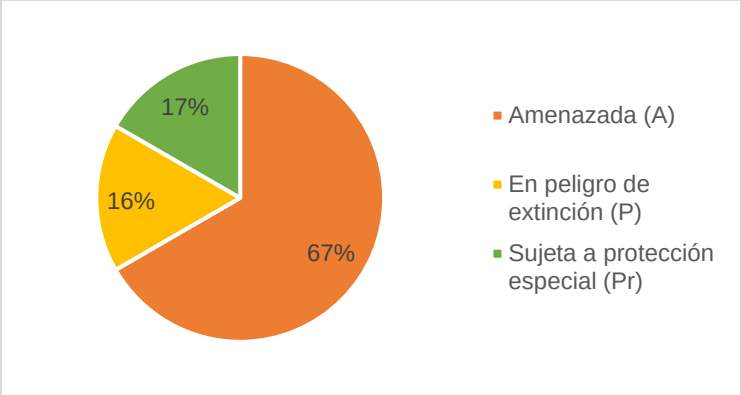


Figura IV-70. Porcentaje de especies dentro de la NOM-059

Fuente: TEMA (2020)

A continuación, se desglosan los nombres de las especies que están dentro de la lista de la NOM-059 y se encuentran dentro de alguna clasificación como amenazada, en peligro de extinción y sujetas a protección especial (Tabla IV-45).

Tabla IV-45. Nombre de las especies que se encuentran en la categoría amenazada del listado de la NOM-059

Norma Oficial Mexicana NOM-059	Nombre científico	Nombre común principal
Amenazada	*Acosmium panamense*	Bálsamo amarillo
	Avicennia germinans	Mangle prieto
	Beaucarnea recurvata	Palma barrigona
	Campyloneurum phyllitidis	Lengua de cierva
	Carpinus caroliniana	Lechillo
	Ceratozamia huastecorum	Palma cícada huasteca
	Chamaedorea oblongata	Tepejilote jade
	Chamaedorea sartorii	Tepejilote chapanillo
	Chamaedorea schiedeana	Tepejilote cuiliote
	Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo
	Cryosophila argentea	Guano kum
	Echinodorus cordifolius	Cucharero
	Guatteria anomala	Palo de zope
	Halodule wrightii	Pasto de los bajos
	Halophila engelmannii	Pasto estrella

Norma Oficial Mexicana NOM-059	Nombre científico	Nombre común principal
	Handroanthus impetiginosus	Amapa
	Huperzia dichotoma	Licopodio
	Laguncularia racemosa	Mangle blanco
	Manfreda longiflora	Amole de río
	Nelumbo lutea	Loto americano
	Rhizophora mangle	Mangle colorado
	Rhynchostele rossii	Orquídea de la Sierra Madre Oriental
	Sapium macrocarpum	Amatillo
	Sideroxylon capiri	Tempisque
	Syringodium filiforme	Pasto de manatí
	Zamia loddigesii	Camotillo
	Zinnia elegans	Mal de ojo
En peligro de extinción (P)	*Alsophila firma*	Helecho maquique
	Amoreuxia wrightii	Huevos de víbora
	Ceratozamia latifolia	Chamalillo
	Diospyros conzattii	Zapote negro montés
	Guadua longifolia	Bambú espinudo
	Litsea glaucescens	Laurel de la sierra
	Tilia americana var. mexicana	Tilo americano
	Zamia fischeri	Chamalillo
	Zamia vazquezii	Chamalillo
Sujeta a protección especial (Pr)	*Ariocarpus retusus*	Chautle
	Cedrela odorata	Cedro
	Croton guatemalensis	Algodoncillo
	Gossypium hirsutum	Algodón mexicano
	Halophila decipiens	Pasto remo
	Hoffmannia psychotriifolia	
	Marattia weinmanniifolia	Maíz de monte
	Schizomitrium mexicanum	Musgo
	Symplocos coccinea	
	Taxus globosa	Tejo mexicano
	Thalassia testudinum	Hierba de tortuga
	Tillandsia festucoides	Gallito
	Vanilla planifolia	Vainilla

Fuente: TEMA (2020)

Tipo de vegetación y hábitats dentro del SAR

De acuerdo con la clasificación y distribución de los usos de suelo y vegetación del INEGI (2016), Serie VI, dentro del SAR confluyen 20 categorías (Tabla IV-46).

Tomando en cuenta lo anterior y verificando con la Figura IV-71, se observa una distribución homogénea de todos los tipos de uso de suelo y vegetación en todo el SAR, resaltando los cuerpos de agua en la parte norte del SAR, área correspondiente a las lagunas del sur de Tamaulipas y también al sur norte de Veracruz.

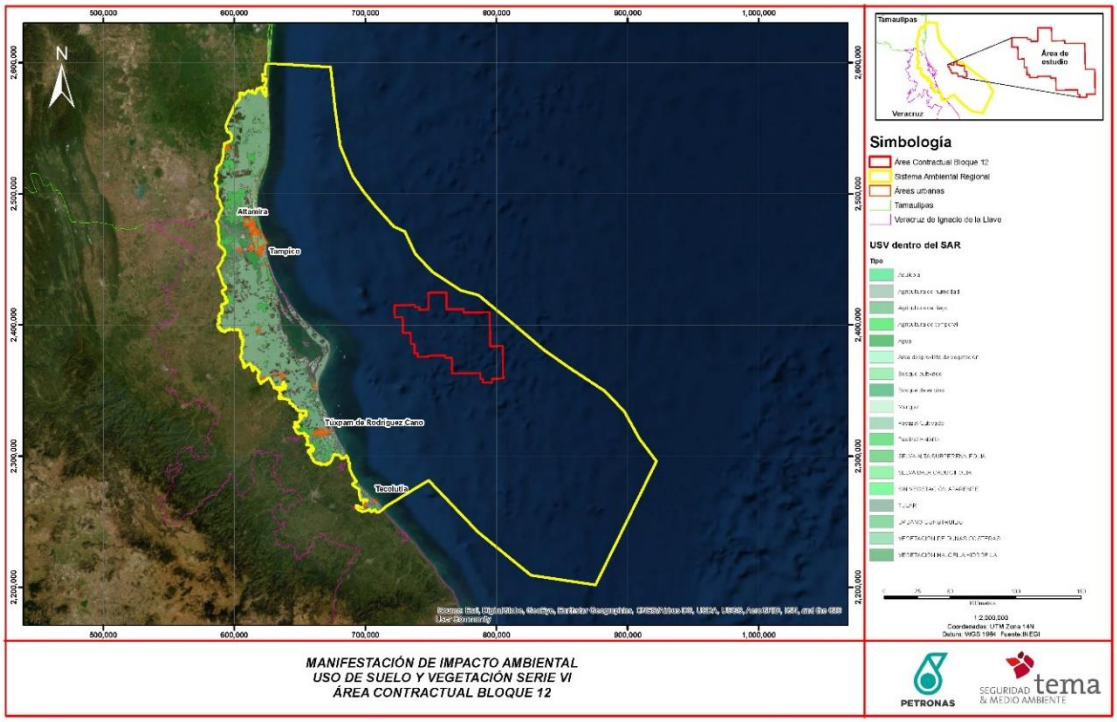


Figura IV-71. Uso de suelo y vegetación Serie VI

Fuente: TEMA (2020)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Tabla IV-46. Usos de suelo y vegetación dentro del SAR

Vegetación	Área (Ha)	%
Bosque cultivado	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	
Selva Alta Subperennifolia		
Acuícola		
Vegetación Secundaria Arborea de Bosque de Encino		
Pastizal Halófilo		
Bosque de encino		
Área desprovista de vegetación		
Vegetación de Dunas Costeras		
Sin Vegetación Aparente		
Agricultura de humedad		
Selva Baja Caducifolia		
Vegetación Halófila Hidrófila		
Agricultura de riego		
Tular		
Manglar		
Urbano Construido		
Agua		
No aplica		
Agricultura de temporal		
Pastizal Cultivado		

Fuente: TEMA (2020)

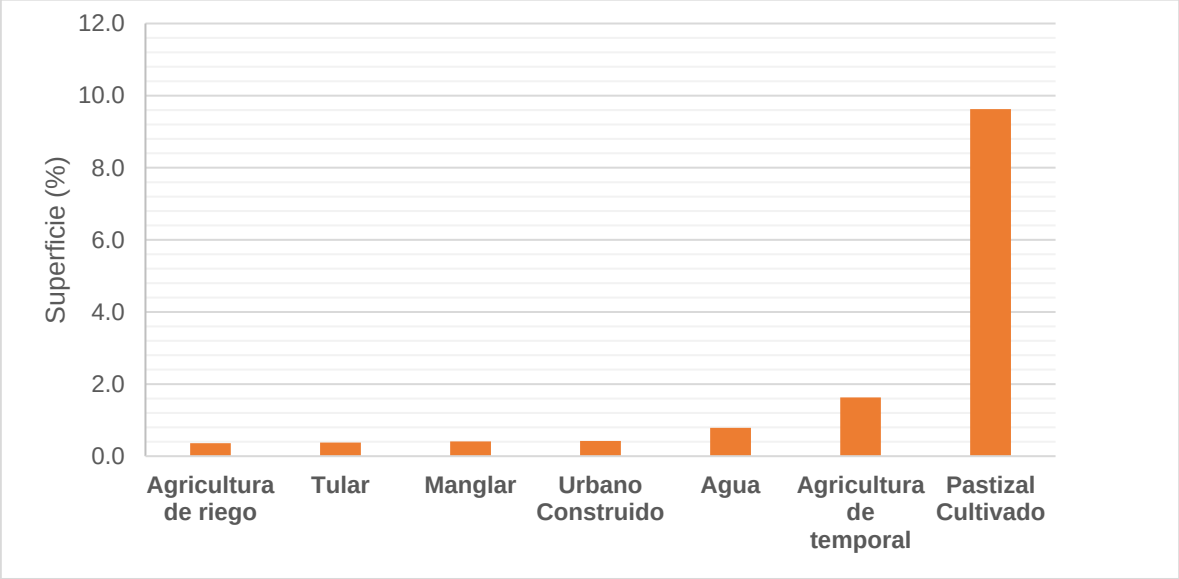


Figura IV-72. Gráfica de porcentaje de uso de suelo y vegetación presente en el SAR

Fuente: TEMA (2020)

A continuación, se hace una breve descripción de los usos de suelo y vegetación que se presentan dentro del SAR de acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2017). Cabe señalar que se omitirá la descripción del Agua.

Acuícola: Son áreas destinadas al manejo de especies dulce-acuícolas o marinas con fines de obtención de producción de carne o de crías (piscifactorías, granjas de cultivos de camarón, granjas de cultivos de peces, etcétera).

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Agricultura de humedad: La agricultura de humedad residual consiste en la utilización de los suelos potencialmente agrícolas de los embalses, ríos y lagos que han sido cubiertos por el agua durante la época lluviosa, es decir, después que el período de lluvias ha terminado. Los niveles de agua en los embalses, ríos y lagos empiezan a descender, descubriendo suelos mojados con excelente potencial productivo, en los cuales, los agricultores siembran cultivos anuales como el camote, frijol y/o maíz.

Dentro del SAR se practica este tipo de actividad primaria, siendo un 0.08% (4, 936.64 Ha) del total de SAR.

Agricultura de riego: Este tipo de agricultura se usa cuando el suministro de agua utilizada para su desarrollo es obtenido por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, etcétera. En el SAR cerca de 22, 213.53 ha son destinadas a esta actividad, un 0.36% del terreno siendo un uso de suelo con destinadas en el SAR.

Agricultura de temporal: Su ubicación en el SAR se limita a la zona norte, abarcando el 0.07% del SAR. Se define al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua (INEGI, 2009).

Esta actividad, junto con la ganadería, representan la principal actividad económica en toda esta región; lo que ha llevado a que exista un aumento de la fragmentación, y en algunos casos, el remplazo total de un ecosistema en la región. Como consecuencia de todo ello, se ha producido un incremento de los procesos de erosión, causada por la roturación y eliminación de la cubierta vegetal natural para la puesta en cultivo de los suelos.

Dentro del SAR esta actividad cubre un total de 100, 771.41 Ha (1.63%).

Agua: Hace referencia a cuerpos de agua terrestres como lo son lagunas o presas que tienen un área extensa y son zonas representativas del sitio por su importancia ecológica. El SAR cuenta con 0.79% del terreno destinado a este tipo de uso de suelo, siendo un total de 48, 595.05 Ha en total.

Área desprovista de vegetación: son superficies donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminada por diferentes actividades humanas. Un 0.03% del SAR presenta estas características.

Bosque cultivado: Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arboladas realizadas por el hombre, sobre todo en aquellas áreas que presentan una perturbación debido a las actividades humanas. Estas poblaciones se pueden considerar como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general, con especies exóticas. Los fines de estas plantaciones son el recreativo, ornamental y forestal, además de conservar el medio ambiente, así como evitar la erosión del suelo. Según la adaptabilidad, éstas son algunas de las especies que más se cultivan: pino (*Pinus spp*.), eucalipto (*Eucaliptus spp*.), cedro (*Cupressus spp*.), casuarina (*Casuarina sp*.), pirul (*Schinus molle*), álamo o chopo (*Populus spp*.), fresno (*Fraxinus sp.*), aíle (*Alnus sp*.), entre otros.

Es una proporción muy baja dentro del SAR, contemplando la menor área con 61.44 Ha.

Bosque de encino: Son comunidades vegetales distribuidas en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° C. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm. Se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud.

Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, Leptosoles, Cambisoles, Andosoles, Luvisoles, entre otros.

El SAR cuenta con un 0.03%, siendo 1, 615.73 Ha en total del total del área.

Manglar: Se encuentra localizado a lo largo de la línea de costa, sin embargo, también se desarrolla en zonas de lagunas costeras y desembocaduras de ríos abarcando 2.27 % de la superficie del SAR. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

El uso más importante que presenta el manglar es que alberga de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto. Sin embargo, la tala de las zonas de manglar afecta su adecuado desarrollo y conservación.

La zona costera del SAR cuenta con un porcentaje de 0.41 del total del SAR, esto se refleja en 25, 176.11 Ha.

Pastizal Cultivado: Se muestra en tercer lugar de mayor superficie dentro del SAR; por lo que representa parte de las causantes de la fragmentación de la vegetación natural. Su condición se extiende prácticamente en todo el SAR; abarcando el 9.62 %.

Es considerada una comunidad vegetal que se desarrolla al eliminarse la vegetación natural. Su fin comprende sustentar el régimen de ganadería; siendo las herbáceas, y en particular las gramíneas o graminoides, las especies dominantes.

Pastizal Halófilo: Son comunidades vegetales donde predominan los pastos con pocos árboles y arbustos. Pueden ser producto del desmonte de terrenos boscosos. Pueden existir árboles, pero son escasos y muy dispersos. La condición halófila describe a pastizales que pueden soportar condiciones altas de sales; por lo que es común encontrarla cerca de la zona costera, siendo en total 0.02% del SAR.

Selva Alta Subperennifolia: Dentro del SAR existe vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia y su porcentaje equivale a 0.64 %. La superficie que ocupa es 112.73 Ha.

En este caso, la vegetación secundaria indica sitios perturbados, producto de la tala de árboles. Una de las especies indicadoras de la sucesión es *Rinorea guatemalensis*.

Selva Baja Caducifolia: Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus.*

El SAR cuenta con un 0.22% de este tipo de vegetación cubriendo un total de 13, 354.88 Ha.

Sin Vegetación Aparente: Se consideran áreas en donde no es visible o detectable alguna comunidad vegetal. Se incluyen los eriales, depósitos litorales, bancos de ríos y aquellas áreas

donde algún factor ecológico no permite o limita el desarrollo de la cubierta vegetal como falta de suelo, elevado nivel de salinidad o sodicidad y climas extremos (muy fríos o muy áridos).

Tular: Representan una de las comunidades vegetales que ocupa mayor superficie (23328.72 Ha) dentro del SAR. Su distribución abarca principalmente lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha spp*.), y tulillo (*Scirpus spp*.), pero también incluye los llamados carrizales de *Phragmites communis* y *Arundo donax*.

Urbano Construido: Este uso de suelo corresponde las zonas urbanas, conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. El SAR contempla 26, 231.31 Ha de la superficie del SAR, lo que corresponde al 0.42 % de la superficie.

Vegetación de Dunas Costeras: Son consideradas comunidades vegetales halófitas; es decir, vegetación que vive en suelos con alto contenido de sales solubles. Tienen una distribución heterogénea a lo largo de la costa, ya que hay localidades que se encuentran dominadas por especies herbáceas, otras por matorrales arbustivos, especies arbóreas o también pueden estar mezcladas. La mayoría de las especies de plantas de las dunas costeras son de hábitos postrados.

Entre las especies más comunes están: El chamiso (*Atriplex canescens*), verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), bejuco de playa (*Ipomea pes-caprae*), chechén negro (*Metopium brownei*), palmera plateada (*Coccothrinax readii*) y uva de playa (*Coccoloba uvifera*).

El 0.05 % del SAR es representado por este tipo de vegetación, cubriendo 3, 192.33 Ha de la proporción terrestre.

Vegetación Halófila Hidrófila: La constituyen comunidades vegetales herbáceas o arbustivas que se distribuyen en ambientes litorales (lagunas costeras, marismas salinas y playas); las cuales reciben aportación de agua salina; en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o subhúmedos, sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad.

En el SAR se localiza en los márgenes y áreas adyacentes a la costa o a los sistemas lagunares, donde los suelos presentan alta salinidad y drenaje deficiente. La superficie que abarca esta comunidad en el SAR es de 0.28 %.

Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino: Son comunidades arbóreas, sub-arbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género *Quercus* (encinos, robles) que, en México salvo condiciones muy áridas, se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2

800m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.

IV.2.2.1.2 Vegetación Marina

Debido a que el mayor porcentaje dentro del SAR corresponde a un área marina, se presenta la vegetación dominante de estas zonas.

De acuerdo con Lot, Zepeda y Mora (2015) el ambiente acuático y subacuático permite el desarrollo de plantas vasculares las cuales se han adaptado a desarrollarse bajo el agua, dejando de fuera a individuos fotosintéticos acuáticos no vasculares como las algas; entre estas se encuentran *Chrysobalanus icaco*, *Calophyllum brasiliense* en el estrato de hasta 8 m en la región de Agua Dulce en los límites de Veracruz y Tamaulipas.

La vegetación acuática se presenta también en zonas cercanas a los litorales en zonas con alto índice de precipitación coincidiendo con abundancia de áreas de drenaje eficiente, como en la planicie costera del sur de Veracruz.

Existe otro tipo de hidrófitas las cuales son sumergidas y son llamadas verdaderas plantas acuáticas por el hecho de que se desarrollan sumergidas en agua. Entre las comunidades de ambientes dulceacuícolas sobresalen las dominadas por *Potamogeton foliosus, P. pusillus, P. illinoensis* y *Stuckenia (Coleogeton*) pectinata al ocupar lagos, lagunas, canales y presas, en ocasiones provocando problemas por su crecimiento masivo. En contraste son notables por su rareza y adaptaciones, las formas sumergidas de *Marathrum rubrum, Oserya longifolia* y *Podostemun ricciiforme* (endémicas de México) sobre rocas en cascadas y rápidos de ríos de Veracruz.

La vegetación marina litoral del Golfo de México está representada por las algas marinas bénticas, siendo mayor en la porción sureña de Veracruz donde se hacen evidentes los accidentes litorales como islas, arrecifes, estuarios, lagunas, esteros y algunos promontorios rocosos donde se encuentra vegetación más variada y abundante. Algunas especies en facies rocosas y expuestas son *Ulva fasciata*, *Enteromorpha* o de *Cladophora* formando tapices, mantos y prados entre muelles, orillas de las playas y desembocaduras de ríos. En sitios rocosos con fuerte oleaje y salinidad constante se encuentran principalmente *Chaetomorpha media*, *Sargassum vulgare*, *Gelidium floridanum* y *Amphiroa fragilissima* (Ramírez, 1899).

Se tienen registros de nuevas especies de algas verdes encontradas en el Golfo de México en la parte de Veracruz. Desde 2006 hasta 2016, se realizó una revisión bibliográfica y de herbario de las algas verdes registradas en Veracruz hasta ese entonces, comparando con los muestreos realizados por García, Mateo y Mendoza (2017), se determinó la existencia de 93 especies nuevas encontradas

durante el periodo que duró el muestreo, de las cuales están incluidas *Phaeophila dendroides, U. clathrata, U. compressa, U. flexuosa subsp. Paradoxa, U. intestinalis, U. rigida, Cladophoropsis membranácea, Phyllodictyon anastomosans, Chaetomorpha aérea, Ch. antennina, Ch. brachygona, Ch. mínima, Cl. Serícea, Cl. Vagabunda, Rhizoclonium riparium, Penicillus capitatus y Stigeoclonium tenue*.

En el Golfo de México existe lo que se le denominan bosques sumergidos, formados en su mayoría por algas pardas del orden de las laminariales, como especie predominante es *Macrocystis pyrifera* (kelp o sargazo gigante), estos pueden crecer hasta 15 cm diarios en condiciones óptimas de luz, temperatura y nutrientes; individualmente pueden alcanzar alturas de más de 25 metros. Esto da como resultado que, en un par de meses, durante la primavera, la columna de agua se cubra completamente de algas y le dé la tridimensionalidad que caracteriza a estos bosques submarinos, también llamados bosques de kelp.

Existen también los bosques de macroalgas, los cuales son ecosistemas costeros que en su mayoría se conforman por algas pardas (*Phylum Heterokontophyta*) y en menor proporción o como parte del sotobosque se encuentran algas rojas (*Phylum Rhodophyta*) y verdes (División *Chlorophyta*). También puede existir presencia de grandes mandos con algas pardas, sargazo gigante (u otros tipos) y kelp (*Macrocystis pyrifera*). Estos mantos llegan a tener extensiones territoriales de hectáreas o aproximadamente 30 m, se pueden presentar desde profundidades bajas y hasta los 200 m. Estos ecosistemas se desarrollan en climas subtropicales y templados.

A las algas que forman estos bosques se les denomina como laminares encontrando a algunas especies como *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum sp.*, como algas accesorias o algas del sotobosque se puede encontrar a Eisenia arbórea, Pterygophora californica, Laminaria farlowii y Egregia menziessi, Corallina sp., Halymenia sp., Lithothamnion sp., Mesophyllum sp., y Lithophyllum sp. entre otras.

Este tipo de ecosistemas son de gran importancia debido a que son sumamente productivos en actividad primaria (fijan carbono y producen materia orgánica y energía, estabilizando el sustrato marino y mejorando la calidad del agua), aún más comparados con arrecifes, humedales y selvas tropicales. Otro punto que cabe destacar es que son fuente de alimento, hábitat, refugio y cuidado de crías. Además de que son importantes barreras naturales que disminuyen la intensidad de golpe de las olas, protegiendo la línea costera. Se da la producción de kelp, que es un alga de importancia económica que aporta anualmente un aproximado de 40, 000 toneladas en peso fresco (CONABIO, 2019).

Estos ecosistemas son amenazados por tormentas marinas, abundancia de organismos herbívoros (en consecuencia, del exceso de la cacería y pesca), el fenómeno del niño y actividades antropogénicas que modifiquen temperatura y balance de nutrientes.

Se estima que existen unas 651 especies de algas bénticas registradas en el Golfo de México, siendo dominantes las *Rhodophyceae* y *Chlorophyceae* (Quiroz, León y Rivas, 2017). La flora ficológica de Tabasco es escasa, ocupa el último lugar nacional en cuanto a diversidad de algas marinas. En el 2017, Quiroz, León y Rivas se registraron nuevas algas verdes marinas para el área de Tabasco, de las cuales encontraron 17 especies de *Ulvophyceae* marinas y *Chaetomorpha nodosa Kütz* son reportadas por primera vez para costas mexicanas. Dentro de este estudio los órdenes que presentaron mayor riqueza fueron *Ulvales* y *Cladophorales* con ocho y siete especies respectivamente. A su vez las familias con mayor número de especies fueron *Cladophoraceae* y *Ulvacea*e con siete cada una, mientras que el género más diverso fue *Ulva L.* con siete especies que representan más de la tercera parte de los nuevos registros.

Martínez Lozano realizó para la CONABIO (2018) un estudio de flora ficológica marina de Tamaulipas en el cual se colectaron aproximadamente 6, 750 ejemplares, de estos se identificaron 140 especies, algunas de estas son: *Acanthophora muscoides, Acetabularia crenulata, Acrochaetium flexuosum, Amphiroa beauvoisii, Anabaena pseudoscillatoria, Anadyomene saldanhae, Audouinella affinis, Bryopsis pennata, Bryopsis plumosa, Bryothamnion seaforthii, Bryothamnion triquetrum, Callithamnion cordatum, Cladophora vagabunda, Cladophoropsis macromeres, Codium decorticatum, Dictyota menstrualis, Digenea simplex, Ectocarpus elachistaeformis y Ectocarpus rhodochortonoides*, entre otras.

IV.2.2.2 Fauna

Derivado de la compleja topografía, los estados de Veracruz y Tamaulipas cuentan con una amplia variedad de hábitats, los cuales son distribuidos con base a elementos como son el clima, tipo de suelo y humedad.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

El Estado de Tamaulipas ocupa el décimo quinto lugar en México en cuanto a número de especies de fauna, y el décimo segundo en cuanto a especies endémicas. Entre los grupos que destacan están la fauna ictiológica (peces) compuesta por las de agua dulce y marina con un total de 411 especies. En el caso de los reptiles (herpetofauna), ésta está conformada por 163 especies; los

anfibios (aquellos que pasan tiempo en el agua y en la tierra) están representados por 38; las aves con 378 y los mamíferos con 147 especies (IMEPLAN, 2019).

La Tabla IV-47 muestra el resumen de registros obtenidos del portal de Enciclovida (CONABIO, 2019). En esta lista se muestra el número de individuos (abundancia) de fauna por grupo taxonómico (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces) y la cantidad de especies que presenta en cada municipio que compone el SAR.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Tabla IV-47. Cantidad de especies por cada municipio dentro del SAR

Estado	Municipios	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
Tamaulipas	Aldama	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.					
	Ciudad Madero						
	Soto la Marina						
	Altamira						
	Tampico						
Veracruz de Ignacio de la Llave	Álamo Temapache						
	Cazones de Herrera						
	Chinampa de Gorostiza						
	Chontla						
	Citlaltépetl						
	Gutiérrez Zamora						
	Naranjos Amatlán						
	Ozuluama de Mascareñas						
	Pánuco						
	Papantla						
	Pueblo Viejo						
	Tamalín						
	Tamiahua						
	Tampico Alto						
	Tancoco						
	Tantima						
	Tantoyuca						
	Tecolutla						
	Tempoal						
	Tihuatlán						
	Tuxpan						
Total							

F

De acuerdo con la Figura IV-73, donde se observa la distribución de la abundancia de individuos reportado en los municipios que componen el SAR por grupo taxonómico, los municipios que cuentan

con un mayor número de registros en el estado de Tamaulipas son Soto la Marina y Altamira. Mientras que el estado de Veracruz, son Tuxpan, Tecolutla y Tamiahua.

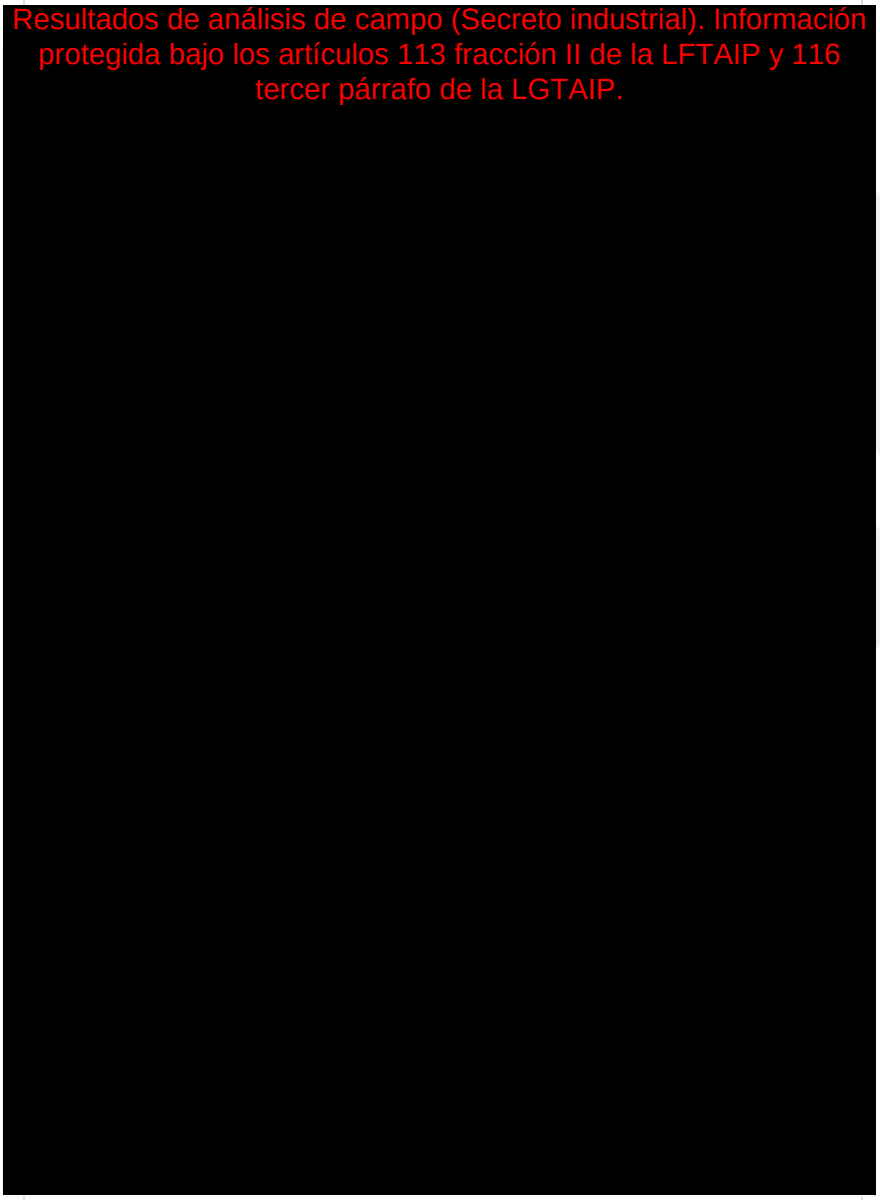


Figura IV-73. Riqueza de especies por grupos taxonómico a nivel municipal y estatal dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La riqueza de especies, por otro lado, contempla el número de especies diferentes con base al total de individuos. En este sentido, la riqueza dentro del SAR es de 1,221 especies diferentes, de las cuales 89 son endémicas (Tabla IV-48).

Tabla IV-48. Riqueza de especies por grupos taxonómico y categorización dentro de la NOM-059 en el SAR

Grupo	No. de especies	Endémica	Amenazada	En peligro de extinción	Sujeta a protección especial
Mamíferos	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				
Aves					
Reptiles					
Anfibios					
Peces					
Total					

Fuente: TEMA (2020)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Figura IV-74. Riqueza de especies por agrupaciones y endémicas, dentro de la NOM-059

Fuente: TEMA (2020)

En el Anexo 2 del Capítulo IV, se presenta el listado de riqueza de especies de fauna obtenido del Portal de Enciclovida (CONABIO, 2019).

IV.2.2.2.1 Descripción de la Fauna dentro del SAR

A continuación, se hace una breve descripción con base a los grupos faunísticos de cada municipio. La información contempla la abundancia de especies para cada municipio.

IV.2.2.2.2 Fauna Terrestre

Mamíferos

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

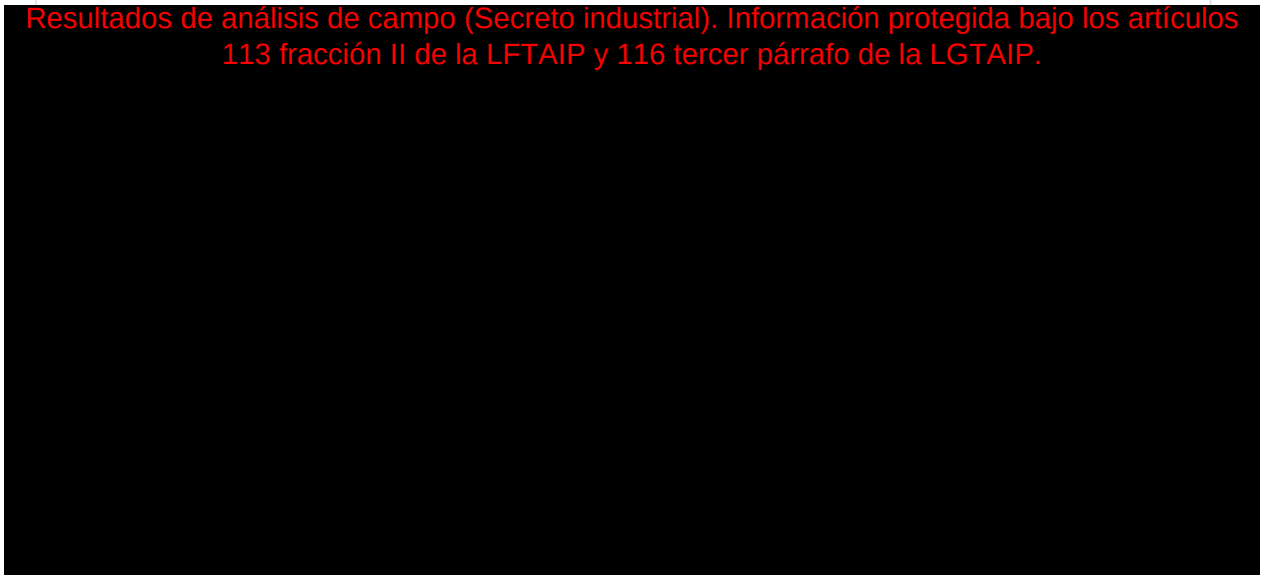


Figura IV-75. Distribución de especies de mamíferos enlistados dentro de la NOM-059 por municipio.

Fuente: TEMA (2020)

La distribución de los individuos y especies endémicas de mamíferos se observa en la Figura IV-76.. El estado de Tamaulipas presenta una mayor cantidad de individuos, siendo el municipio de Soto la Marina el que cuenta con un mayor número. En cuanto a las especies endémicas, los municipios que presentan más registros son: Tuxpan, Tempoal y Tamiahua en el estado de Veracruz, y Altamira, Soto la Marina y Tampico, en el estado de Tamaulipas.

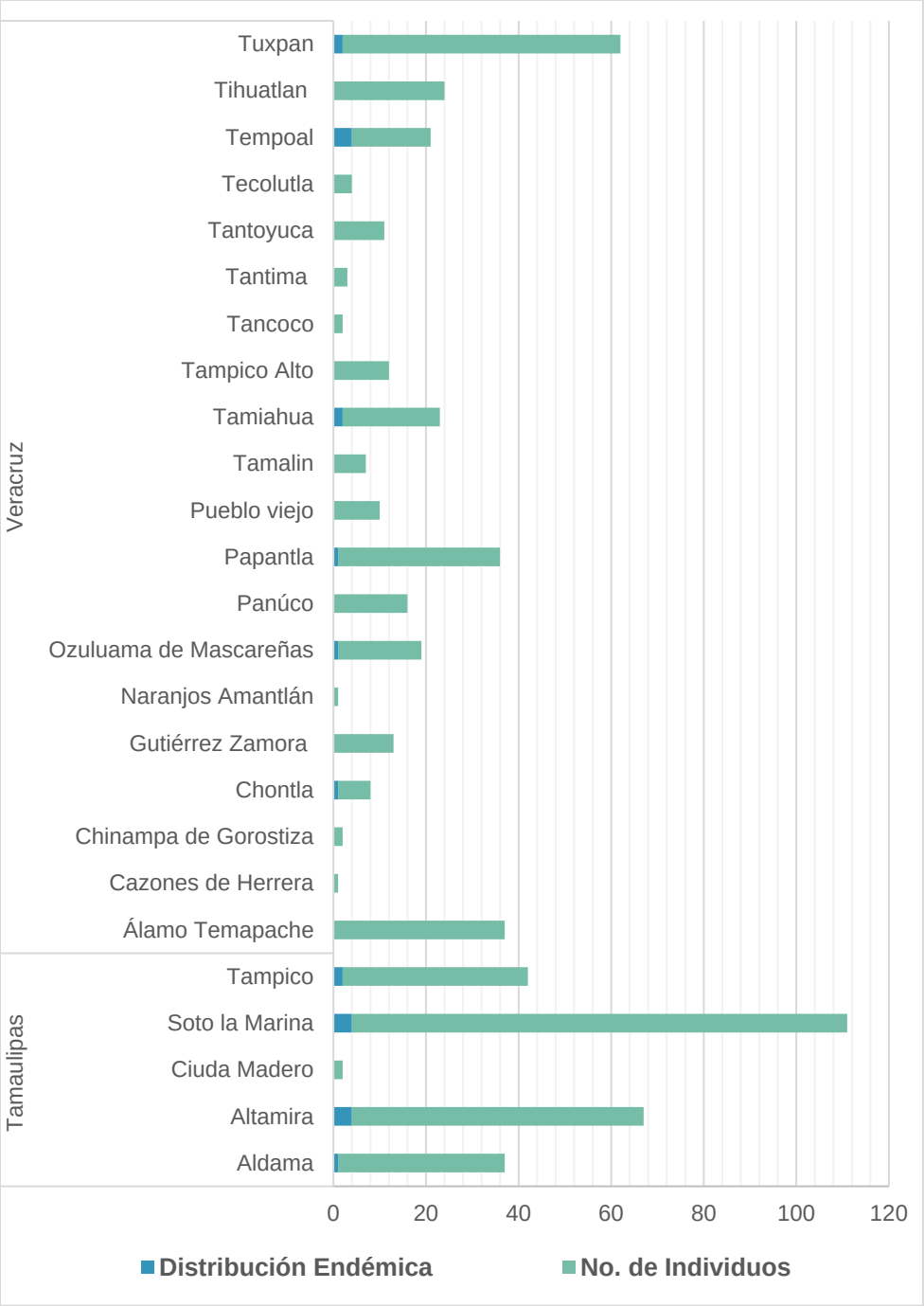


Figura IV-76. Número de Individuos y especies endémicas de mamíferos dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Aves

Representa el grupo taxonómico con mayor abundancia, reportando 3, 905 especies de aves dentro del SAR.

En la Figura IV-77 se muestran los municipios y el porcentaje representado por cada categoría de la NOM-059. El 59% de las aves se encuentra sujeta a protección especial, el 25% está amenazada y el 16% en peligro de extinción.

Los municipios con mayor abundancia de aves y que están bajo la categoría de protección especial son: Tecolutla, Tuxpan, Tamiahua, Papantla, Pánuco, Gutiérrez Zamora y Ozuluama de Mascareñas para el estado de Veracruz, mientras que en el estado de Tamaulipas es Soto la Marina. Para el caso de los individuos bajo la clasificación de peligro de extinción, los municipios con mayor cantidad son: Tuxpan, Tecolutla, Soto la Marina y Altamira. Por último, la clasificación de especies amenazadas es mayor en comparación a la anterior clasificación, bajo esta tipificación la mayor distribución se encuentra en los municipios de Tecolutla, Soto la Marina, Ciudad Madero, Altamira, Gutiérrez Zamora, Papantla y Tuxpan (Figura IV-77).

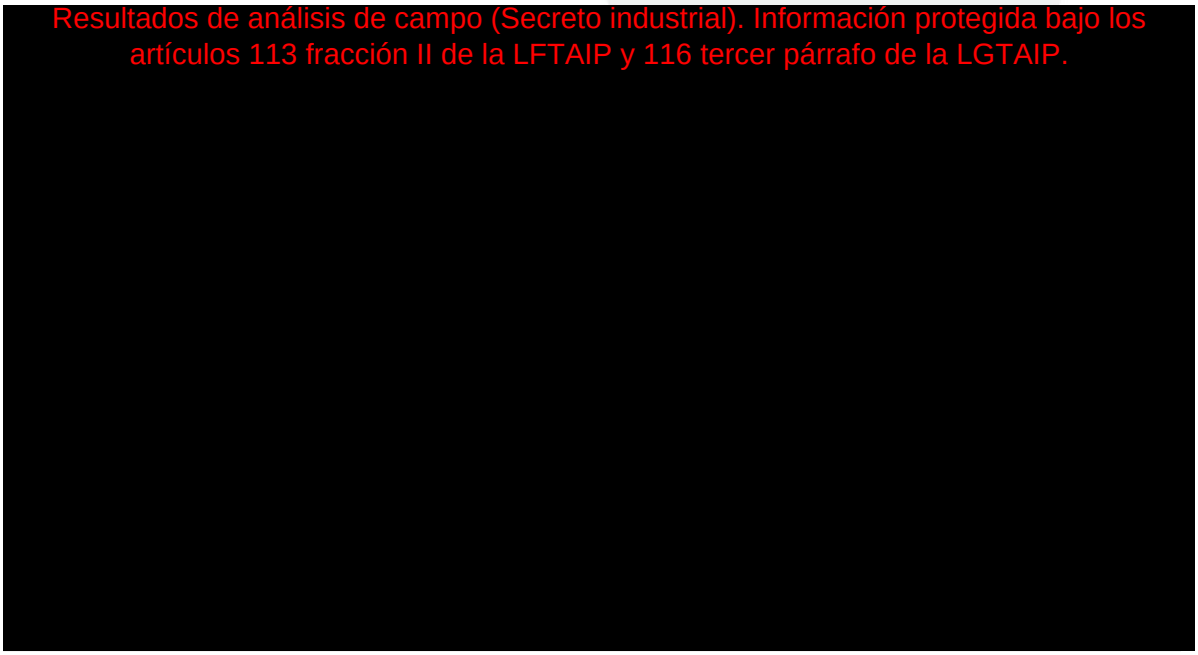


Figura IV-77. Distribución de especies de aves enlistados dentro de la NOM-059 por municipio.

Fuente: TEMA (2020)

En cuanto a la distribución de individuos y especies endémicas de aves, los municipios con mayor registro son Soto la Marina, Tecolutla y Tuxpan (Figura IV-78).

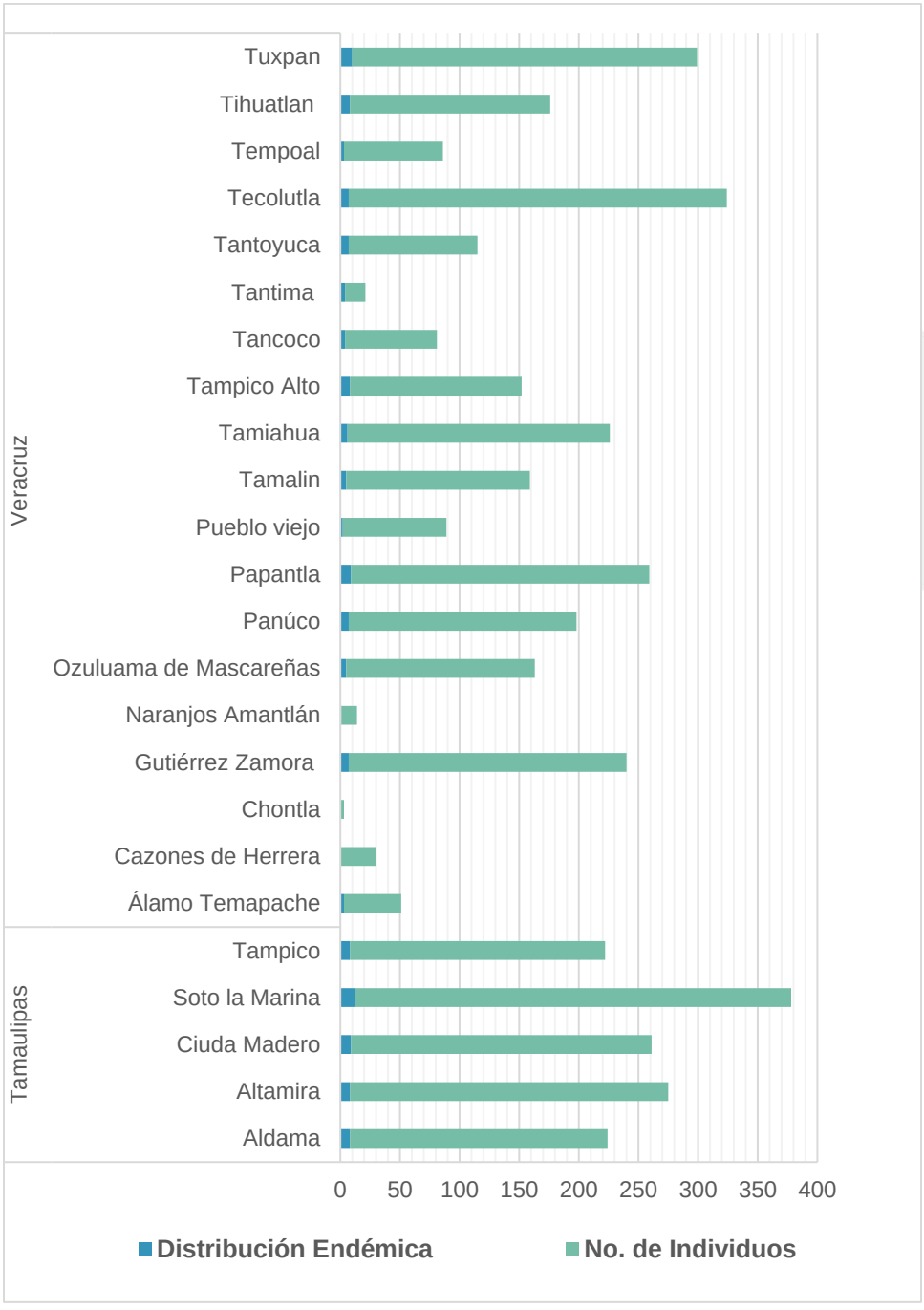


Figura IV-78. Distribución de individuos y especies endémicas de aves dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Reptiles

De acuerdo con la clasificación de la NOM-059, un 60% de los reptiles registrados dentro del SAR se encuentran bajo la categoría de protección especial, 34% están amenazadas y 6% en peligro de extinción.

La Figura IV-79 presenta la distribución de la tipificación de esta norma en los municipios que forman al SAR, siendo Aldama, Soto la Marina y Tecolutla los municipios más destacables en las tres categorías, específicamente a las que están sujetas a protección especial. En cuanto a las especies amenazadas aparece nuevamente el municipio de Aldama, Altamira, Soto la Marina y Tuxpan. Y el del 6% de especies en peligro de extinción se distribuyen en Soto la Marina, Aldama y Tecolutla.

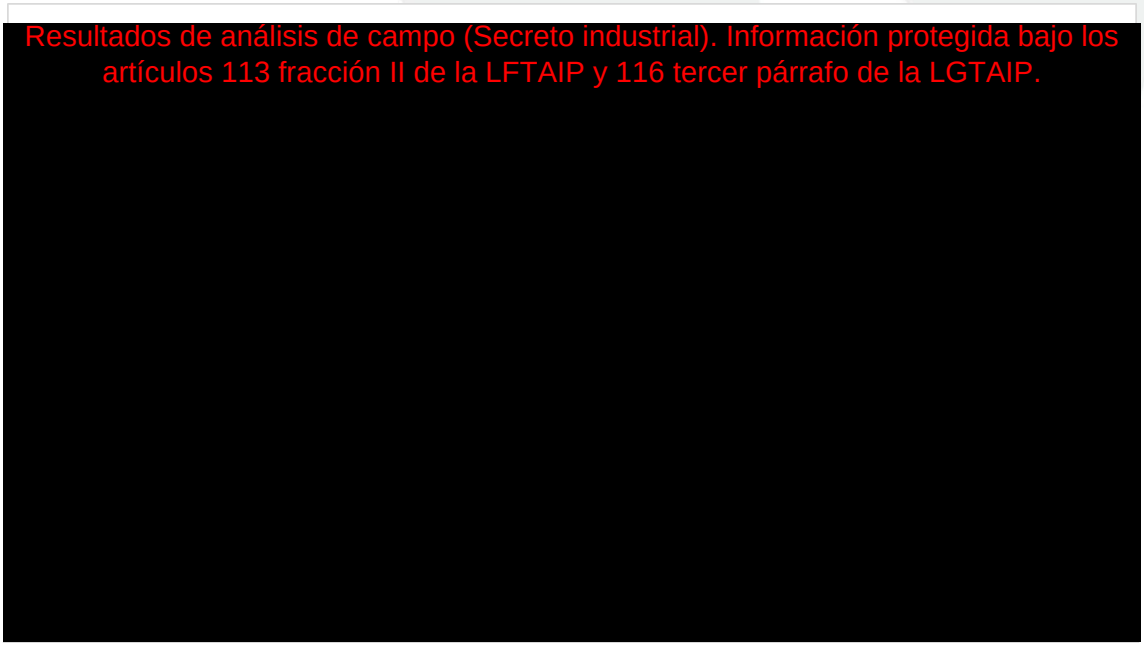


Figura IV-79. Distribución de especies de reptiles enlistados dentro de la NOM-059 por municipio.

Fuente: TEMA (2020)

La distribución del número de individuos y especies endémicas de reptiles se presenta en la Figura IV-80. Los municipios que presentan un mayor de especies endémicas son Soto la Marina, Aldama y Tuxpan.

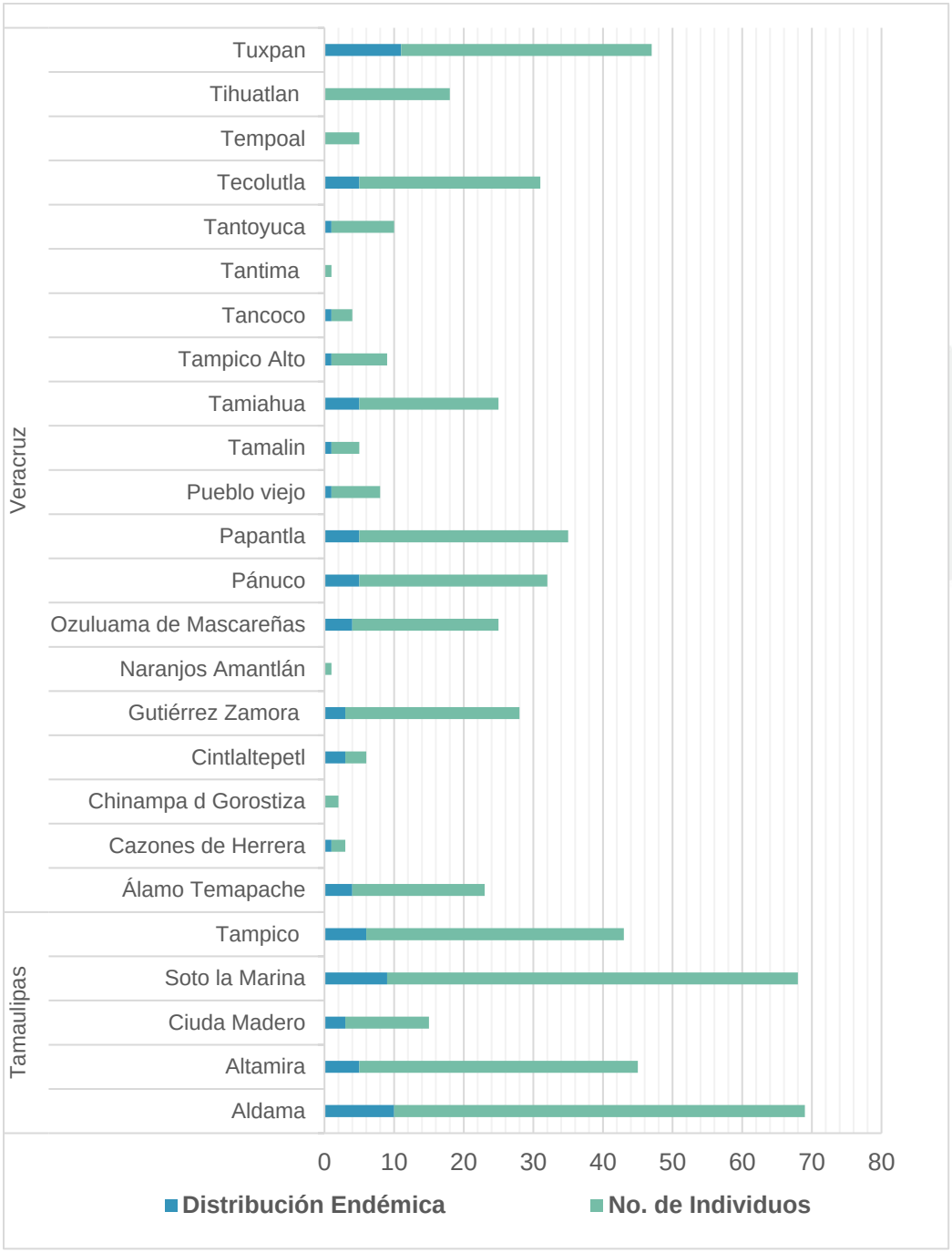


Figura IV-80. Distribución de individuos y especies endémicas de reptiles dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Anfibios

Respecto al grupo taxonómico de anfibios, la Figura IV-81 presenta el porcentaje de anfibios que se encuentran dentro de alguna categoría de la NOM-059. El 83% de las especies dentro de esta norma están sujetas a protección personal, el 11% se encuentran en peligro de extinción y el 6% restante están amenazadas.

Los municipios con mayor distribución de especies sujetas a protección especial, son: Altamira, Soto la Marina, Aldama, Tempoal y Tihuatlán, el resto de la distribución es más homogénea. En cuanto a las especies encontradas bajo las categorías de peligro de extinción y amenazadas, los municipios que cuentas con más especies son: Altamira, Soto la Marina, Tampico Alto, Tantoyuca. En el caso de las especies tipificadas como amenazadas se presentan solamente en Chinampa de Gorostiza y Gutiérrez Zamora.

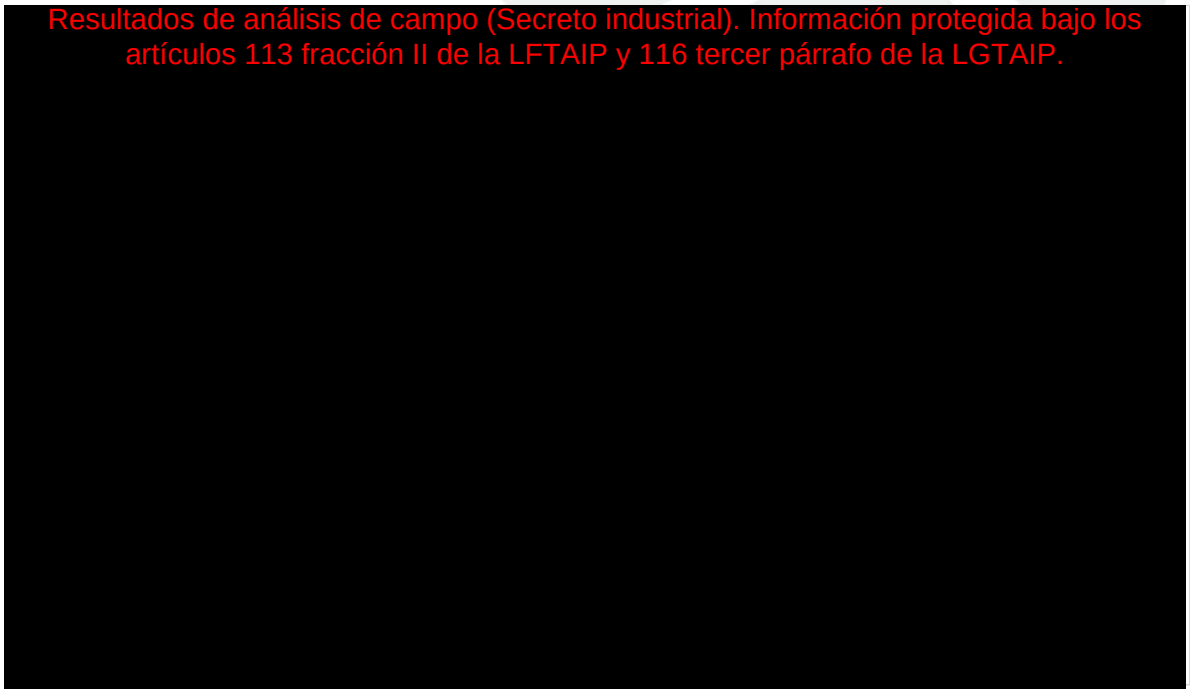


Figura IV-81. Distribución de especies de Anfibios enlistados dentro de la NOM-059 por municipio.

Fuente: TEMA (2020)

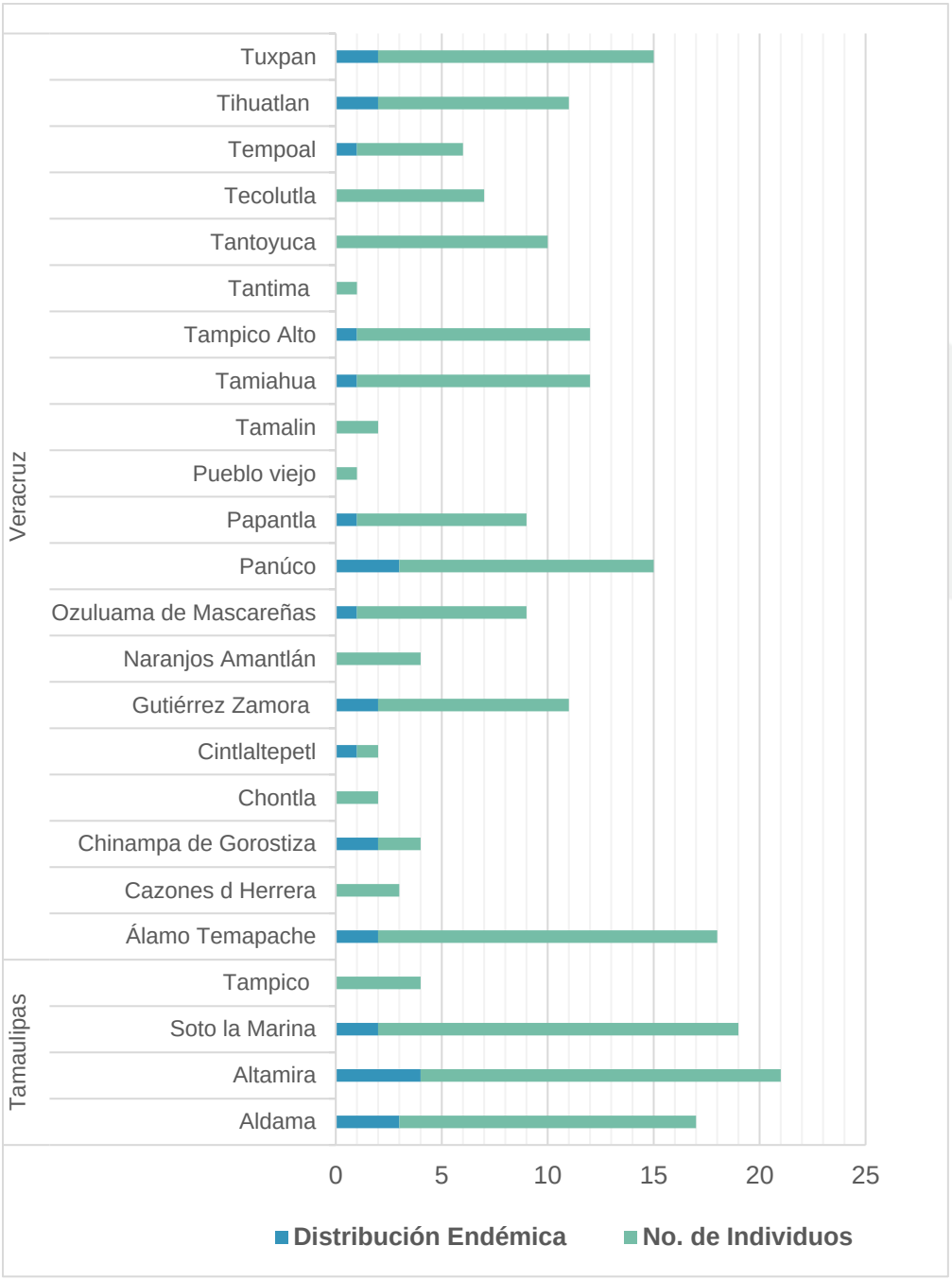


Figura IV-82. Distribución de individuos y especies endémicas de reptiles dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Peces

La Figura IV-83 muestra el porcentaje de individuos que se encuentran incluidos en alguna categoría de la NOM-59. El 55% está sujetos a protección especial, 25% amenazados y 20% en peligro de extinción.

El municipio con mayor cantidad de individuos bajo la categoría de protección especial es Tamiahua. En cuanto a los municipios con especies en peligro de extinción, se encuentran Aldama, Altamira y Tempoal. La mayor cantidad de especies amenazadas se presenta en el municipio de Tantoyuca, Ciudad Madero, Gutiérrez Zamora y Pánuco. Cabe destacar que Altamira es el único municipio que cuenta con individuos de peces en dos categorías de la norma.

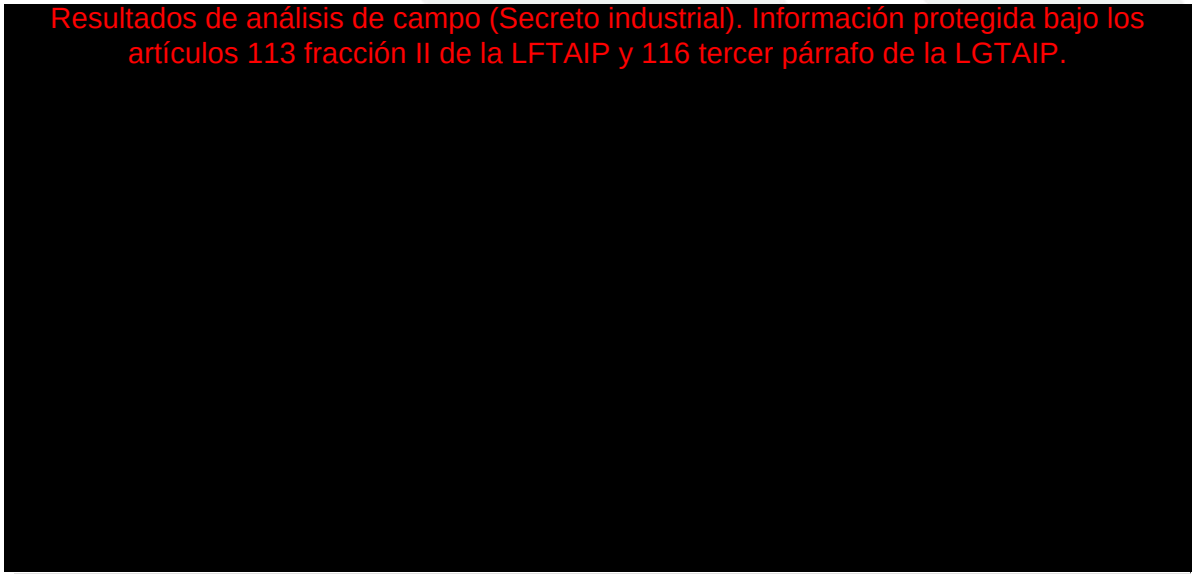


Figura IV-83. Distribución de especies de peces enlistados dentro de la NOM-059 por municipio.

Fuente: TEMA (2020)

En cuanto a la distribución de peces dentro del SAR, se observa una mayor cantidad de especies en los municipios con cuerpos de agua y que están en la costa, tal es el caso de Soto la Marina, Tamiahua y Tuxpan. En cuanto a la distribución de especies endémicas los municipios con mayor cantidad son: Tantoyuca, Tempoal, Ozuluama de mascareñas, Tampico y Aldama.

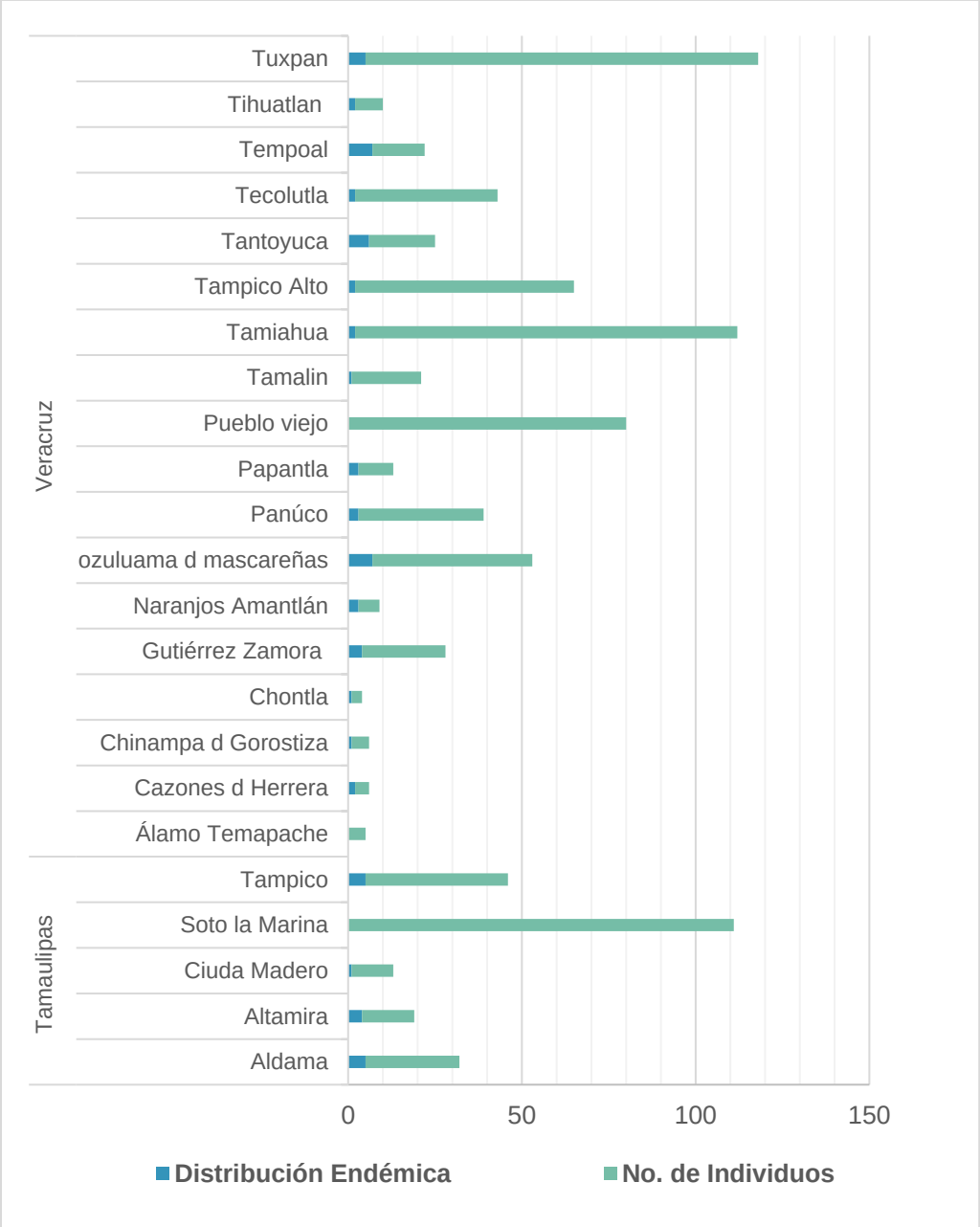


Figura IV-84. Distribución de individuos y especies endémicas de peces dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.2.2.3 Fauna marina

Para la descripción de la Fauna Marina se recabó información referente a los principales grupos taxonómicos identificados en la zona, como son: la comunidad planctónica (fitoplancton, zooplancton e Ictioplancton), comunidad bentónica, y la macrofauna. Con base a ello, se utilizaron los resultados obtenidos del reporte complementario del Estudio detallado de Línea Base Ambiental (LBA) y registro de Daños Ambientales y Daños Preexistentes en el Área Contractual 12, Cordilleras Mexicanas, Golfo de México, Ronda 2 Licitación 4 (PETRONAS, 2019).

Asimismo, debido a que en el SAR se presenta el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, se recabaron estudios enfocados a la descripción de especies referentes al sistema arrecifal coralino. Dicha información se presenta al final de este apartado.

A continuación, se presenta el diseño del muestreo desarrollado en 2019 para el estudio LBA.

IV.2.2.2.3.1 Comunidad Plantónica, Bentónica y Macrofauna

Diseño de muestreo

El diseño del muestreo de la LBA (PETRONAS, 2019) siguió las directrices emitidas por la ASEA a través de la Guía para la LBA. De conformidad con los términos de referencia, en las estaciones completas e incompletas se tomaron muestras para la caracterización plancton y bentos y macrofauna (Tabla IV-49).

La ubicación de las estaciones de muestreo para las comunidades biológicas llevadas a cabo en las estaciones completas y complementarias se muestra en Tabla IV-27 y Figura IV-51 de la sección IV.2.1.12. La metodología en extenso para la adquisición de muestras y características de los equipos puede encontrarse en el Reporte Preliminar de la LBA presentada a la ASEA.

Tabla IV-49. Actividades llevadas a cabo en las estaciones de muestreo.

Tipo de Estación	Actividad
Completa	▪ Muestra de Box Corer (sedimentos marinos, Macrobentos y Meiobentos). ▪ Muestra de agua (calidad del agua marina). ▪ Muestreo de plancton (Fitoplancton, zooplancton e ictioplancton). ▪ Observación de mamíferos marinos, aves y tortugas marinas (durante los turnos diurnos). ▪ Adquisición de imágenes digitales del fondo marino.
Complementaria	▪ Muestra de Box Corer (sedimentos marinos, Macrobentos y Meiobentos). ▪ Observación de mamíferos marinos, aves y tortugas marinas (durante los turnos diurnos).

Tipo de Estación	Actividad
	▪ Adquisición de imágenes digitales del fondo marino.

Fuente: PETRONAS (2019)

Metodología general para las comunidades biológicas

Índices de diversidad

Riqueza (S')

Es el número total de especies, cuando no se puede identificar hasta especie se emplea el número de grupos de organismos y/o géneros registrados en cada estación, empleando de esta forma la riqueza con respecto a morfotipos o morfoespecies (Begon *et al*., 1999).

Diversidad (H')

El Índice de Shannon y Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Este índice estima el grado promedio de incertidumbre en predecir qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001). Cuando H' = 0, la muestra posee una sola una especie, mientras que el valor de H' incrementa cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias equitativa, este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, este índice puede tener valores desde 0 y no tiene un límite superior. Valores altos de H' ocurren en ecosistemas altamente productivos, un valor que podría encontrarse comúnmente en un ecosistema diverso tiene valores cercanos a 2.5. La unidad de información o bits, del índice de Shannon y Wiener es la información de la realización de un acontecimiento que tiene una probabilidad promedio de ocurrir (Frontier, 1981).

$$H' = -\sum pi \log_2 pi$$

Donde:

H' = Índice de diversidad (Bits/individuo).

Pi = Proporción de las especies i.

Log2 = Logaritmo de base 2.

Equidad (J)

La equidad o grado de uniformidad en la repartición de la abundancia o frecuencia de los individuos entre las especies fue calculado con el índice de Pielou (Moreno, 2001). Éste índice estima la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988)

$$J = \frac{H'}{H'max}$$

Donde:

J = Equidad de Pielou.

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

H'max = Log_2S.

Dominancia (ʎ)

Este índice evalúa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Toma en cuenta la representatividad con mayor valor de importancia (Moreno, 2001). El valor máximo de 1 ocurre cuando existe solo una especie en la muestra. Los valores que se aproximan a 0 se obtienen cuando existen numerosas especies en la muestra, pero ninguna es dominante.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{s} ni\ (ni-1)}{N(N-1)}$$

Dónde:

ʎ = Índice de dominancia.

S = Número total de especies.

N = Número total de organismos presentes.

n = Número de ejemplares por especie.

Clasificación jerárquica mediante la prueba de Olmstead-Tukey

La abundancia y frecuencia de los taxa analizados fueron tratados como valores relativos (%) para determinar la clasificación jerárquica de éstas. Se realizó la prueba Olmstead-Tukey (Figura IV-85),

modificada por (González-Acosta *et al*., 2005), tomando en cuenta los criterios que se presentan a continuación:

1) Dominante: aquella con abundancia y frecuencia relativa superior al valor promedio

2) Constante: aquella cuya abundancia relativa es menor al promedio, pero la frecuencia relativa es superior al promedio calculado

3) Ocasional: aquella con abundancia relativa mayor al promedio, pero con frecuencia relativa menor

4) Rara: aquella con abundancia y frecuencia relativa menor al promedio de ambos parámetros

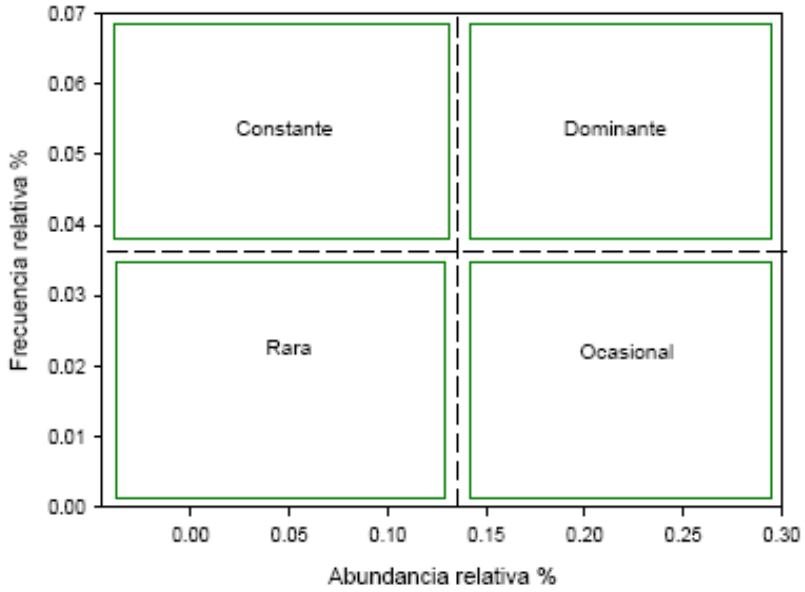


Figura IV-85. Esquema teórico de la prueba Olmstead-Tukey modificada por González-Acosta *et al*. (2005). Las líneas que definen los cuadrantes representan el promedio de la abundancia y frecuencia relativa

Fuente: PETRONAS (2019)

Índice de similitud de Bray-Curtis

La determinación de las asociaciones entre las especies del fitoplancton se hizo mediante un análisis de ordenación de Bray-Curtis en el software PC-ORD 4.25 para Windows® definida por las abundancias totales de cada especie. Para esto, se estructuró una matriz biológica con las abundancias de las especies para cada bloque, para lo cual se realizó una depuración de especies para representar a las especies más importantes en el área de estudio por lo que se quitaron las especies que caían en la categoría de raras según el diagrama de Olmstead-Tukey.

Metodología especifica

Comunidad planctónica

- ***Fitoplancton***

Las muestras biológicas fueron revisadas por medio de microscopía óptica, empleando un microscopio fotónico para su identificación taxonómica y un microscopio invertido para determinar su abundancia Figura IV-86



Figura IV-86. Análisis de muestras de fitoplancton.

Nota: De izquierda a derecha: Columnas de Sedimentación de Utermöhl; Microscopio invertido con cámaras de sedimentación de Utermöhl para método cuantitativo; Procesamiento de muestras cualitativas (identificación taxonómica) en Microscopio óptico

Fuente: PETRONAS (2019)

Identificación taxonómica

Se realizaron preparaciones vertiendo una gota en un portaobjetos, seguido de un cubreobjetos, para examinarse a través de microscopía fotónica, empleando los objetivos de 10X, 40X y 100X, para observar a detalle los caracteres morfológicos que permitieran, a través de literatura especializada, la identificación de los organismos. Para este fin se usaron como máximo cinco alícuotas por preparación.

Cuantificación de los organismos

El cálculo de la abundancia poblacional para el microfitoplancton se realizó a través del cálculo directo del área total de la camarada revisada en 50 ml, posteriormente se extrapoló a 1,000 ml. Debido a que la abundancia poblacional del nano fitoplancton fue alta, se aplicó un tratamiento diferente a través de la siguiente fórmula:

$$Abundancia\ (org * ml^{-1}) = Sc * Nnt * vc$$

Dónde:

Sc = superficie de la cámara = 471.43 mm^2

N = número de organismos contados

nt = número de transectos

vc = volumen de la cámara = 50 ml

ancho del transecto en 40X =

1 transecto= 6.1427

2 transectos= 12.2854

3 transectos= 18.4200

4 transectos= 24.5700



Figura IV-87. Montaje en cámaras de Utermöhl (izquierda) y montaje final para la cuantificación de la muestra (derecha)

Fuente: PETRONAS (2019)

Por otra parte, se calculó la frecuencia de aparición de especies la cual se basa en el número de veces que se registró cada especie en todas las estaciones de muestreo; la frecuencia relativa se obtuvo dividiendo el número de veces que se observó cada especie entre la suma del total de todas las frecuencias; estos valores se estimaron para cada una de las especies observadas. Las frecuencias relativas se expresaron como porcentaje para obtener una clasificación de dominancia de las especies por jerarquías mediante la prueba Olmstead-Tukey y el nivel de separación de cada categoría está dada por una línea trazada obtenida por el promedio teórico de la abundancia relativa y la frecuencia relativa (Sokal y Rohlf, 198; González-Acosta *et al*., 2005), que establece los siguientes criterios:

a) Especie dominante: es aquella cuya abundancia y frecuencia relativa es superior al promedio calculado para cada variable.

b) Especie constante: es aquella cuya abundancia relativa es inferior a su promedio, pero la frecuencia relativa es superior al promedio de ésta misma.

c) Especie ocasional: es aquella con abundancia relativa superior al promedio, pero con frecuencia relativa inferior a su promedio.

d) Especie rara: es aquella cuya abundancia y frecuencia relativas son menores que los promedios de ambos parámetros.

- ***Zooplancton***

Biomasa

En el laboratorio se estimó la biomasa de las muestras zooplanctónicas mediante la técnica de peso húmedo; esta técnica se basó en la extracción del exceso del fijador (formalina al 4%), el pesado de la biomasa resultante con una báscula electrónica, y la transformación de los resultados a gramos por 100 m3 de agua filtrada. Las muestras fueron conservadas en alcohol al 70%.

Se hicieron alícuotas de 1,000 ml a 250 ml, esto con la finalidad de obtener una muestra de menor volumen, pero igualmente representativa de la comunidad zooplanctónica. Las muestras fraccionadas de 250 ml que aun contenían una alta biomasa se fraccionaron a 125 ml para su respectivo análisis Figura IV-88.

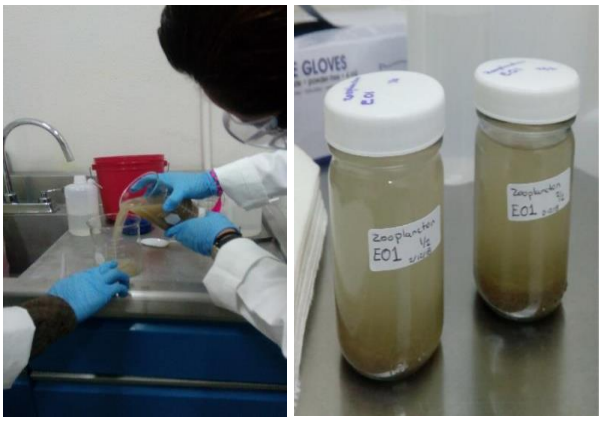


Figura IV-88. Proceso de fraccionado de las muestras (izquierda) y obtención de muestra fraccionada (derecha).

Fuente: PETRONAS (2019)

Identificación taxonómica

La identificación de los grupos taxonómicos del zooplancton se realizó empleando las guías de identificación Smith. Los grupos separados se identificaron hasta llegar al nivel taxonómico posible. Se emplearon los índices de Shannon-Wiener (H'), equidad de Pielou (J') y dominancia de Simpson (ʎ), descritos en la sección 0. Para esta sección, los índices fueron calculados empleando el software Primer 6.



Figura IV-89. Proceso de identificación y separación del zooplancton

Fuente: PETRONAS (2019)

- ***Ictioplancton***

Se hizo el trasvasado de las muestras de zooplancton de formol a alcohol al 70%, se midió la biomasa del zooplancton por peso húmedo y se obtuvieron alícuotas para el trabajo de zooplancton.

Las larvas de peces fueron removidas en su totalidad de las muestras obtenidas de la red CalCOFI (malla 333 µm), también se revisaron alícuotas para evitar la posibilidad de que alguna especie fuera a quedarse en la fracción no revisada.

Identificación taxonómica

Las larvas fueron identificadas basándose en patrones de pigmentación, características morfométricas y merísticas (Figura IV-90) Ya obtenida en su totalidad la identificación de las larvas de peces se realizó una tabla con la clasificación taxonómica de las mismas.



Figura IV-90. Trabajo de laboratorio. De izquierda a derecha: Material para separación de larvas de peces. Proceso de identificación de larvas de peces. Ictioplancton

Fuente: PETRONAS (2019)

Cuantificación de los organismos

A partir de los organismos de ictioplancton obtenidos, se realizó una base de datos en Excel y se obtuvo la densidad de organismos por 100 m^3 de agua marina filtrada con la siguiente fórmula:

$$No.larvas\ 100\ m^3 = \frac{No.de\ larvas}{Vol.de\ agua\ filtrada}(100)$$

Comunidad Bentónica

Se evaluó el estado de las comunidades de bentos a partir de muestreos en 20 estaciones, con un total de 40 muestras (20 para meiobentos y 20 para macrobentos).

Las muestras se lavaron en agua corriente para eliminar el fijador, utilizando tamices en tándem de 1 mm y 500 µm para macro y 300 y 60 µm para meiobentos dentro de una bandeja; posteriormente se preservaron en alcohol al 70% (Figura IV-91).



Figura IV-91. Trabajo de laboratorio. Extracción del fijador y preservado de muestras en alcohol al 70%.

Las muestras fueron observadas con un microscopio estereoscópico marca Velab® modelo VE-S5, y en algunos casos se utilizó el microscopio óptico marca Velab® modelo VE-T2. Los organismos se separaron en grandes grupos taxonómicos (Foraminifera, Mollusca, Polychaeta, Crustacea, Equinodermata, etc) y posteriormente se identificaron a nivel familia empleando literatura especializada. El estatus taxonómico se corroboró en la base de datos WORMS (World Register of Marine Species, http://www.marinespecies.org). Una vez realizada la identificación, se cuantificaron los individuos por taxón con un contador manual, para obtener datos de abundancia (N) con la cual se obtuvieron los valores de densidad a ind/m^2. Finalmente se fotografiaron los especímenes representativos de cada grupo con una cámara digital para microscopio modelo VE-LX1000.

Índices de diversidad

Se emplearon los índices de Shannon-Wiener (H'), equidad de Pielou (J') y dominancia de Simpson (ʎ), descritos en la sección 0. También se realizó una clasificación jerárquica mediante la prueba de Olmstead-Tukey y el índice de similitud de Bray-Curtis, utilizando el programa PRIMER V6.

Macrofauna

Durante el periodo de observación de fauna del Área Contractual 12, el tiempo de avistamiento efectivo fue de un total de 71 horas y 10 minutos. Durante las horas en las que se realizó el monitoreo de especies protegidas las condiciones meteorológicas fueron favorables. La visibilidad fue mayor a los cinco kilómetros y sin precipitación la mayoría de los días que incluye este reporte. La escala Beaufort osciló entre uno y cinco promediando cuatro. El oleaje se mantuvo entre los dos y los cuatro metros. El resplandor del agua en su mayoría fue ligero y la nubosidad se mantuvo alrededor del 60 por ciento durante el periodo. La velocidad del viento osciló entre los seis y los 20 nudos promediando 17 nudos durante el periodo.

Ningún cadáver de especies protegidas o animales heridos fueron observados durante este periodo.

Resultados de muestreo

Comunidad planctónica

- ***Fitoplancton***

Estructura de la comunidad

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

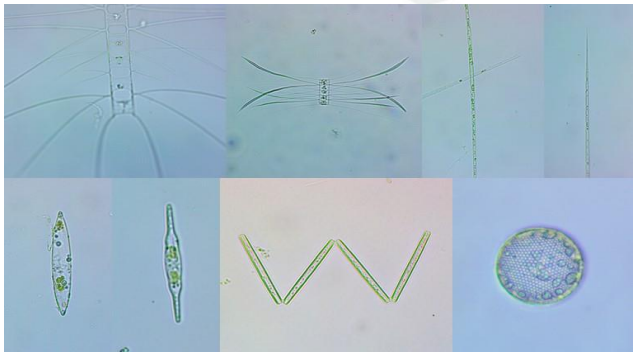


Figura IV-92. Especies de diatomeas por encima del 25 % de aparición.

Primera fila: Chaetoceros decipiens, C. diversus, Haslea wawrikae y Nitzschia longissima. Segunda fila: Nitzschia sp1, Nitzschia sp2, Thalassiosira sp1 y Thalassionema nitzschioides

Fuente: PETRONAS (2019)

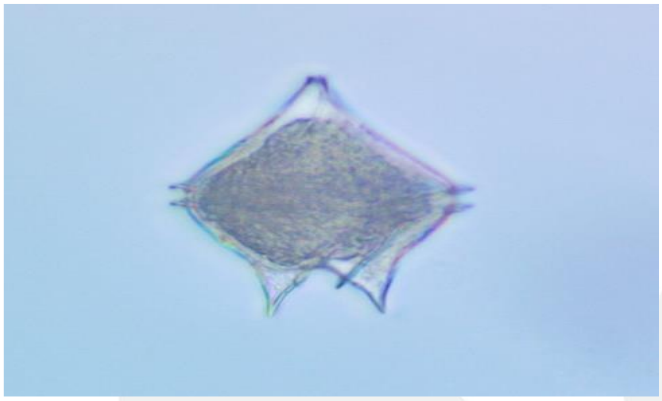


Figura IV-93. Especie de dinoflagelado por encima del 25 % de aparición. *Protoperidinium* sp1

Fuente: PETRONAS (2019)

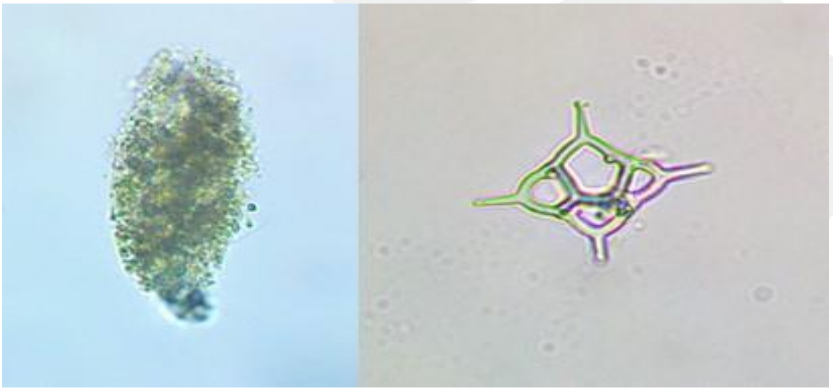


Figura IV-94. Especies del grupo "otros" por encima del 25 % de aparición.

De izquierda a derecha; Eutreptiella eupharyngea (euglenofita) y Dictyocha fibula (silicoflagelado)

Fuente: PETRONAS (2019)

Las diatomeas y los dinoflagelados son considerados en aguas mexicanas como los mayores representantes del fitoplancton marino debido a que son los grupos más diversos (Hernández-Becerril, 2014). En este estudio los resultados siguen un patrón en cuanto al orden de importancia de los principales grupos taxonómicos; sin embargo, la dominancia de dinoflagelados sugiere una pronta renovación de la comunidad fitoplanctónica como consecuencia de algún proceso oceanográfico (estratificación en la masa de agua). Al respecto Margalef (1978) señaló que los organismos como los cocolitofóridos y los dinoflagelados suelen predominar en la comunidad bajo condiciones de baja turbulencia, poca disponibilidad de nutrientes y rápida reproducción; sin embargo, durante los muestreos realizados para el Área Contractual 12 se presentó alta turbulencia

debido a las malas condiciones climáticas de la época de nortes, por lo que se puede asociar más a la baja disponibilidad de nutrientes.

Densidad y riqueza

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Los organismos que predominaron (los dinoflagelados y los nanoflagelados) se caracterizan por presentarse bajo condiciones de baja disponibilidad de nutrientes, este grupo debe su capacidad de proliferación a sus características fisiológicas y morfológicas.

De igual manera, estos organismos presentan patrones de comportamiento migratorios que les permiten desplazarse de los lugares menos iluminados a lugares más iluminados y viceversa, tanto vertical como horizontalmente (Tomas, 1997). De igual manera, los cocolitofóridos durante su fase móvil pueden nadar a razón de 5 a 8 mm/minuto, pero se consideran planctónicos, ya que la

velocidad de las corrientes oceánicas es mayor y además tienen una fase estática. Los cocolitofóridos son heterótrofos facultativos, siendo principalmente autótrofos (fotosíntesis) pero pudiendo consumir partículas orgánicas para su nutrición.

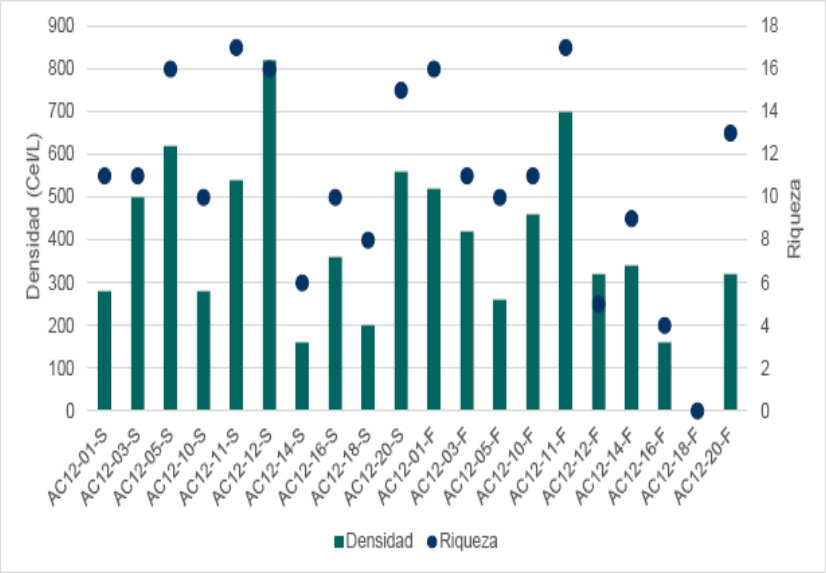


Figura IV-95. Densidad vs riqueza de la comunidad fitoplanctónica encontrada en el Área Contractual 12

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-50. Índices de diversidad para la comunidad fitoplanctónica

Índice	Valor
Diversidad (H', bits/ind)	3.80
Equidad (J')	0.89
Dominancia (ʎ)	0.03
Riqueza	71

Fuente: PETRONAS (2019)

El Área Contractual 12 presentó densidades de fitoplancton bajas, e incluso en una de las estaciones no existieron detecciones; este comportamiento puede obedecer a una serie de fenómenos normales que se presentan tras movimientos de masas de agua por causas meteorológicas, debido a que los muestreos fueron realizados durante la temporada de frentes fríos. Una vez que disminuye la turbulencia por cese de este evento meteorológico, la masa de agua tiende a estabilizarse con la subsecuente renovación en la comunidad fitoplanctónica por disminución en la concentración de

nutrientes. El hecho de que los nanoflagelados dominaron la comunidad sugiere que la disponibilidad de nutrientes posiblemente fue baja.

Posiblemente esta distribución obedezca a la disponibilidad de nutrientes y a la estratificación de la columna de agua. Para el caso de los cocolitofóridos, los resultados obtenidos son comparables con los hallazgos presentados por Hernández-Becerril *et al*. (2000) para el Sur del Golfo de México, en el que se sugiere que la estructura de la comunidad del fitoplancton está relacionada con las condiciones oceanográficas, ya que las mayores abundancias de fitoplancton, dominadas por dos especies de cocolitofóridos, estuvieron asociadas a un frente térmico típico de la temporada de nortes o frentes fríos.

La mayor parte del microfitoplancton estuvo concentrado en las estaciones cercanas a la costa de donde posiblemente provienen los nutrientes que mantuvieron la comunidad, mientras que los nanoflagelados son organismos con diferentes formas de nutrición (mixotrofía), y además la demanda de nutrientes para estos organismos es baja, por ende, suelen proliferar en ambientes oligotróficos (Christakill *et al*.,1999). Dichos organismos fueron el grupo taxonómico con mayores densidades y una distribución mucho más homogénea tanto en el Norte como en el Sur, así como en la superficie como en el fondo, en el Norte en la superficie las estaciones con mayores abundancias fueron AC12-01 y AC12-03, y en el Sur en las estaciones AC12-14, AC12-20 y AC12-18; en tanto que en el fondo hubo mayores densidades en las estaciones AC12-01, AC12-05 y AC12-03 al Norte, en la estación AC12-10 al Este, en la estación AC12-16 al Oeste y en la estación AC12-20 al Sur (MAPA).Sin embargo, esta información es ambigua ya que la presencia de la euglenofita Eutreptiella eupharyngea sugiere un aporte importante de nutrientes, debido a que esta especie suele crecer en aguas con alto contenido de nutrientes o algún proceso eutrófico. Aun así, los datos no son determinantes para atribuirlos a alguna actividad antropogénica.

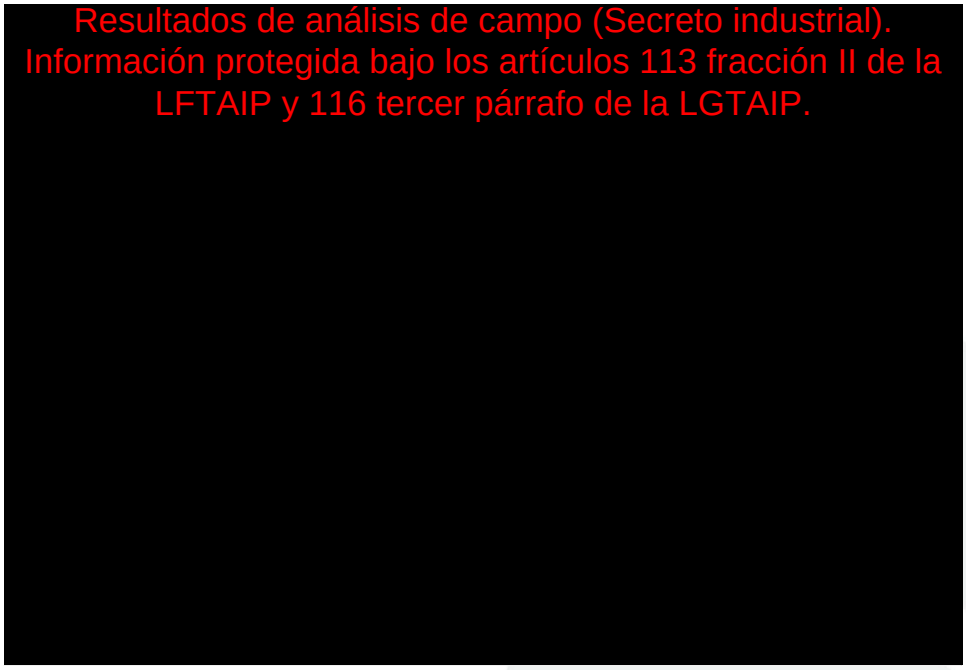


Figura IV-96. Densidad (Céls/L) y riqueza de la comunidad fitoplanctónica en superficie

Fuente: PETRONAS (2019)

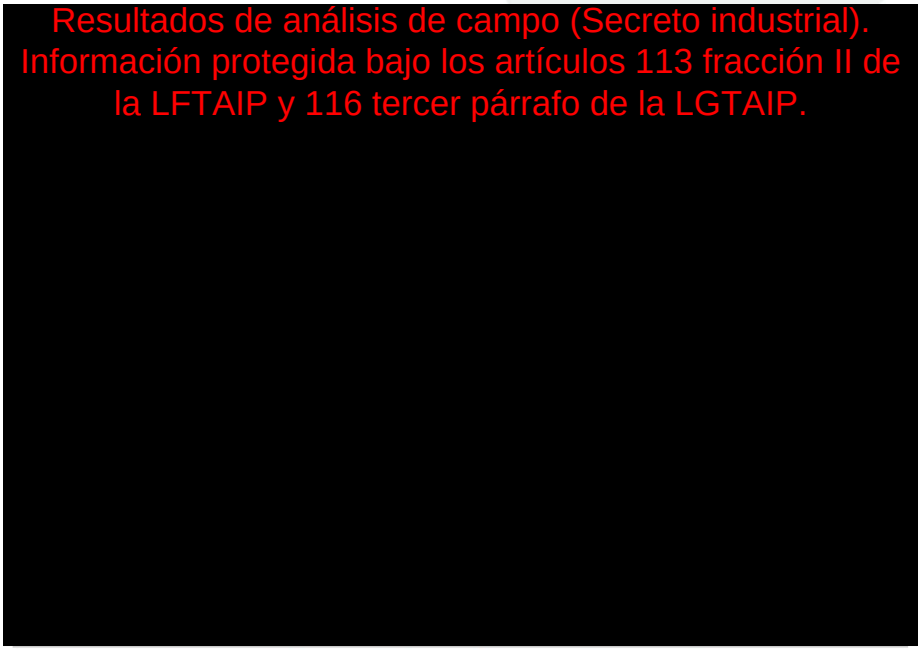


Figura IV-97. Densidad (Céls/L) y riqueza de la comunidad fitoplanctónica a 50 metros (fondo

Fuente: PETRONAS (2019)

En la sucesión estacional de las comunidades fitoplanctónicas, la temperatura es determinante en la predominancia y la biomasa de ciertos grupos algales. Se ha evidenciado claramente que el crecimiento del fitoplancton tiende a disminuir ante incrementos de la temperatura, provocando un desplazamiento de grupos menos adaptados a temperaturas elevadas o estrategias de reducción de tamaño para mantenerse presente a lo largo del año, como las diatomeas. En este sentido, algunas Bacillariophytas disminuyen su tamaño para que así la asimilación de sílice ante bajas concentraciones de este nutriente sea más eficiente.

El nanoplancton ha sido un componente importante dentro de la comunidad fitoplanctónica, este grupo en particular debe su capacidad poblacional a los hábitos heterotróficos que presentan diversos géneros, que con sus acentuados aspectos predatorios sobre la comunidad bacteriana pudieran influenciar en la competencia por nutrientes que existe entre el fitoplancton y las cianobacterias, ya que estas últimas se ven favorecidas en condiciones limitantes de nutrientes por su menor tamaño y una mayor relación área-volumen; que hace más efectiva la tasa de captación de nutrientes. Por lo tanto, el nanoplancton está mejor adaptado a una mayor diversidad de ambientes probablemente por su condición de especies oportunistas, ya que presentan tasas de crecimiento más rápidas y tasas metabólicas mucho más eficientes que las especies más grandes.

Clasificación jerárquica

En lo que respecta al microfitoplancton, se registraron 71 taxa, de los cuales 38 son diatomeas, 28 dinoflagelados, 3 euglenofitas, 1 silicoflagelado y 1 cianofita.

Las especies dominantes fueron las diatomeas *Chaetoceros decipiens, C. diversus, Guinardia striata, Haslea wawrikae, Navicula sp1, Nitzschia longissima, Nitzschia sp1, Nitzschia sp2, Nitzschia sp3, Pseudo-nitzschia pungens, Rhizosolenia setigera f. pungens, Thalassiosira sp1, Thalassionema nitzschioides, Thalassiothrix frauenfeldii; los dinoflagelados Gyrodinium sp1, Oxytoxum scolopax, Protoperidinum sp1, Protoperidinum sp2, Tripos pentagonus; la euglenofita Eutreptiella eupharyngea y el silicoflagelado Dictyocha fibula*. En total estos organismos fueron los componentes mayoritarios del Área Contractual 12, contribuyendo con el 63.43% y 63.94 % de la frecuencia y la abundancia relativa total, y de los cuales las diatomeas constituyeron el componente más importante con el 76.2% de la abundancia relativa total de las especies dominantes en este muestreo (Figura IV-98).

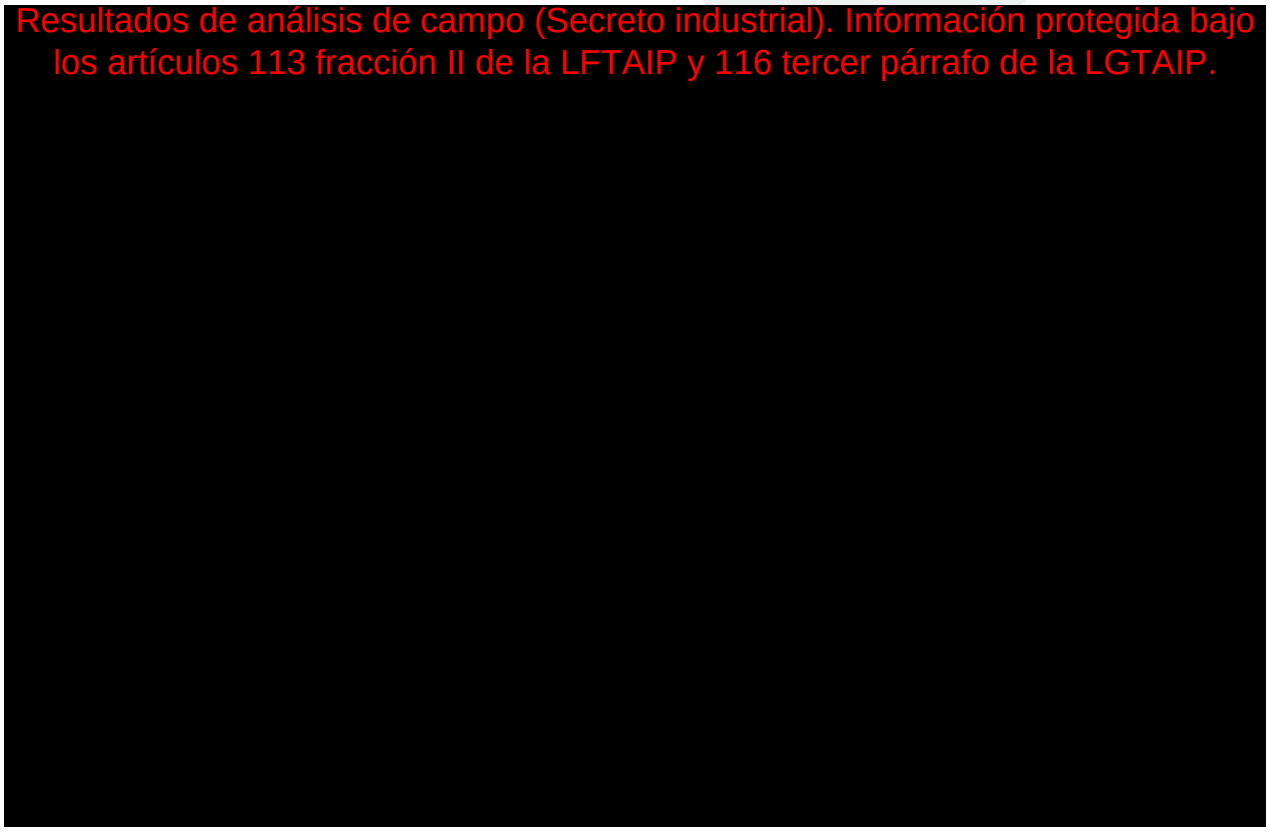
En la categoría de especies raras, se presentaron las diatomeas *Actinoptychus senarius, Cerataulina pelágica, Chaetoceros brevis, C. costatus, C. densus, C. seychellarum, C. tetrastichon, Coscinodiscus sp1, C. wailessi, Cylindrotheca closterium, Hemiaulus membranaceus, Lioloma pacificum, Navicula sp2, Nitzschia sp4, Nitzschia sp5, Pleurosigma sp1, Pleurosigma sp2, Pseudoguinardia recta, Pseudosolenia calcar-avis; los dinoflagelados Alexandrium sp1,*

En la sucesión estacional de las comunidades fitoplanctónicas, la temperatura es determinante en la predominancia y la biomasa de ciertos grupos algales. Se ha evidenciado claramente que el crecimiento del fitoplancton tiende a disminuir ante incrementos de la temperatura, provocando un desplazamiento de grupos menos adaptados a temperaturas elevadas o estrategias de reducción de tamaño para mantenerse presente a lo largo del año, como las diatomeas. En este sentido, algunas Bacillariophytas disminuyen su tamaño para que así la asimilación de sílice ante bajas concentraciones de este nutriente sea más eficiente.

El nanoplancton ha sido un componente importante dentro de la comunidad fitoplanctónica, este grupo en particular debe su capacidad poblacional a los hábitos heterotróficos que presentan diversos géneros, que con sus acentuados aspectos predatorios sobre la comunidad bacteriana pudieran influenciar en la competencia por nutrientes que existe entre el fitoplancton y las cianobacterias, ya que estas últimas se ven favorecidas en condiciones limitantes de nutrientes por su menor tamaño y una mayor relación área-volumen; que hace más efectiva la tasa de captación de nutrientes. Por lo tanto, el nanoplancton está mejor adaptado a una mayor diversidad de ambientes probablemente por su condición de especies oportunistas, ya que presentan tasas de crecimiento más rápidas y tasas metabólicas mucho más eficientes que las especies más grandes.

Clasificación jerárquica

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.



Amphisolenia globifera, Cochlodinium sp1, C. polykrikoides, Corythodinium tesselatum, Goniodoma polyedricum, Gonyaulax sp1, Gyrodinium sp2, Ornithocercus magnificus, Oxytoxum cf. turbo, Oxytoxum sp1, Podolampas palmipes, P. spinifera, Prorocentrum gracile, Scrippsiella trochoidea, Tripos candelabrum, T. extensus, T. lineatus, T. macroceros, T. teres, T. tripos; las euglenofitas Eutreptiella gymnastica, *E. marina* y la cianobacteria: *Trichodesmium erythraeum*. Las especies raras fueron las segundas principales contribuyentes a la frecuencia y abundancia relativas con el 28.70% y 24.04 % respectivamente. En esta categoría los dinoflagelados contribuyen ligeramente con un porcentaje mayor de abundancia respecto a las diatomeas (45.74% contra 42.55 % respectivamente).

En la categoría de especies constantes, se encontraron los dinoflagelados *Gymnodinium sp1* y *Tripos kofoidii*, contribuyendo con el 3.70% y 2.05% de la frecuencia y abundancia relativas.

Las diatomeas *Chaetoceros affinis, C. constrictus, C. lorenzianus* y *Leptocylindrus danicus* entraron en la categoría de ocasionales, con el 3.70% y 9.72% de la frecuencia y abundancia relativas. Las cuatro categorías estuvieron dominadas principalmente por diversos géneros de diatomeas centrales, siendo Chaetoceros el género que se mantuvo presente en todas las categorías, representado por distintas especies en cada clasificación

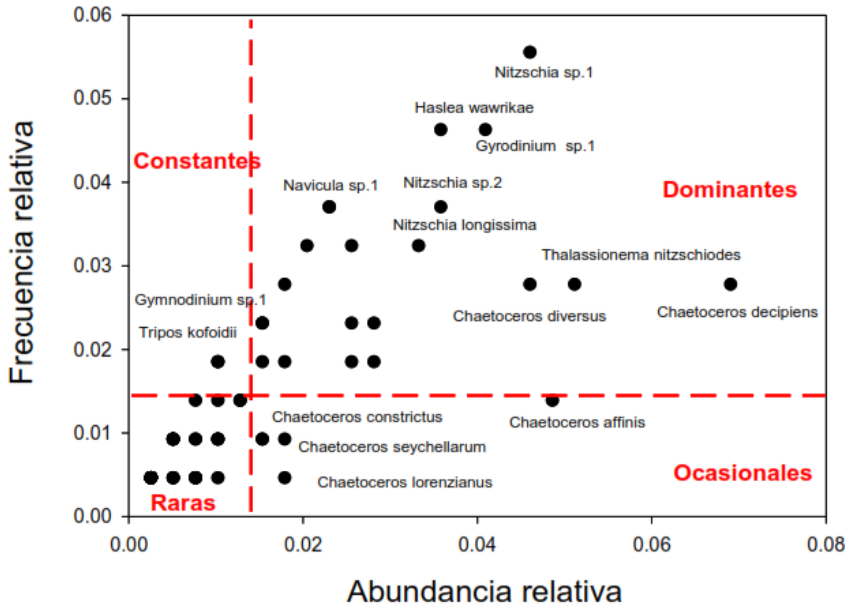


Figura IV-98. Representación esquemática de la prueba Olmstead-Tukey del fitoplancton.

Nota: Las líneas rojas que definen los cuadrantes son los promedios teóricos del porcentaje de la abundancia y frecuencia relativa

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

En la categoría de especies constantes, se encontraron los dinoflagelados *Gymnodinium sp1* y *Tripos kofoidii*, contribuyendo con el 3.70% y 2.05% de la frecuencia y abundancia relativas.

Las diatomeas *Chaetoceros affinis, C. constrictus, C. lorenzianus* y *Leptocylindrus danicus* entraron en la categoría de ocasionales, con el 3.70% y 9.72% de la frecuencia y abundancia relativas. Las cuatro categorías estuvieron dominadas principalmente por diversos géneros de diatomeas centrales, siendo Chaetoceros el género que se mantuvo presente en todas las categorías, representado por distintas especies en cada clasificación

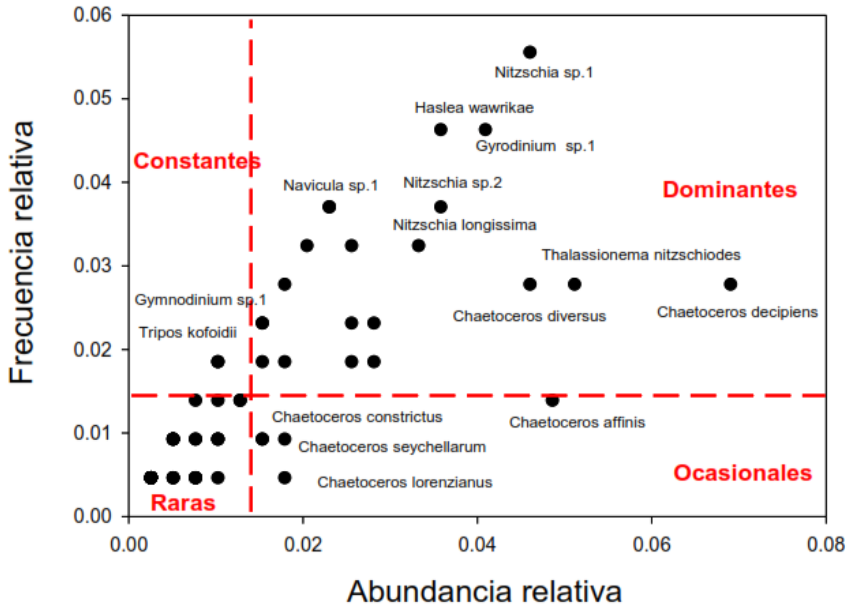


Figura IV-98. Representación esquemática de la prueba Olmstead-Tukey del fitoplancton.

Nota: Las líneas rojas que definen los cuadrantes son los promedios teóricos del porcentaje de la abundancia y frecuencia relativa

Fuente: PETRONAS (2019)

Análisis de Bray-Curtis

La línea de corte para establecer los grupos de estaciones y especies se estableció al 25%, ya que este nivel permite dilucidar mejor las relaciones existentes. Las estaciones que mostraron el mayor grado de similitud fueron las estaciones AC12-05, AC12-11 y AC12-12 del estrato superficial (Figura IV-99), las cuales a su vez fueron las que obtuvieron las más altas abundancias en el grupo de las diatomeas (grupo superior del esquema clúster de las especies, Figura IV-99 y Tabla IV-51), a su vez este grupo estuvo compuesto de especies que cayeron en la clasificación de dominantes obtenidas a partir del análisis Olmstead-Tukey. El resto de las estaciones no mostraron gran similitud entre ellas y los grupos de especies estuvieron conformados por las especies de dinoflagelados y diatomeas que mostraron abundancias medianas y tuvieron menores frecuencias, este clúster está conformado principalmente por una mezcla de especies constantes y ocasionales y las estaciones que mostraron una mayor similitud fueron la AC12-03 y AC12-20 dadas por abundancias más altas de dinoflagelados.

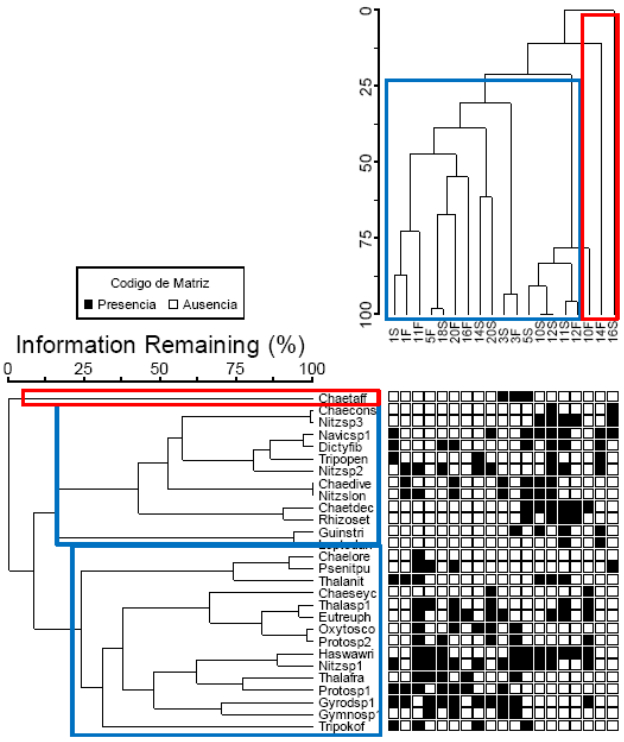


Figura IV-99. Diagrama de clúster de similitud de Bray-Curtis de las estaciones, y de presencia-ausencia de las especies fitoplanctónicas (sin las especies raras)

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-51. Tipología usada en los Diagramas de clúster de similitud de Bray-Curtis

Abreviatura	Especie
Chaetaff	*Chaetoceros affinis*
Chaecons	*Chaetoceros constrictus*
Nitzsp3	*NItzschia sp. 3*
Navicsp1	*Navicula sp. 1*
Dictyfib	*Dictyocha fibula*
Tripopen	*Tripos pentagonum*
Nitzsp2	*Nitzschia sp. 2*
Chaedive	*Chaetoceros diversus*
Nitzslon	*Nitzschia longissima*
Chaetdec	*Chaetoceros decipiens*
Rhizoset	*Rhizosolenia setigera*
Guinstri	*Guinardia striata*
Leptodan	*Leptocylindrus danicus*
Chaelore	*Chaetoceros lorenzianus*
Psenitpu	*Pseudo-nitzschia pungens*
Thalanit	*Thalassionema nitzschioides*
Chaeseyc	*Chaetoceros seychellarus*
Thalasp1	*Thalassiosira sp. 1*
Eutreuph	*Eutreptiella eupharyngea*
Oxytosco	*Oxytoxum scolopax*
Protosp2	*Protoperidinium sp. 2*
Haswawri	*Haslea wawrikae*
Nitzsp1	*Nitzschia sp. 1*
Thalafra	*Thalassiosira frauenfeldii*
Protosp1	*Protoperidinium sp. 1*
Gyrodsp1	*Gyrodinium sp. 1*
Gymnosp1	*Gymnodinium sp. 1*

Fuente: PETRONAS (2019)

El presente muestreo se caracterizó por la dominancia del grupo de las diatomeas, aunque estas cayeron en valores bajos de abundancia, de acuerdo a estudios previos hechos en zonas aledañas como la plataforma de Yucatán (Licea *et al*., 2017). Se presentó un elemento importante de taxa de dinoflagelados oceánicos con bajas frecuencias y abundancias, a su vez se encontraron diversas especies que están reportadas como generadoras de florecimientos algales nocivos en otras zonas, por ejemplo, la diatomea *Pseudo-nitzschia pungens* que ha sido reportada en la Bahía de la Paz, Baja California Sur, como responsable de mortandad de peces (López-Cortés *et al*., 2015), y el

dinoflagelado *Margalefidinium polykrikoides* (WoRMS, 2019), que también ha sido reportado como un organismo capaz de presentar florecimientos algales nocivos en el Golfo de California y responsable de mortandad de peces (Gárate-Lizárraga *et al*., 2000; López-Cortés *et al*., 2014), sin embargo sus densidades celulares fueron demasiado bajas para desarrollar un fenómeno de florecimiento ya que se infiere que las concentraciones de nutrientes fueron demasiado bajas a raíz del tamaño y el tipo de células detectadas, esto es indicativo de un sistema oligotrófico sin alteración antropogénica y que no muestra rasgos de ningún tipo de perturbación.

- ***Zooplancton***

Estructura de la comunidad

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Tabla IV-52. Biomasa zooplanctónica registrada en el Área Contractual 12

Estación	Biomasa g/100 m^3
AC12-01	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.
AC12-03	
AC12-05	
AC12-11	
AC12-16	
AC12-14	
AC12-10	
AC12-12	
AC12-18	
AC12-20	
Promedio	

Fuente: PETRONAS (2019)

Densidad y riqueza

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

quetognatos con altas densidades, señalando que su distribución y abundancia se relacionaron con las variaciones ambientales (temperatura, pH, turbidez, salinidad).

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

2010). Los pirosomas habitan aguas cálidas y templadas de todos los océanos; sin embargo, la distribución de muchas de sus especies es poco conocida debido a la escasa aparición en los muestreos planctónicos. Para comprender los ensambles conformados en el área de estudio es necesario profundizar en las características ecológicas de cada grupo, como son su ciclo biológico (holoplánctico o meroplánctico), su hábitat (nerítico u oceánico) y su distribución vertical (epipelágico, mesopelágico o batipelágico). Al final la conformación de las asociaciones entre los grupos estará dada por una gran diversidad de estrategias para la sobrevivencia en el medio plánctico, y una amplia plasticidad en sus ciclos de vida.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

La variabilidad en la densidad y riqueza de zooplancton puede atribuirse a las diversas condiciones oceanográficas que presentan cada uno de los lugares, en donde se destaca principalmente la cercanía de las estaciones muestreadas a la costa y la presencia de afluentes continentales (ríos) que pueden proveer nutrientes que favorecen el desarrollo e incremento de la comunidad zooplanctónica (Boltovskoy, 1981).

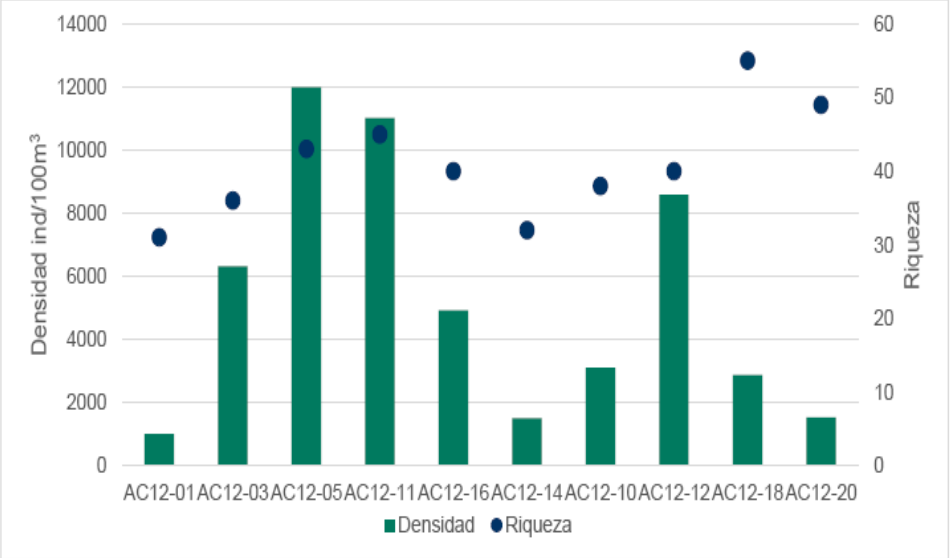


Figura IV-100. Densidad vs riqueza de la comunidad zooplanctónica encontrada en el Área Contractual 12 (estaciones).

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Figura IV-101. Densidad (org/100 m³) y riqueza del zooplancton registrado en el Área Contractual 12.

Fuente: PETRONAS (2019)

El índice de diversidad de Shannon (H') es considerado bajo (0.94 bits/ind), considerando que en ecosistemas con mayores riquezas y abundancias se pueden encontrar valores superiores a 2.5 Bits/individuo. La equidad (J') fue de 0.21, lo que indica una mala distribución de los individuos en las especies, y que presenta valores relativamente altos de dominancia (ʎ), indicando una probabilidad del 66% de que al obtener dos individuos de una muestra, éstos pertenezcan a la misma especie (Tabla IV-53).

La equidad y dominancia están directamente relacionadas con la diversidad, y se ve reflejado en los resultados del presente estudio donde se muestran valores bajos de equidad e intermedios y/o altos de dominancia que dan origen a la baja diversidad. Los índices diversidad y equidad registrados en el presente estudio fueron bajos en comparación a García-Córdova (2011) y Contreras-Espinoza (2016), esto puede deberse a las diferencias en el esfuerzo y diseño de muestreo entre ambos estudios y el realizado para este documento, la zona de muestreo y a los altos valores de densidad que se presentaron en el presente estudio por parte de la Subclase Copépoda.

Tabla IV-53. Índices ecológicos del zooplancton por estación para el Área Contractual 12

Índice	Valor
Diversidad (H') Bits/individuos	0.94
Equidad (J')	0.21
Dominancia (ʎ)	0.66
Riqueza	86

Fuente: PETRONAS (2019)

Clasificación jerárquica

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

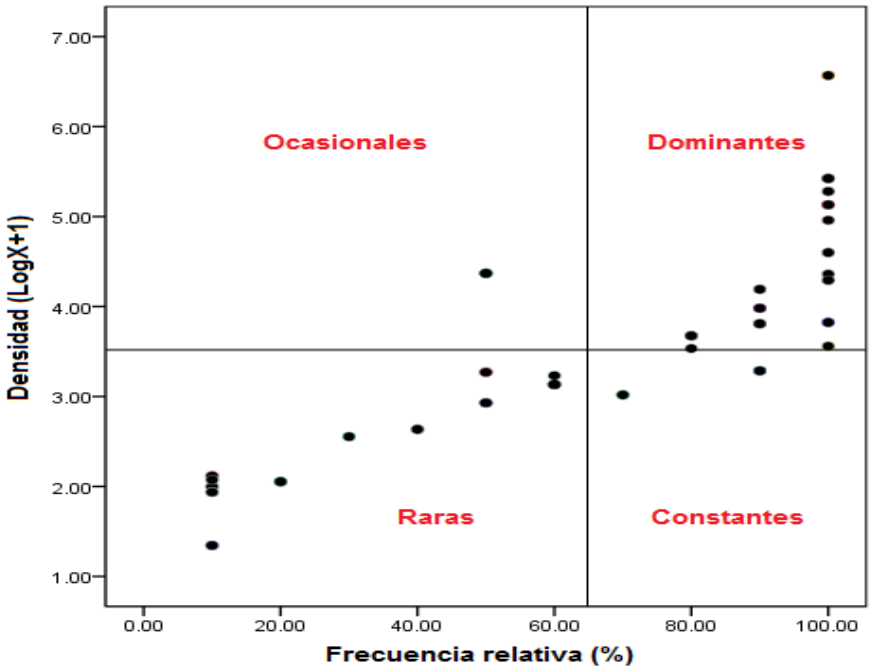


Figura IV-102. Análisis Olmstead-Tukey de los grupos del zooplancton

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-54. Análisis Olmstead-Tukey de los grupos del zooplancton

Grupos	Frecuencia (%)	Densidad (LogX+1)	Jerarquía
Amphipoda	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		
Brachiopoda			
Copepoda			
Decapoda			
Gastropoda			
Pterotracheoidea			
Ostracoda			
Pteropoda			
Chaetognatha			
Siphonophorae			
Bivalvia			
Polychaeta			
Sipuncula			
Doliolida			
Salpida			

Grupos	Frecuencia (%)	Densidad (LogX+1)	Jerarquía
Hydrozoa	Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		
Actinopterygii			
Copelata			
Echinodermata			
Gymnosomata			
Actinaria			
Foraminifera			
Isopoda			
Cephalopoda			
Stomatopoda			
Bryozoa			
Cladocera			
Hemichordata			
Nudibranchia			
Pyrosomatidae			
Tanaidacea			

Fuente: PETRONAS (2019)

Análisis de Bray-Curtis

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

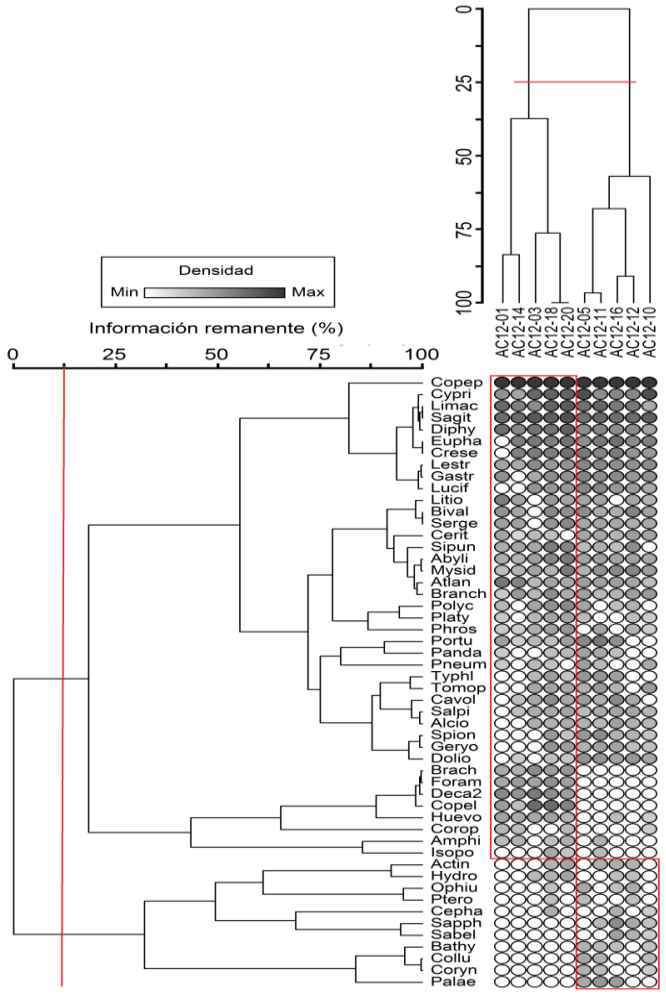


Figura IV-103. Análisis de agrupamiento Bray-Curtis de dos vías

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-55. Lista de las abreviaturas usadas para el análisis de agrupamiento de dos vías Bray-Curtis con sus respectivos taxa

Abyli	**Familia Abylidae**	**Huevo**	**Clase Actinopterygii (Huevo de pez)**

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Abyli	Familia Abylidae	Huevo	Clase Actinopterygii (Huevo de pez)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Fuente: PETRONAS (2019)

- ***Ictioplancton***

Estructura de la comunidad

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Densidad y riqueza

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

de larvas de peces se localizan al Sureste del área de estudio, y las de mayor riqueza fueron AC12-12 (12 taxa) y AC12-11 (11 taxa). La estación con menor riqueza fue AC12-05 (3 taxa) (Figura IV-104).

Durante la temporada de nortes en la laguna de Tamiahua disminuye la densidad de especies comparada con los registros en otras épocas del año, en el Área Contractual 12 es notoria la baja densidad y diversidad de especies, además que el muestreo se hace en una región oceánica, pero se conserva esta tendencia de temporalidad ya que las muestras fueron colectadas en época de nortes.

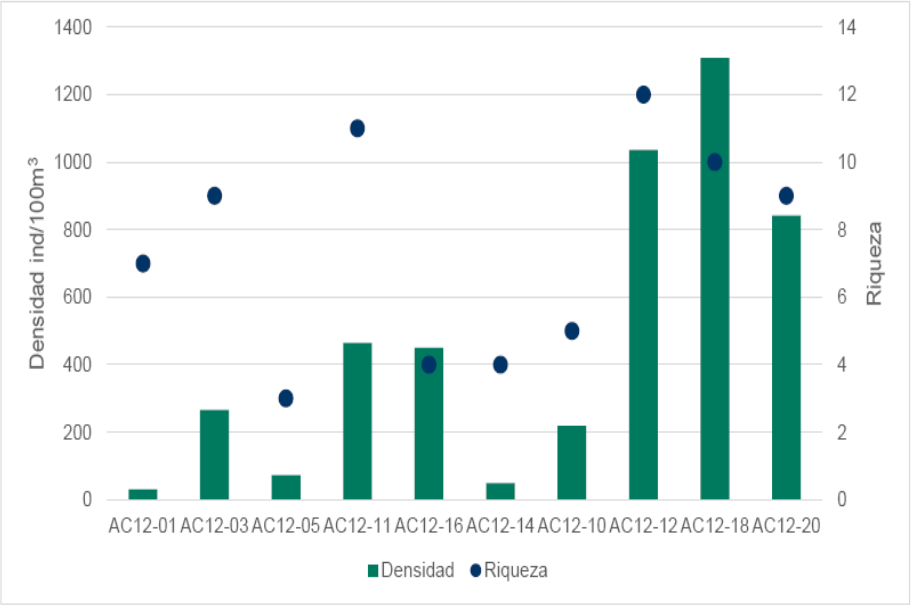


Figura IV-104. Densidad vs riqueza de la comunidad ictioplanctónica encontrada en la AC AP-CM-G03 por estaciones

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Tabla IV-56. Índices ecológicos de la comunidad de ictioplancton

Índice	Valor
Diversidad (H') Bits/individuos	2.47
Equidad (J')	0.7
Dominancia (λ)	0.15
Riqueza	33

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

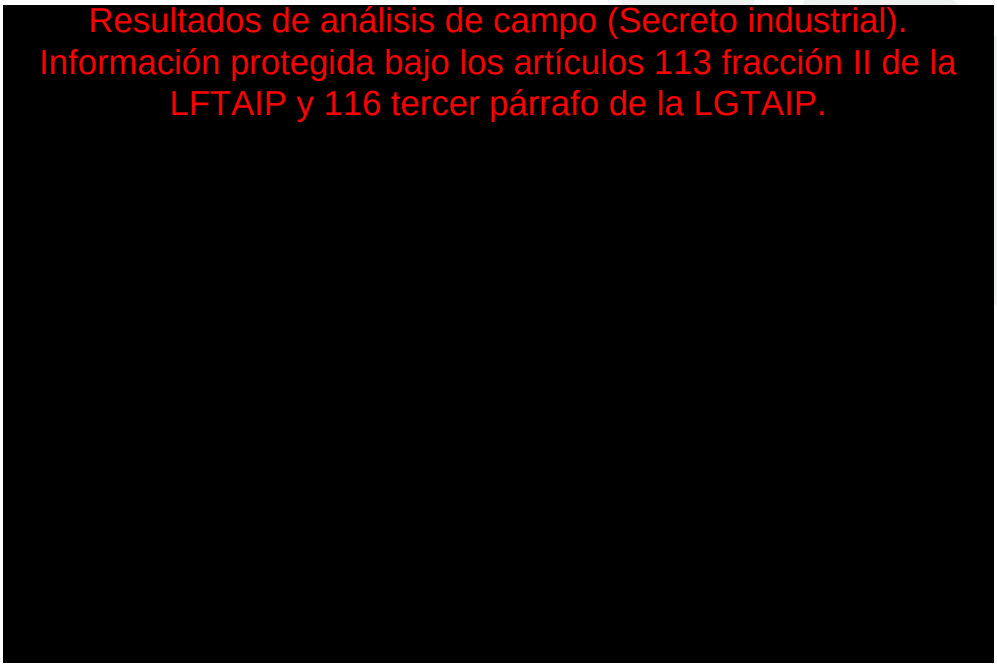
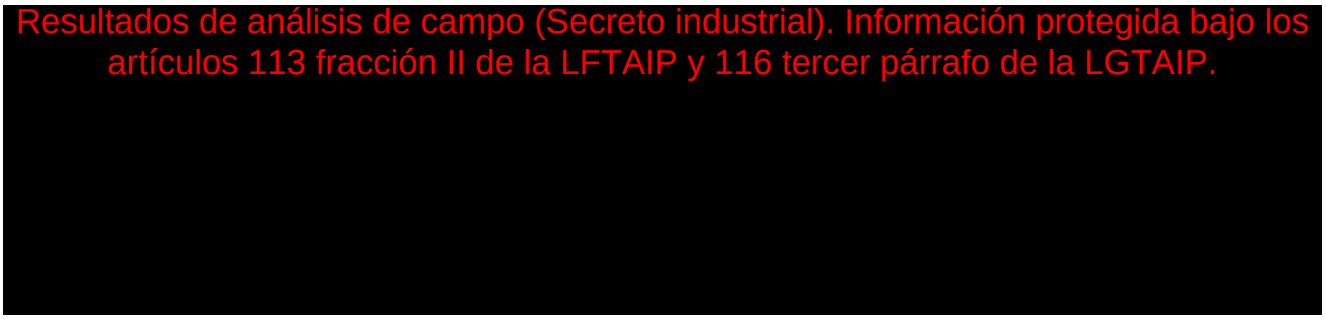


Figura IV-105. Densidad (larvas/100 m3) y riqueza de larvas de peces por estación

Fuente: PETRONAS (2019)

Clasificación jerárquica

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.



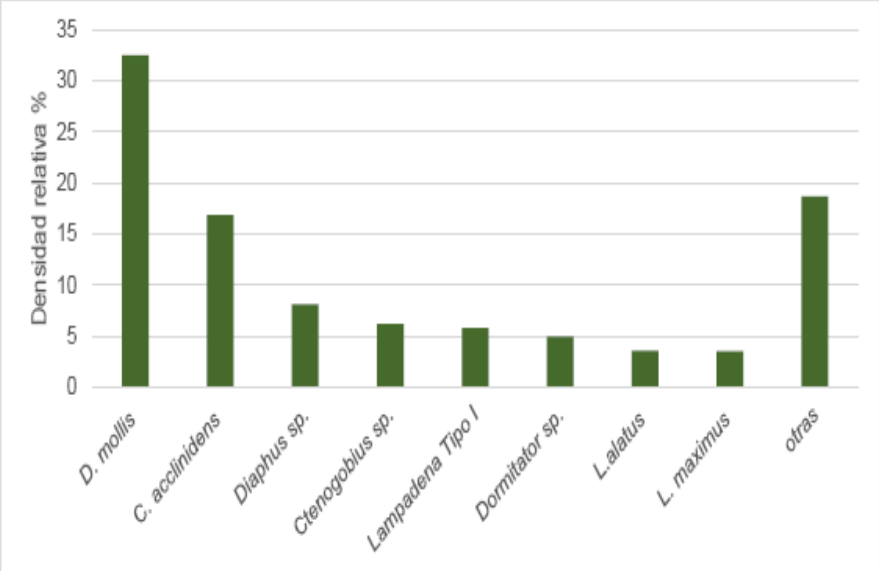


Figura IV-106. Densidad relativa (%) de los principales taxa de larvas de peces

Fuente: PETRONAS (2019)

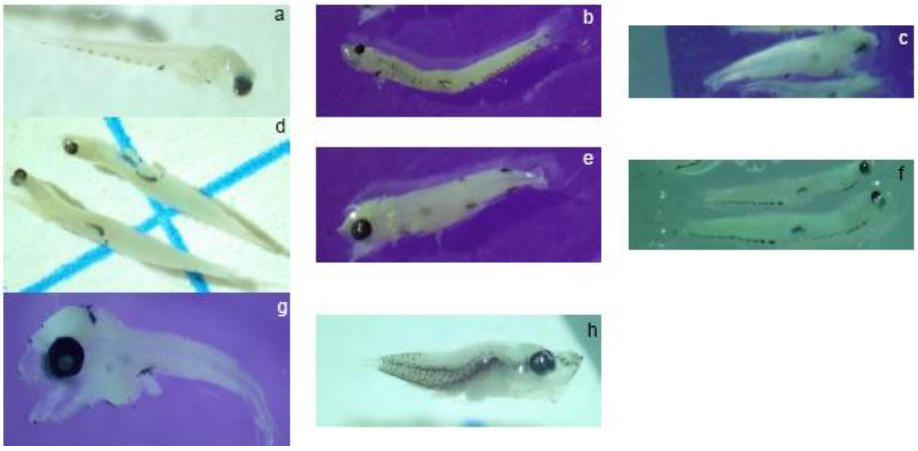


Figura IV-107. Taxa dominantes, a) *Diaphus mollis*, b) *Cyclothone acclinidens*, c) *Diaphus* sp., d) *Ctenogobius* sp., e) *Lampadena* Tipo I, f) *Dormitator* sp., g) *Lampanyctus alatus* y h) *Lachnolaimus maximus*.

Fuente: PETRONAS (2019)

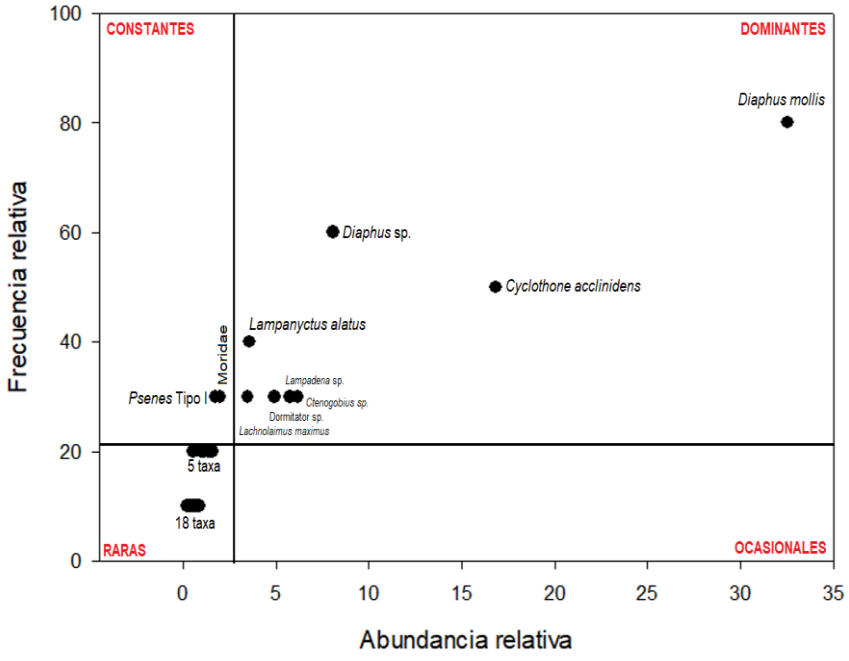


Figura IV-108. Representación esquemática de la prueba Olmstead-Tukey para ictioplancton.

Las líneas negras definen los cuadrantes son los promedios teóricos de la abundancia y frecuencia relativa.

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-57. Porcentaje de las frecuencias y abundancias relativas de las especies dominantes según el diagrama de Olmstead-Tukey

Taxa	Frecuencia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	Jerarquía	Familia
Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				

Taxa	Frecuencia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	Jerarquía	Familia
Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.				

Análisis de Bray-Curtis

De acuerdo con el análisis de similitud aplicado a los datos de densidad de larvas, se registraron dos grupos de estaciones con un corte de similitud del 0.40.

En el primer grupo se encuentran las estaciones AC12-20, AC12-18 y AC12-12 (Figura IV-109) localizadas al Sureste del AC y caracterizadas por tener los mayores valores de densidad de larvas de peces, valores bajos de biomasa de zooplancton y valores intermedios de riqueza de especies, equidad, diversidad y baja dominancia de especies.

En el segundo grupo se encuentran las estaciones de muestreo AC12-16, AC12-11, AC12-10, AC12-03, localizadas al Norte del área de estudio, con los mayores valores de biomasa de zooplancton, sobre todo en las estaciones ubicadas al oeste del área de estudio. Se caracterizaron también por tener bajos valores de densidad de larvas de peces y con mayor equidad y diversidad.

La tendencia en que las estaciones de muestreo al Oeste del AC presentan los mayores valores de densidad del ictioplancton al tener una mayor influencia de la zona costera; mientras que al Este se presentan los menores valores de densidad, se ha registrado a lo largo de 25 años de muestreo.

También en el dendrograma se puede apreciar que se presentan tres estaciones de muestreo que no se agruparon, esto se pude deber a que los valores de densidad representados en las mismas eran los más bajos en todo el muestreo, con una riqueza de especies de entre 3 y 7 taxa, además de bajos valores de biomasa de zooplancton, dichas estaciones se encuentran en la zona intermedia y norte del área de estudio.

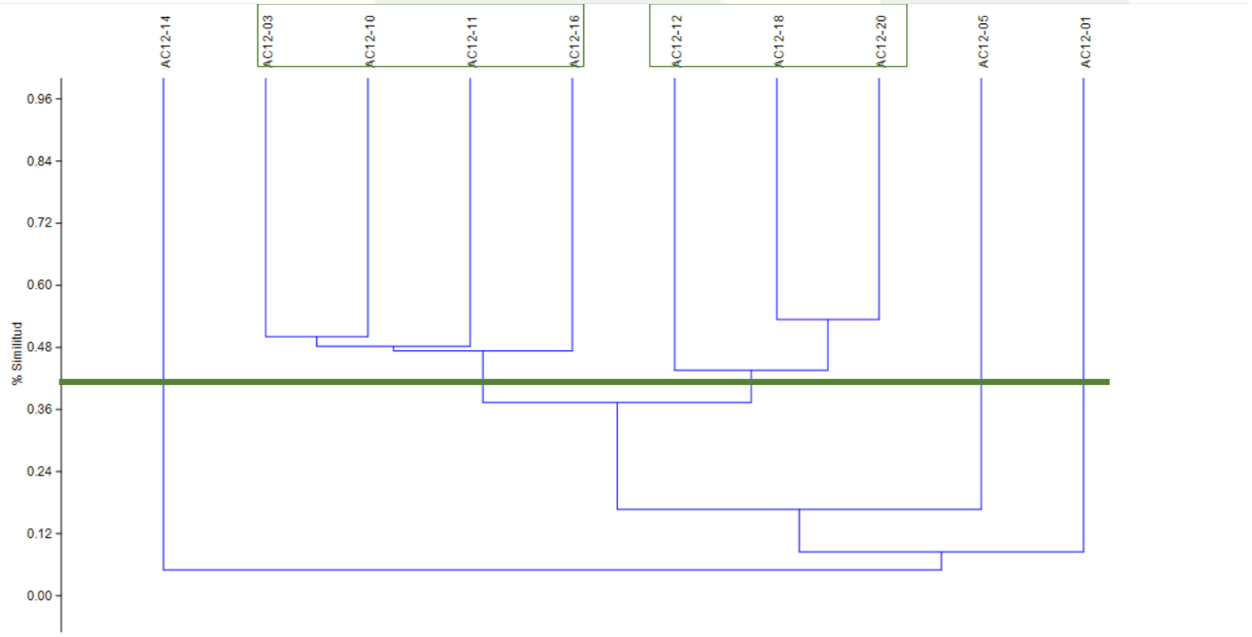


Figura IV-109. Dendograma de similitud de Bray-Curtis con base en la densidad entre las estaciones de muestreo

Fuente: PETRONAS (2019)

Comunidad bentónica

- ***Macrobentos***

Estructura de la comunidad

Se obtuvieron 1,633 individuos pertenecientes a dos reinos, 10 Fila, 29 órdenes y 49 familias, de las cuales 19 familias de Polychaeta, 13 de Crustacea y Foraminifera, tres familias de Mollusca y una de Echinodermata. Los organismos de Sipuncula y Bryozoa fueron determinados a nivel de Fila, mientras que el Filo Nematoda se determinó a nivel de clase.

Densidad y riqueza del macrobentos

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

En el presente estudio el Filo Foraminifera fue el grupo más abundante. En el caso de los Bryozoa, la alta abundancia encontrada podría deberse a que pudieron contabilizarse fragmentos de un mismo individuo, derivado de la complejidad de su estructura polimórfica.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

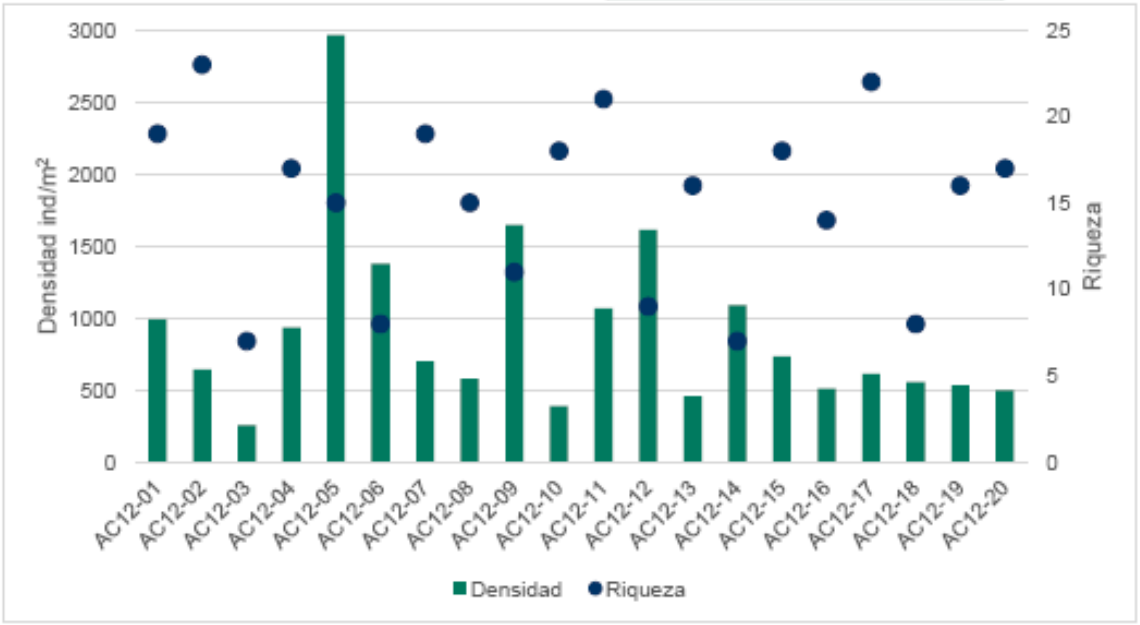


Figura IV-110. Densidad vs riqueza de la comunidad del macrobentos encontrada en el Área Contractual 12 por estaciones.

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

La alta proporción de arenas en todas las estaciones puede estar relacionada a la gran proporción de sedimentos biogénicos (testas de foraminíferos principalmente), que se encontraron en los análisis de la comunidad bentónica, dichas estructuras presentan tamaños similares a las arenas (2-0.063 mm), lo que pudo ser la causa de la alta proporción de éstas en los análisis granulométricos. Dichos análisis se enfocaron únicamente en caracterizar el tamaño de grano y no en el origen y la composición del sedimento

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

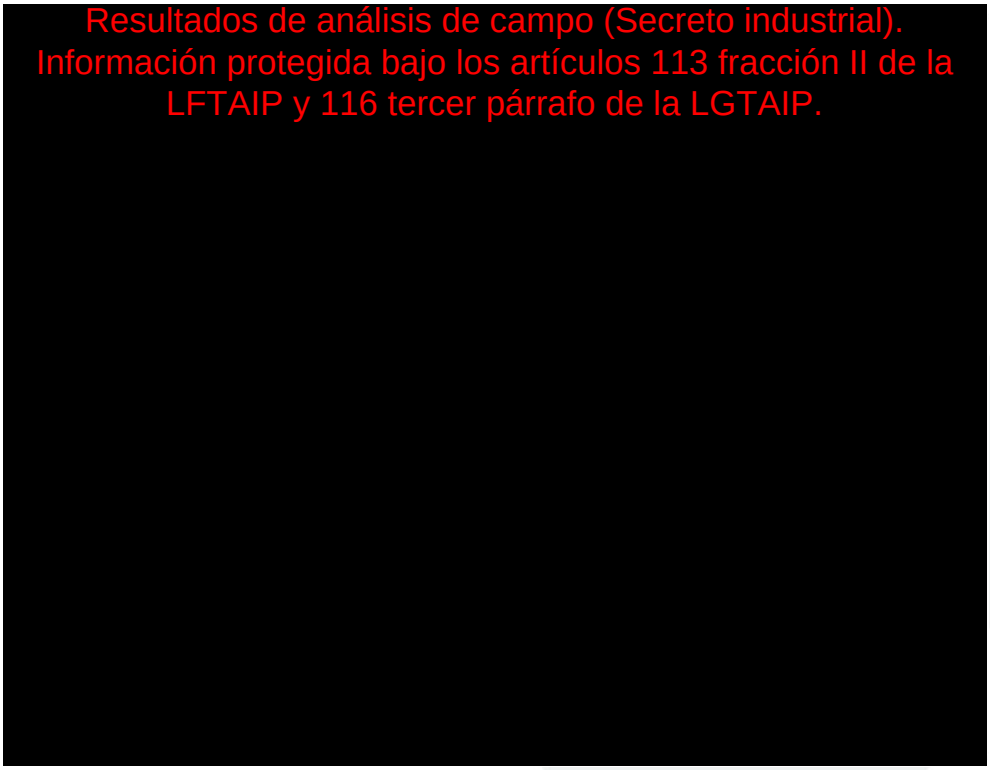
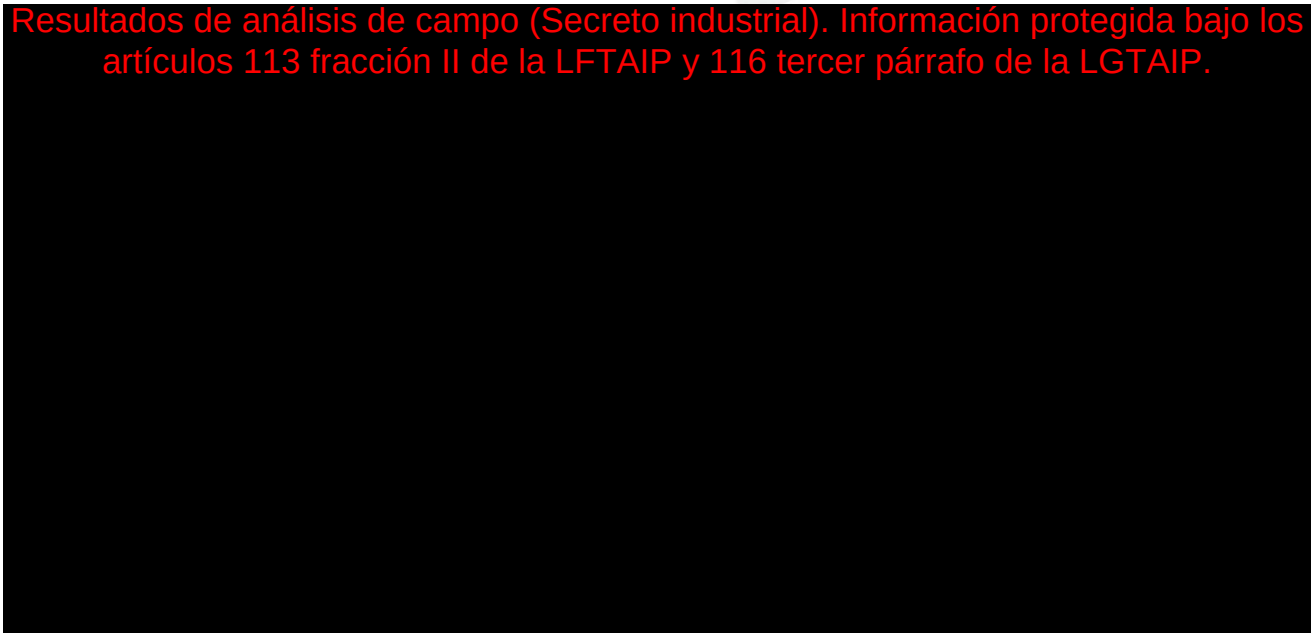


Figura IV-111. Densidad y riqueza de macrobentos por estaciones de muestreo

Fuente: PETRONAS (2019)

Clasificación jerárquica



familia dentro de la categoría ocasional (Figura IV-112). Dichos resultados confirman los valores obtenidos en los índices de diversidad.

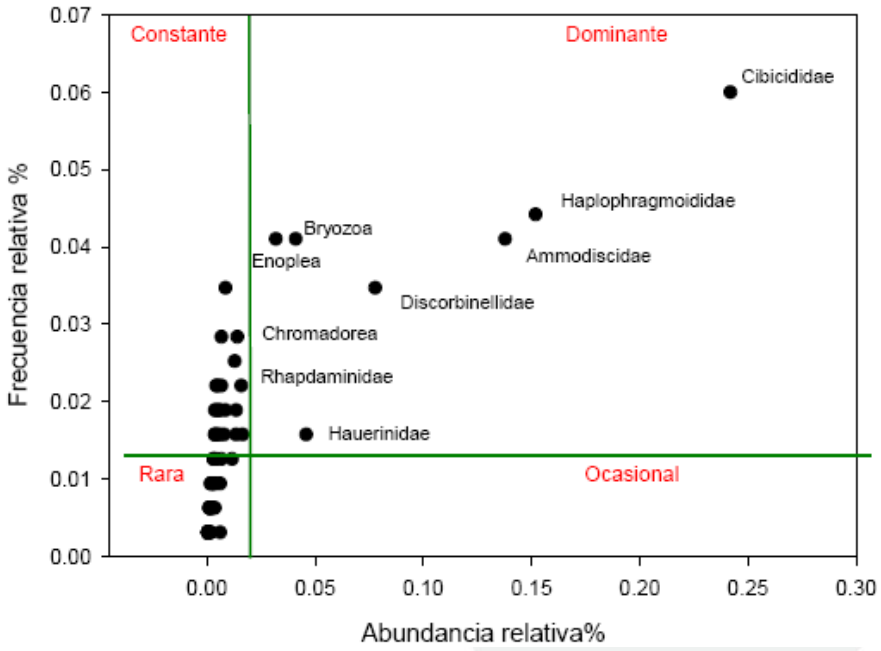


Figura IV-112. Clasificación jerárquica de las familias de la comunidad del macrobentos

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-58. Frecuencias y abundancias relativas para macrobentos, según el diagrama Olmstead-Tukey

Taxa	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Taxa	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)
Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.					

Taxa	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Taxa	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)
Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.					

Bray-Curtis

El análisis de similitud de Bray-Curtis a un nivel de corte del 50% mostró un clúster formando dos grupos, en el primero, quedaron clasificadas las estaciones AC12-01, AC12-13, AC12-17, AC12- 02 y AC12-10. De acuerdo con la matriz, las estaciones son símiles, debido a que integran 10 familias poco abundantes (Lituolidae, Vaginulinidae, Cypridinidae, Ampeliscidae, Caprellidae, Phoxocephalidae, Diastylidae, Desmosomatidae, Leptocheliidae y Neotanaidae), las estaciones de este grupo se encontraron en la parte Este del Área Contractual 12. En el segundo, se agruparon las

estaciones restantes (15). De acuerdo a la matriz, estas estaciones son símiles, debido a que las familias determinadas son más abundantes Figura IV-52.

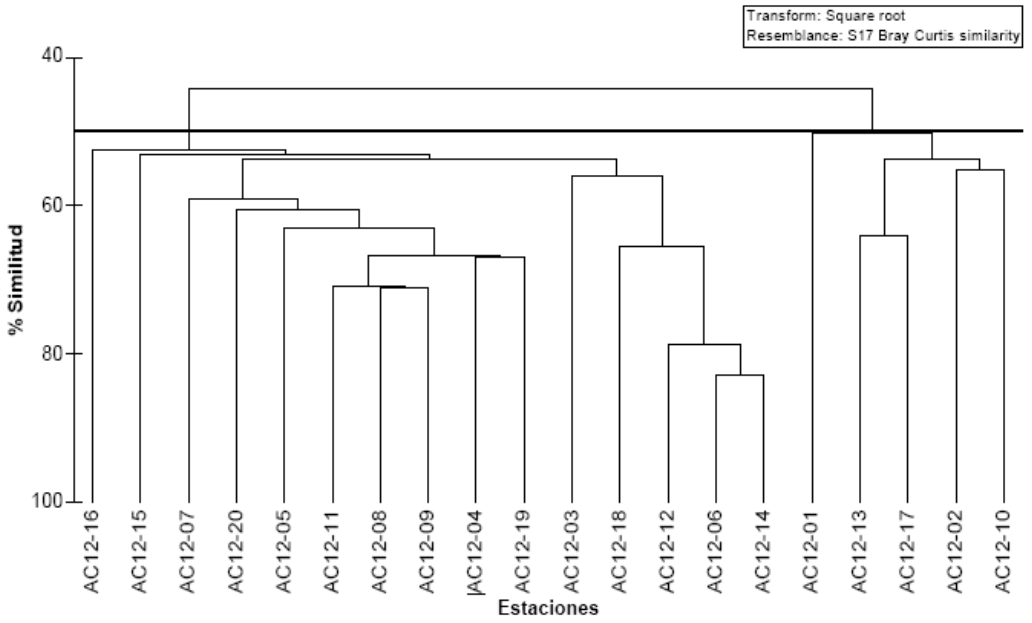


Figura IV-113. Dendrograma de las asociaciones del macrobentos

Fuente: PETRONAS (2019)

- ***Meiobentos***

Estructura de la comunidad

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Densidad y riqueza del meiobentos

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

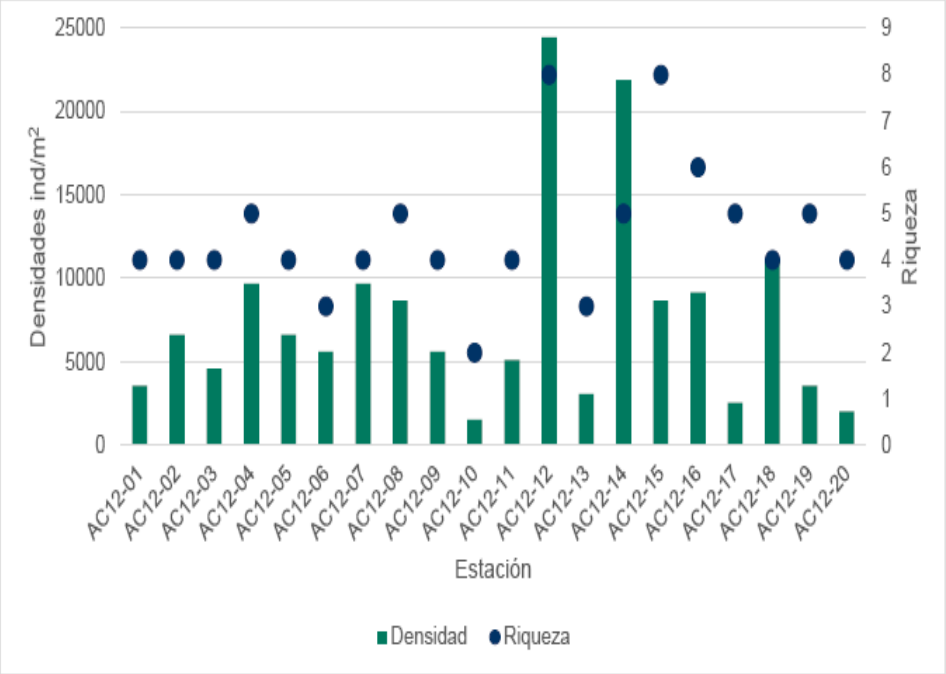


Figura IV-114. Densidad vs riqueza de la comunidad del macrobentos

Fuente: PETRONAS (2019)

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

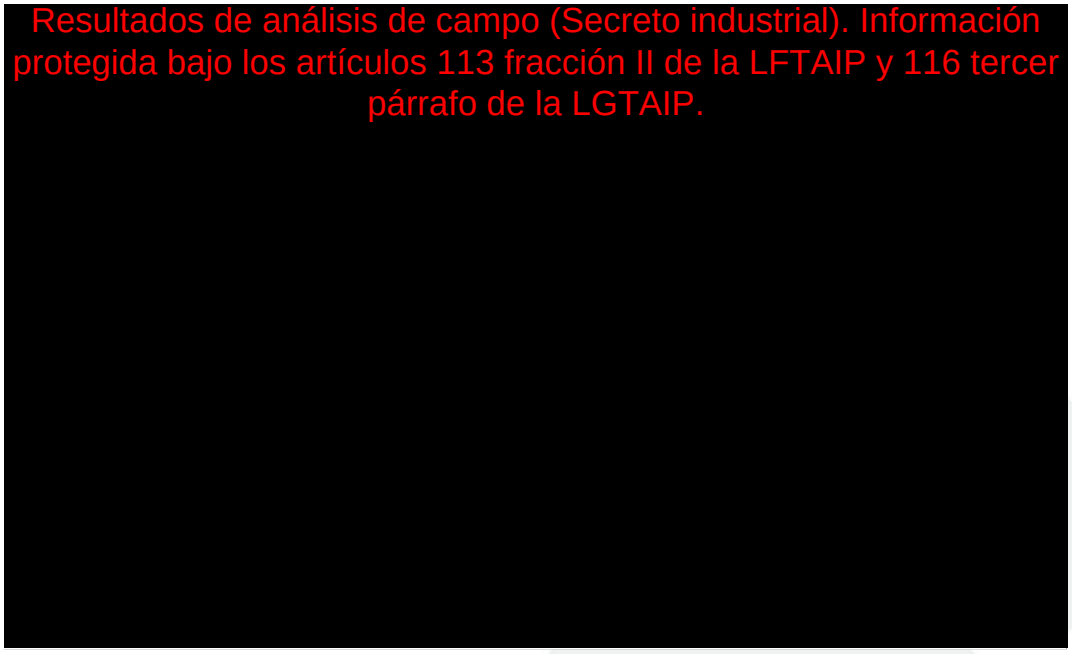


Figura IV-115. Densidad y riqueza de meiobentos por estaciones de muestreo

Fuente: PETRONAS (2019)

Clasificación jerárquica

Mediante la prueba Olmstead-Tukey, se obtuvieron cinco familias dominantes por su alta abundancia y frecuencia de aparición; cuatro pertenecientes al Filo Foraminifera (Cibicididae, Ammodiscidae, Vaginulinidae, Haurenidae) y un morfotipos del Filo Nematoda (Enoplea). Las familias clasificadas como constantes en los ecosistemas meiobentónicos en el Área Contractual 12 por su baja abundancia y alta frecuencia de aparición fueron dos del Filo Foraminífera (Vaginulinidae, Rhizamminidae); las 17 familias restantes se clasificaron como raras debido a que sus valores de abundancia y frecuencia fueron menores al promedio. Para la comunidad del meiobentos del Área contractual 12 no se presentó ninguna familia categorizada como ocasional (Figura IV-116 y Tabla IV-59).

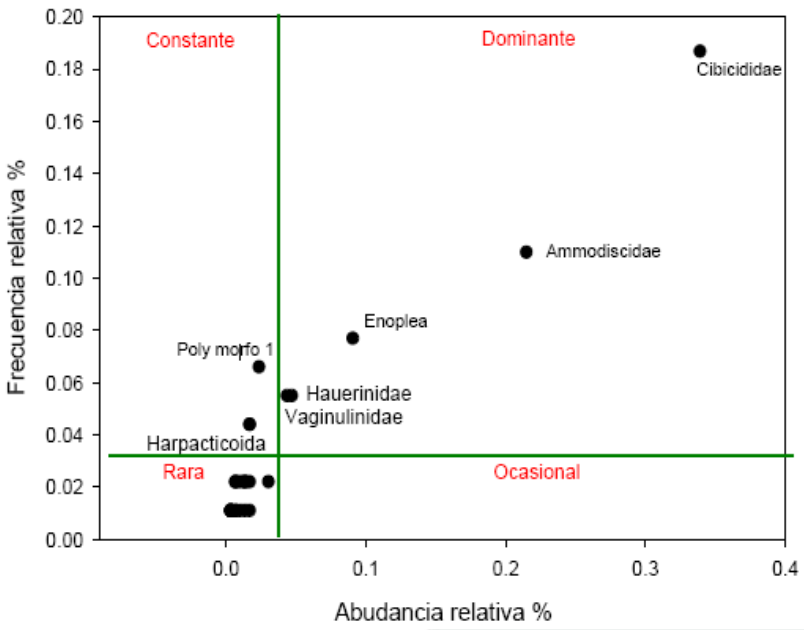


Figura IV-116. Clasificación jerárquica de las familias de la comunidad del meiobentos

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-59. Frecuencias y abundancias relativas para macrobentos, según el diagrama Olmstead-Tukey

Taxa	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)
Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		

Taxa	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)
Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		

Fuente: PETRONAS (2019)

Bray-Curtis

Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

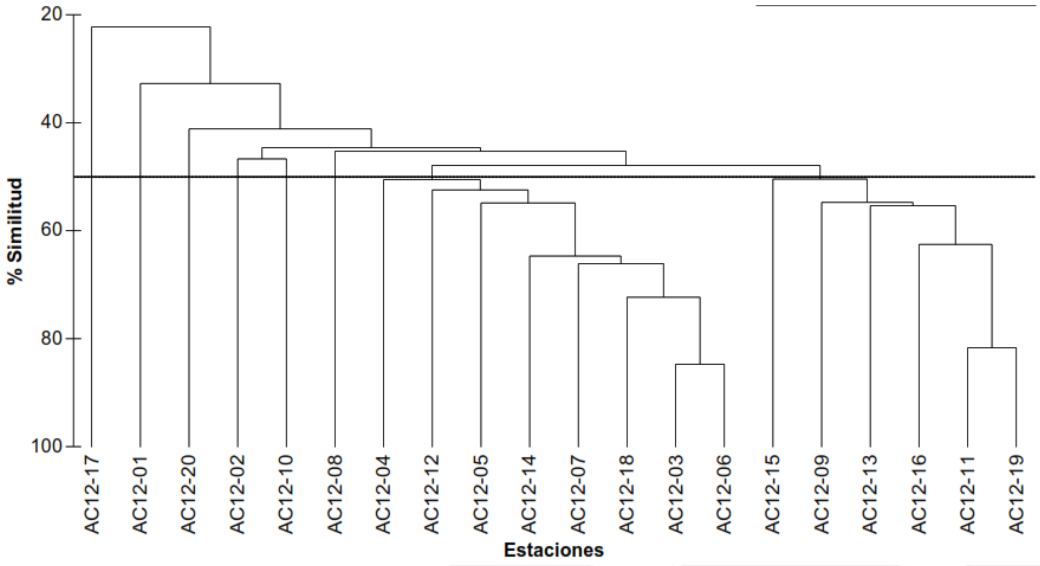


Figura IV-117. Dendrograma de las asociaciones del meiobentos generado para el Área Contractual 12

Fuente: PETRONAS (2019)

Imágenes de fondo marino y Perfil de Sedimento (SPI/PV)

Para el Área Contractual 12 fueron tomadas imágenes de perfiles de sedimento en 20 estaciones; en las que se puede apreciar que en toda el área se tiene un tamaño de grano mayoritariamente de tipo limo/arcilla de color beige y fragmentos de conchas de pterópodos mezclados en la superficie; así mismo, el lecho marino tiene presencia de montículos o depresiones (Figura IV-118a) formadas por una alta actividad de bioturbación o forraje de organismos bentónicos o epibentónicos. En los perfiles de imágenes se aprecian dos particularidades; una capa muy delgada (< 1mm) en la superficie del sedimento en 80% de las estaciones ocasionada probablemente por deposición de organismos planctónicos; mientras que las capas más profundas tienen un aspecto altamente oxidado, esto debido a alta actividad biogénica del área, ya que se tiene en su mayoría etapas de sucesión de Infauna de Etapa III (Figura IV-118b).

Finalmente, el 85% de las estaciones se encuentran compuestas por un sedimento arcilloso-limoso y en su superficie tienen una alta concentración de foraminíferos bentónicos (Figura IV-119a), especialmente en la estación AC12-02, lo que provoca que el lecho oceánico presente ciertos comportamientos correspondientes a una granulometría arenosa. La sucesión de infauna de Etapa III, presencia de madrigueras, rastros fecales de holoturias y epifauna (peces, camarones, anémonas, holoturias, foraminíferos y gusanos) en el 70% de las estaciones (Figura IV-119b), dan como resultado un índice de Lebensspuren (huellas de vida) alto, lo que indica que el Área

Contractual 12 presenta condiciones saludables y una oxidación alta del sedimento; así mismo, no se muestran indicios característicos de un área impactada por actividades relacionadas al sector hidrocarburos.

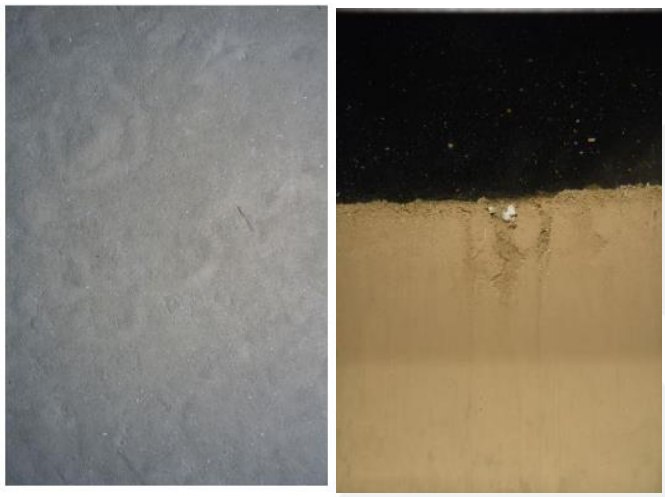


Figura IV-118. a) Rastros de bioturbación de organismos bentónicos o epibentónicos en el Área Contractual 12, b) Sucesión de capas y de Infauna

Fuente: PETRONAS (2019)

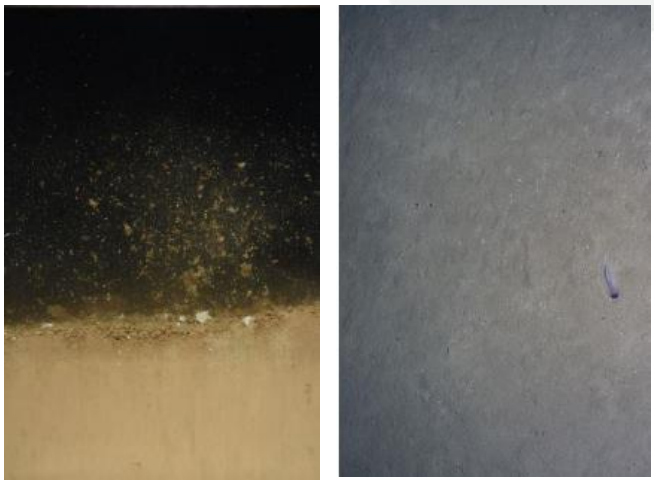


Figura IV-119. a) Presencia de foraminíferos bentónicos en el lecho marino b) Presencia de epifauna en el lecho marino del Área Contractual 12

Fuente: PETRONAS (2019)

Macrofauna

- ***Mamíferos Marinos***

Composición y abundancia

En el Área Contractual 12 se registraron tres eventos de avistamientos de mamíferos marinos. Cada evento constó de un grupo y de diferentes especies entre sí, sumando en total 25 individuos.

Avistamientos

Durante el periodo que incluye este reporte se registraron tres avistamientos de especies protegidas: un grupo de delfines de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), uno de delfines de Clymen (*Stenella clymene*), y uno de delfines moteados tropicales (*Stenella attenuata*) (Tabla IV-60).

Tabla IV-60. Registro de mamíferos marinos en el Área Contractual 12

Nombre común	Nombre científico	Abundancia	Hora de Avistamiento	Latitud	Longitud
Resultados de análisis de campo (Secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.					

Fuente: PETRONAS (2019)

Diversidad de especies registradas

Se emplearon los índices de Shannon-Wiener (H'), equidad de Pielou (J') y dominancia de Simpson (ʎ), descritos en la sección 0, éstos índices se emplearon para todos los grupos de macrofauna.

Dado que los avistamientos fueron escasos, no es representativo calcular índices de biodiversidad. Sin embargo, el no avistar no implica la ausencia de organismos en el área. Contrastantemente los patrones de riqueza de los mamíferos marinos en el Golfo de México muestran que el Área Contractual 12 está ubicada en zonas establecidas como áreas de importancia para estas especies que concuerdan con las zonas de surgencia, productividad primaria y pesca (Ortega-Ortíz *et al.,* 2004). De hecho, la observación de los delfines de hábitos costeros se da con mayor frecuencia en la desembocadura de los ríos o de las lagunas, debido a que los delfines utilizan estas áreas como sitios de alimentación (Heckel, 1992) y aprovechan las mareas bajas para capturar su alimento. Otros factores importantes en la distribución de los mamíferos marinos en el Golfo de México son la productividad primaria y el tipo de fondo (Baumgartner *et al*., 2001). Alternativamente, los delfines

también pueden moverse en respuesta a las actividades humanas y la presencia de depredadores (Morteo *et al*., 2012).

En el área de la costa mexicana del Golfo de México la mayoría de los cetáceos habitan aguas oceánicas con profundidades mayores a los 200 m. Sólo tres especies habitan normalmente la región nerítica sobre la plataforma continental: la tonina (*Tursiops truncatus*), el delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*) y el delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*).

Categoría de conservación

Aunque solo se registraron tres especies de mamíferos marinos durante la campaña, también se consideran aquellas especies que podrían distribuirse de forma potencial en el área

Con excepción de la ballena picuda o zifio de Sowerby (*Mesoplodon bidens*), todas las especies de mamíferos marinos del Listado de Especies Potenciales en el Golfo de México están incluidas en la lista de especies en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En dicha norma, la foca monje se considera probablemente extinta en el medio silvestre, la ballena franca del norte (*Eubalaena glacialis*) y el manatí (*Trichechus manatus*) se consideran en peligro de extinción y el resto de las especies están sujetas a protección especial. En las listas Internacionales, por ejemplo, la lista de la IUCN por sus siglas en inglés (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (IUCN, 2018), la especie de delfín moteado del atlántico Stenella attenuata, se incluye dentro de la categoría de Preocupación menor (LC, Least concern por sus siglas en inglés) (DOF, 2018; Ortega-Ortíz *et al*., 2004).

En el Anexo 3, del Capítulo IV se presentan las fichas técnicas de los avistamientos.

- ***Aves***

Las aves marinas tienen una amplia distribución en los ambientes marinos, algunas especies son pelágicas y pasan gran parte de su vida en mar abierto e islas oceánicas, a otras se les conoce como aves marinas costeras y permanecen casi la totalidad de su vida en el límite de la plataforma continental, llegando a incursionar mar adentro sólo para obtener su alimento (Schreiber & Burger, 2002).

Composición y abundancia

En el caso específico del Golfo de México, está documentado como una zona importante en las rutas migratorias de aves del este del continente americano. Su diversidad está representada por 231 especies de aves (21% del total de especies de aves registradas en México), de las cuales 44% son consideradas acuáticas (cuerpos de agua dulce), el 29% terrestres y el 27% marinas (Figura IV-120). La diversidad avifaunística del Golfo de México representa aproximadamente el 21% del total de las

especies reconocidas para México (1,096 especies) (Navarro *et al*., 2013). La Tabla IV-61 muestra los órdenes y familias más representativos del Golfo de México, respectivamente.

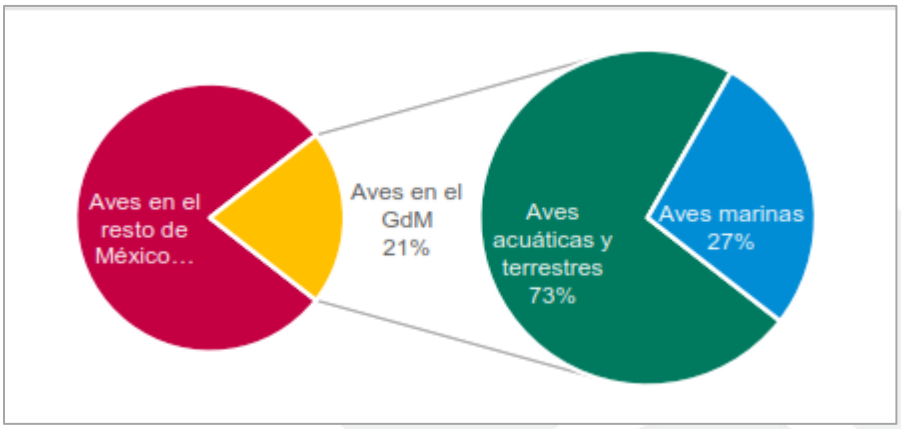


Figura IV-120. Composición de la avifauna marina en México.

Fuente: PETRONAS (2019)

Tabla IV-61. Familias mejor representadas en el Golfo de México.

Familia	Número de especies	Porcentaje
Procellaridae (pardelas)	7	3%
Anatidae (patos, cisnes y gansos)	31	13.50%
Rhallidae (ralos y rascones)	11	4.80%
Charadridae (chorlitos)	8	3.50%
Scolopacidae (playeritos)	29	12.60%
Laridae (gaviotas y charranes)	26	11.30%
Tyrannidae (mosqueros y tiranos)	11	4.80%
Parulidae (chipes, pavitos y mascaritas)	14	6%

Fuente: PETRONAS (2019)

Avistamientos

Se identificaron cuatro especies de aves, siendo el piquero pardo (*Sula leucogaster*) y la gaviota reidora americana (*Larus atricilla*) las aves observadas con mayor frecuencia (Tabla IV-62 y Figura IV-96).

En el Anexo VIII. 2E, se presenta la ficha técnica de las especies avistadas.

Tabla IV-62. Aves marinas registradas en el Área Contractual 12.

Nombre común	Especie	Número de individuos
Petrel	No identificado	3
Piquero pardo	*Sula leucogaster*	12

Nombre común	Especie	Número de individuos
Gaviota reidora americana	*Leucophaeus atricilla*	9
Fregata magnífica	*Fregata magnificens*	4

Fuente: PETRONAS (2019)

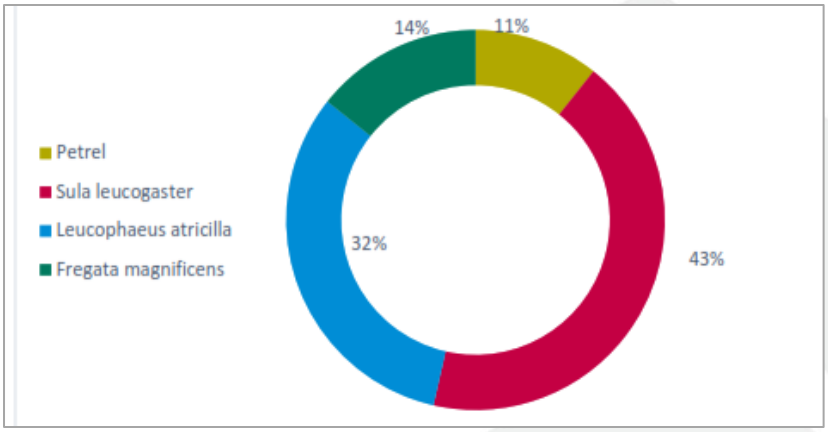


Figura IV-121. Porcentaje de especies de aves registradas en el Área Contractual 12

Fuente: PETRONAS (2019)

Diversidad de especies registradas

El análisis de diversidad se realiza para reconocer las zonas de alta biodiversidad si fuese el caso, procurando localizarlas para tomar decisiones bajo miras de conservación. Éste asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, este índice puede tener valores desde 0 y no tiene un límite superior. Cuando H' = 0, la muestra posee una sola una especie, y el valor de H' incrementa cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias equitativa.

Valores altos de H' ocurren en ecosistemas altamente productivos, un valor que podría encontrarse comúnmente en un ecosistema diverso tiene valores cercanos a 2.5.

El valor obtenido por parte de los registros de aves en las estaciones fue de H´= 1.937 bits/individuo, (unidad que se expresa al considerar el logaritmo base 2), considerándose ello como baja diversidad y que es resultado de la totalidad de individuos registrados en las tres especies identificadas. Se debe considerar que el número total de organismos registrados es bajo y existe dominancia aparente de unas especies sobre otras, en este caso *Sula leucogaster* y *Leucophaeus atricilla*.

Otro indicador es el índice de Simpson, que se deriva de la teoría de probabilidades y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar

sin 'reposición'. En este caso fue de (1-D) = 0.666, lo cual se interpreta como una probabilidad del 66.6% de que, al obtener dos individuos, éstos sean de la misma especie, y está fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes. La predominancia de *Sula leucogaster* y *Leucophaeus atricilla* sobre las demás especies es marcada y reduce las posibilidades de que al azar se encuentren representantes de otras especies.

Categoría de conservación

Conforme a la Legislación Nacional, NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2011), se consideran las categorías: Peligro de Extinción (P), especies Sujetas a Protección Especial (Pr), estatus de Amenazadas (A) y probablemente extintas (E). En el Área Contractual 12, ninguna de las especies de aves registradas se encuentra en alguna de las categorías de protección mencionadas.

De entre las listas Internacionales, el listado de la UICN incluye a todas las especies de aves registradas en el área de evaluación en la categoría de especies de Preocupación Menor (LC), para las que no existe ningún peligro sobre las poblaciones de estas especies. Para el caso de los Apéndices de CITES, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2015), ninguna de las especies está incluidas.

- ***Tortugas marinas***

Composición y abundancia

Todas las tortugas del Golfo de México tienen un periodo de vida nómada en aguas abiertas del océano, principalmente en su etapa juvenil antes de regresar a las zonas cercanas a la costa en donde pasan su etapa adulta, este periodo puede durar desde unos pocos meses como es el caso de la tortuga de carey, hasta 12 años como en el caso de la tortuga caguama, inclusive ser totalmente pelágicas (salvo las anidaciones) como en el caso de la tortuga laúd. Dentro del contexto regional ocupan un sitio muy especial ya que poseen varias poblaciones de las más importantes, como son las de las tortugas *Lepidochelys kempi* (tortuga lora), *Chelonia mydas* (tortuga verde*), Eretmochelys imbricata* (tortuga carey*), Caretta caretta* (tortuga caguama). El intervalo de temporadas de reproducción y desove en la costa del Golfo de México es de mayo a octubre, con mayor abundancia entre junio y agosto, los meses de verano asociados a la temperatura.

Las tortugas marinas con distribución en el Golfo de México son: Tortuga blanca (*Chelonia mydas*), Tortuga caguama (*Caretta caretta*), Tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*), Tortuga lora (*Lepidochelys kempi*), Tortuga laúd (*Dermochelys coriácea*).

Específicamente en la costa de Veracruz, a pesar de la poca información publicada sobre la presencia de tortugas marinas, se ha detectado la presencia de las mismas en algunos estudios. Se

han registrado áreas de anidación en los estudios llevados a cabo en la costa durante los últimos 60 años. Existen cinco especies de tortugas marinas en la costa de Veracruz: *Caretta caretta, Chelonia mydas; Eretmochelys imbricata, y Dermochelys coriacea*. La especie y sus zonas de distribución y anidación para la costa de Veracruz se presenta en la (Tabla IV-63).

Tabla IV-63. Distribución de las Tortugas marinas que registradas en el Golfo de México y sus principales playas de anidación.

Especie	Nombre común	Distribución en el Golfo de México y principales playas de anidación
Lepidochelys kempii	Tortuga lora	De todas las especies de tortugas marinas, la Lora es la que posee el área de anidación más restringida. Las únicas zonas de anidamiento de L. kempi, ocurren exclusivamente en la costa mexicana del Golfo de México, en playas distribuidas principalmente cerca de Rancho Nuevo, Tamaulipas, pero también en menores cantidades en playas de Veracruz y Campeche, con temporadas de anidación de abril a julio
Chelonia mydas	Tortuga verde	Anida solamente en los litorales del Golfo de México y del Caribe, desde las costas de Tamaulipas hasta Quintana Roo. La temporada de anidación es de mayo a octubre.
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	Las principales áreas de anidación se encuentran en playas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, constituyendo quizá, las colonias reproductoras más grandes del mundo. En Veracruz sus principales playas de anidación son Boca de Lima-Tecolutla.
Caretta caretta	Tortuga caguama	Solamente anida en playas del litoral del Golfo de México y del Caribe, desde Rancho Nuevo, Tamaulipas hasta las costas de Quintana Roo, aunque es raro que aniden en mayo a septiembre. Tamaulipas, pues según los registros, lo hacen casi de manera exclusiva en el litoral.
Dermochelys coriácea	Tortuga laúd	Los registros de anidación en el Golfo de México ocurren en las costas de Veracruz específicamente en las playas de Cabo Rojo.

Fuente: PETRONAS (2019)

Los puertos de base logística y/o circundantes no son importantes para la anidación de las especies de tortugas mencionadas anteriormente, ni para el reclutamiento efectivo de crías en el mar. Esto se debe a las características fisiográficas e hidrológicas de la costa ya que tiende a inundarse, lo que provoca que los nidos se inunden. Además, está severamente erosionada y los sedimentos arenosos, finos y fangosos son propensos a almacenar y concentrar metales pesados, lo que influye negativamente en la ecología del nido.

Avistamientos

No se registraron avistamientos de tortugas marinas en el Área Contractual 12. La carencia de avistamientos no es infrecuente, pues las tortugas suelen ser avistadas cerca de la costa o bien en zonas donde el sustrato les provea alimento, lo que no ocurre en las zonas muestreadas del AC dada la profundidad donde se operaba. La falta de avistamientos no asegura la ausencia de tortugas marinas, aunque no es común encontrarlas por el bajo tamaño y su comportamiento evasivo, es importante mencionar que, de las 11 especies de tortugas marinas en todo el mundo, cinco de ellas habitan en el Golfo de México, todas ellas están bajo la categoría de Peligro de Extinción de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.2.2.3.2 Arrecifes coralinos

Como se menciona en el Capítulo III, el sistema coralino Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT) comprende un sistema decretado a nivel federal como Área Natural Protegida. El complejo está integrado por dos polígonos: el Polígono Lobos, que incluye tres formaciones arrecifales, denominadas Lobos, Medio y Blanquilla; y el Polígono Tuxpan, que incluye tres formaciones arrecifales, conocidas como Tuxpan, Enmedio y Tanhuijo.

La importancia de la biodiversidad del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan radica en la presencia de ocho de equinodermos, cinco de esponjas, una de anélidos, seis de moluscos, 66 de artrópodos, 281 de peces, tres de mamíferos marinos, 36 de aves y 78 de plantas, así como la presencia de dos especies de corales, tres de mamíferos marinos, dos de plantas, cuatro de reptiles y una de aves incluidas en la Norma Oficial Mexicana Nom-059-Semarnat-2010 (SEMARNAT, 2014).

Debido a ello hace importante que se tenga un registro de las especies de coral que componen el sistema; por lo que se recabó información tanto fuentes oficiales como de estudios enfocados a la descripción de especies de coral.

De acuerdo al Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, la base estructural de los arrecifes Lobos-Tuxpan está constituida por corales pétreos. Se reconoce la presencia de 31 especies de escleractinios y dos hidrocorales, *Millepora alcicornis* y *Stylaster roseus*. La estructura comunitaria en las zonas de talud está dominada por los corales de las familias Faviidae y Siderastreidae. En las zonas someras (a menos de 15 metros de profundidad) se destaca la importancia de *Montastraea annularis, Colpophyllia natans, Diploria clivosa* y *Diploria strigosa*; mientras que en las zonas profundas (a más de 15 metros) destacan *Colpophyllia natans, Siderastrea siderea* y *Stephanocoenia intercepta*. Hay evidencias de que la *Acropora palmata* formaba una barrera en zonas de tres a cinco metros de profundidad inclusive en sotavento, pero

actualmente las frondas de la especie se concentran en los sitios al sur de cada arrecife. La especie *Acropora cervicornis* sólo forma pequeños parches aislados en sotavento, mientras que las de *Mussa angulosa*, *Oculina difussa* y *Scolymia cubensis* son especies relativamente frecuentes.

En cambio, en el reporte complementario para la "Evaluación rápida de la condición de especies clave de corales escleractinios en arrecifes del Golfo de México", desarrollado en 2015 (Jordán *et al*., 2015), el cual presentó una evaluación de condición y estructura de la comunidad coralina del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SATL), se registraron 32,245 colonias de coral escleractinio, pertenecientes a 26 especies, dentro de nueve familias, y una especie de hidrocoral (*Millepora alcicornis*). Sólo 16 especies se encontraron en los arrecifes y de éstas solamente 10 tuvieron una densidad global igual o mayor al 3% del total.

Únicamente nueve especies de coral tuvieron una densidad relativa global igual, o mayor, a 3% (Figura IV-122), entre las que se encuentran: *Colpophyllia natans (Cnat)*, *Montastraea cavernosa (Mcav), Pseudodiploria strigosa (Pstr), Orbicella annularis (Oann), Porites astreoides (Past), Siderastrea sidérea (Ssid), Pseudodiploria clivosa (Pcli), Acropora palmata (Apal) y Orbicella faveolata (Ofav).*

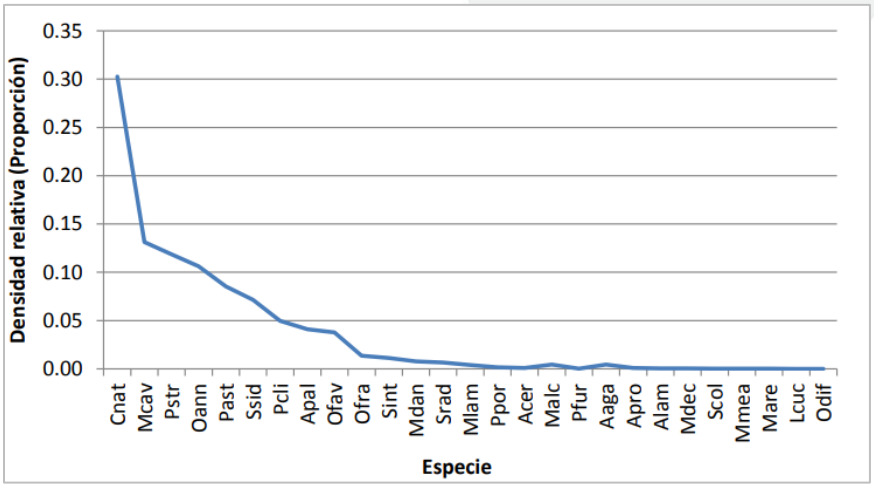


Figura IV-122. Densidad relativa (proporción) de corales escleractinios.

Fuente: Jordán *et al*., 2015

Los arrecifes estuvieron dominados por poblaciones de unas pocas especies de corales escleractinios constructores. De estas especies, la que presentó la mayor abundancia relativa, en el total del muestreo, fue la especie *Colpophyllia natans* (30% del total de las colonias registradas), seguida por *Montastraea cavernosa* (15%) y el conjunto de las tres especies del género *Orbicella* (16%).

Respecto al arrecife de Tuxpan, se registraron en total 12,388 colonias de coral escleractinio, pertenecientes a 21 especies, y *el hidrocoral M. alcicornis*. Mientras que, en el arrecife de Enmedio, se registraron en total 5,464 colonias de coral escleractinio, pertenecientes a 19 especies, y el hidrocoral *M. alcicornis.*

La abundancia relativa total de muestreo estuvo dominando por la especie *Colpophyllia natans*, seguida por *Montastraea cavernosa* (15%) y el conjunto de las tres especies del género *Orbicella* (16%). Esto contrasta con el estudio de Cruz (2012), donde la especie con mayor número de colonias fue el coral masivo *Montastraea cavernosa* con 216 colonias de coral, seguida de *Siderastrea siderea* con 182 colonias.

De acuerdo a Maruri-Cruz (2012), las características que presentan estas especies, es que son sensibles a las alteraciones ambientales y generalmente son especies asociadas a arrecifes con óptimas condiciones ambientales. Sin embargo, Horta-Puga y Carriquiry (2008) mencionan que *M. cavernosa* es una especie coralina dominante en ambientes arrecifales turbios por su gran capacidad para manejar sedimentos que caen sobre ella, de tal manera que su éxito ecológico puede depender de su habilidad para dedicar sus recursos energéticos a rechazar los sedimentos y no a otros procesos fisiológicos tales como el crecimiento, esta característica explicaría la abundancia y su distribución de *M. cavernosa* en esta zona.

Colpophyllia natans fue común en los arrecifes, con mayor abundancia (hasta 100 colonias por transecto de 50m^2) en el sotavento de Tuxpan.

El coral *Orbicella annularis* fue más común en los arrecifes del sistema Tuxpan, principalmente en zonas de Sotavento y Barlovento, registrándose hasta 60 colonias por transecto de 50m^2.

Los corales más afectados, por los signos de enfermedad que se registraron con mayor prevalencia (signos blancos, signos amarillos, manchas obscuras, manchas blanqueadas y puntos blancos múltiples) pertenecieron a las tres especies del género *Orbicella*.

Especies amenazadas

En la Norma Oficial Mexicana Nom-059-Semarnat-2010, se encuentran enlistadas los cnidarios coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) en la categoría Pr, lo que significa que están sujetas a protección especial.

IV.2.3 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 y Tuxpan, Veracruz. Considerando que ambos puertos son los más cercanos al área; 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.

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).

IV.2.3.1 Descripción general municipal

IV.2.3.1.1 Tampico

IV.2.3.1.1.1 Población

De acuerdo con los datos demográficos de Tampico, Tamaulipas, la población ha registrado un aumento en los últimos años. La Figura IV-123 muestra el registro de población del municipio en periodo 1995 a 2015. Con base a las gráficas, se observa un incremento del 1995 a 2005, siendo el periodo de 1995 a 2000, el que presentó un mayor aumento con 16,509 habitantes. Mientras que en el año 2010 se observa una disminución de 6,370 habitantes. No obstante, es periodo de 2010 2015 el que ha mostrado un mayor aumento de la población, con 16, 864 habitantes.

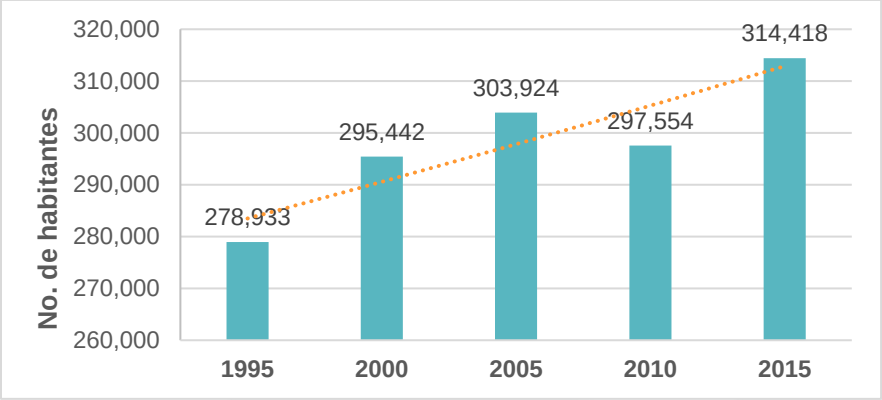


Figura IV-123. Población total del periodo 1995 a 2015, Tampico.

Fuente: TEMA (2020)

Población por sexo

La encuesta intercensal de 2015 mostró que la población total (314,418 habitantes) está distribuida en 48 % hombres y 52 % mujeres, lo que representa el 66.83 % de la población estatal.

Tabla IV-64. Población del periodo 1990 a 2015, municipio de Tampico, Tamaulipas.

Población 1990-2015	Hombres	Mujeres	Total
1995	133,519	145,414	278,933
2000	141,046	154,396	295,442
2005	145,475	158,449	303,924
2010	142,334	155,220	297,554
2015	151,295	163,123	314,418

Fuente: Para 1995 a 2015, INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2010 y Encuesta Intercensal 2015, y para 2018, CONAPO, Proyecciones de la Población de los Municipios 2010-2030.

Fuente: TEMA (2020)

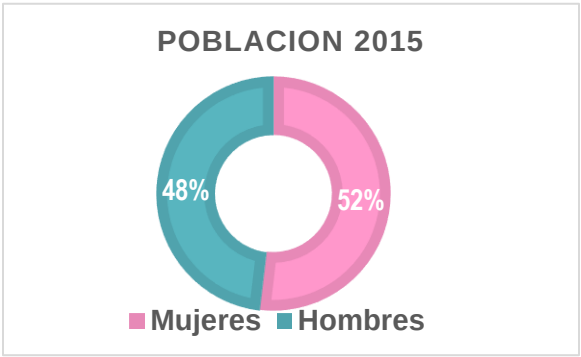


Figura IV-124. Distribución de la población del municipio de Tampico, Tamaulipas.

Fuente: TEMA (2020)

La Figura IV-125 muestra la distribución de la población de hombres y mujeres para las edades de 0 hasta más de 65 años. Se observa que el mayor porcentaje tanto para hombres como mujeres corresponde a la edad de 20 a 24 años de edad. Sin embargo, en el caso de mujeres, la mayor cantidad de población se presenta a la edad de 35 a 39 años. A partir del rango de edad de 40 a 44 años empieza a disminuir la población.

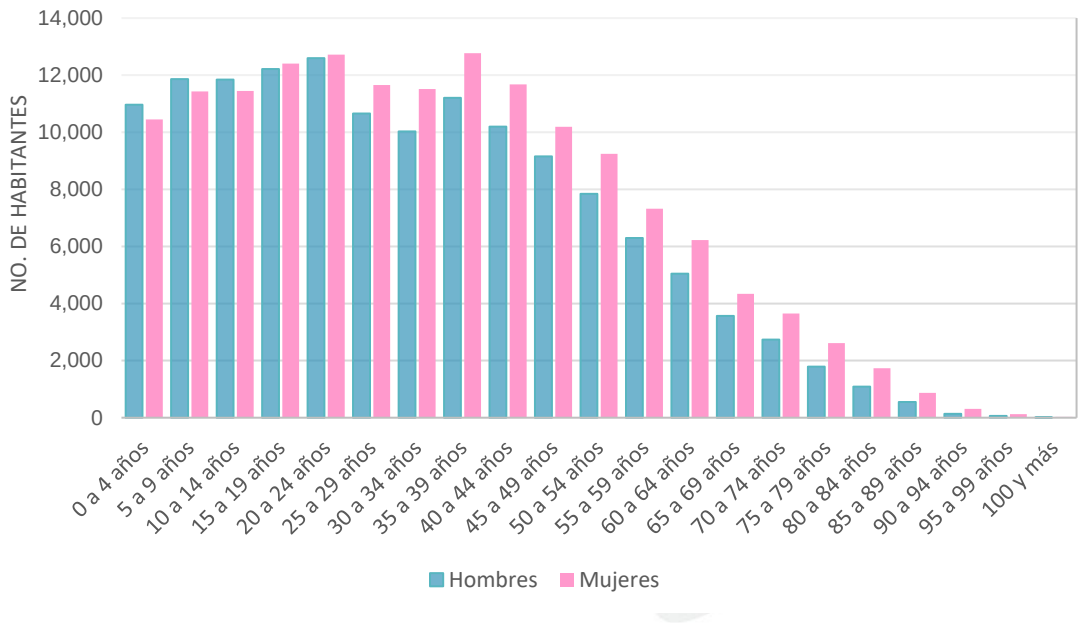


Figura IV-125. Porcentaje de población por grupo quinquenal de edad según sexo (2010)

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

Estructura de la población por edades

Con base a los datos anteriores, se puede observar que la mayor parte de la población se presentan en una edad joven y adulta con edades entre los 15 a 64 años, lo que corresponde al 69 % de la población municipal. La población infantil, con edades entre los 10 a 14 años, representa el 23 % de la población; mientras que la población a tercera edad, únicamente se presenta como el 8% (Figura IV-132).

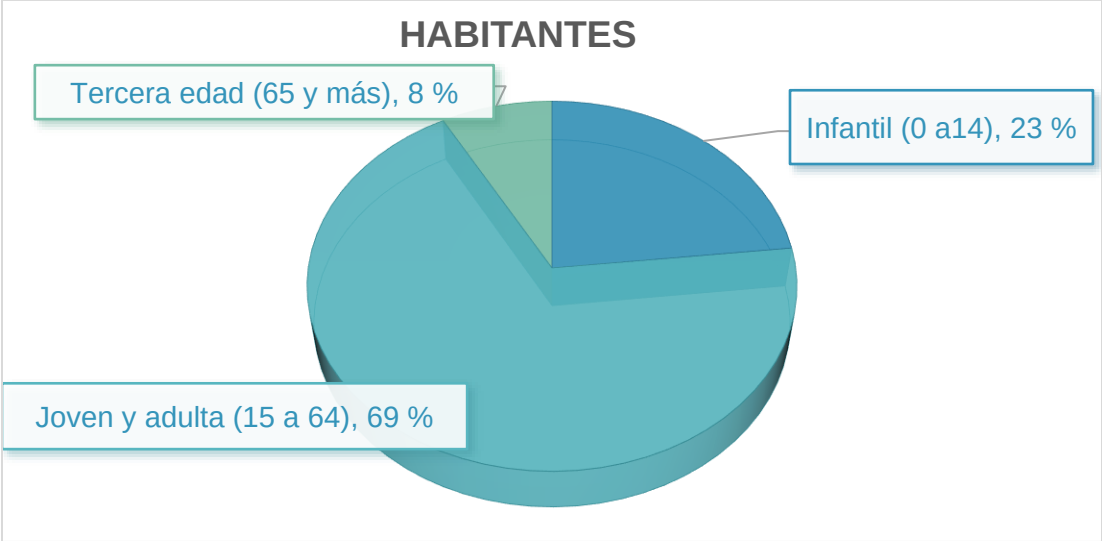


Figura IV-126. Distribución de habitantes respecto a su edad.

Fuente: TEMA (2020)

Población por tamaño

La mayor parte de población se presenta en un área urbana (27,284 habitantes), en cambio la población rural sólo corresponde a 270 habitantes.

Tabla IV-65. Tamaño de la población rural y urbana

Tamaño	Habitantes
Rural	270
Menos de 100 habitantes	170
100 a 499 habitantes	100
Urbano	297,284
10,000 y Mas	297,284

Fuente: TEMA (2020)

Población indígena

La población total de población indígena hasta el 2010 es de 2,470 personas, de las cuales 1,324 personas; en cambio los hombres corresponden a 1,146. La mayoría de los hablantes también habla español.

La lengua indígena que predomina en la población es el Náhuatl con 1,258 personas, seguido de las lenguas Huasteca, Zapoteco, Totonaca, Mixteco Maya y Otomí.

Educación

De acuerdo con el registro de 2010, la población entre los 6 a 14 años que no sabe leer y escribir es de 2,469 personas. Según el sexo, el 3.23 % son hombres y 2.62 % son mujeres. En cambio, e ultimo registro realizado en 2015 indica que este número disminuyó a 2,453 personas, de las cuales 3.35 % son hombres y 2.64 % son mujeres.

De 2010 a 2015 el porcentaje de la población de 15 años a más que no tiene escolaridad disminuyó de 2.55 % a 2. 22%. Las personas que asisten a nivel primaria también disminuyeron en el mismo periodo de 19.9 % 19.49 %. Mientras que a nivel. secundaria aumentó de 17 % a 17.7 % (Figura IV-127).

El 39.90% de la población se encuentra en el nivel básico, el 25.16% corresponden a la educación medio superior y el 32.54% al nivel superior, se observa una diferencia del 14.74% de la población entre el nivel básico y superior que no les dio continuidad a los estudios.

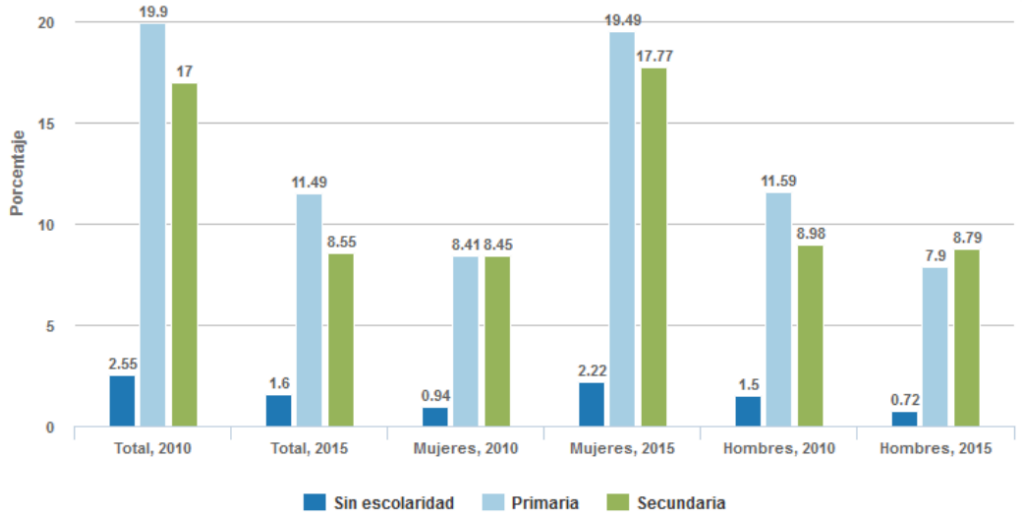


Figura IV-127. Escolaridad de población de 15 años y más

Fuente: TEMA (2020)

Migración

De acuerdo al Índice de intensidad migratorio, el porcentaje de migrantes a estados unidos de 2005 a 2010 es de -0.83%; lo que, corresponde a un grado de intensidad migratorio muy bajo. Esto lo hace ocupar el número 40 a nivel estatal y 1,897 a nivel nacional.

La migración por lugar de nacimiento indica que, del total de la población municipal, 3.21 % radica en estados unidos de américa, mientras que el 0.18 % se presenta en otro país.

Cultura

En el municipio se encuentra una Casa de cultura la cual cuenta con salas de exposiciones temporales, además ofrece varias actividades recreativas y el espacio cultural metropolitano, donde se presenta teatro y talleres. Una de las principales fiestas populares es la repoblación de Tampico, la cual se celebra del 12 al 27 de abril.

IV.2.3.1.1.2 Economía

En el municipio de Tampico la Población Económicamente Activa (PEA) total es de 51.39%; siendo el 66.07% en hombres y el 38.21% mujeres.

La población ocupada en 2015 con niveles de ingresos menores a dos salarios mínimos son el 26.91% de la población en el municipio de Tampico, el 30.27% en el estado y el 26.63% a nivel nacional, siendo estos considerados población con menor nivel de ingreso y mayor pobreza.

La tasa de desocupación de la PEA en el municipio es del 3.99% siendo esto el 4.79% correspondiente a hombres y el 2.73% a mujeres, a nivel estatal el 4.80% total, siendo el 5.84% hombres y el 2.83% mujeres, siendo similares los porcentajes a nivel nacional 4.06%, el 4.78% en hombres y el 2.69% mujeres. En cambio, la tasa de ocupación económica en el sector informal en el estado es de 23.61%, siendo el 23.10% en hombres y el 24.36% en mujeres, la diferencia del porcentaje a nivel nacional y por sexo es de un 3.6% de diferencia.

El sector terciario cuenta con el mayor número de personas activas; siendo el comercio al por menor la principal actividad.

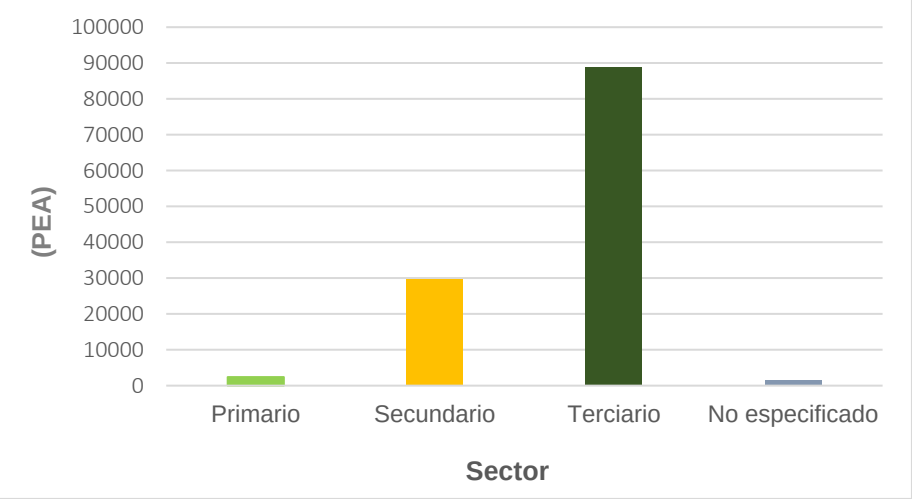


Figura IV-128. Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad (2010).

Fuente: TEMA (2020)

Actividad portuaria

La actividad se concentra en el embarco de productos agrícolas, mineros, petroquímicos, acero, madera y otros productos industriales. En 2010, ocupó el tercer lugar a nivel nacional en el manejo de carga general suelta y granel mineral, el quinto sitio en manejo de granel agrícola y el cuarto puesto en carga contenerizada.

Tampico ocupa un lugar muy importante en la historia de la explotación petrolera del país, ya que sin ser el lugar donde se encontraron los yacimientos de petróleo, aquí se desarrolló la mayor parte de la actividad petrolera, absorbiendo los enormes beneficios de esta creciente industria convirtiéndose en la mejor época de su historia. El promedio del movimiento de carga anual operada de petróleo y sus derivados en el puerto fue de 8.7 millones en el último mes.

De igual forma, Tampico es una ciudad comercial debido a su localización en el golfo de México y su actividad portuaria y económica, existen grandes centros de almacenamiento de por lo que los sectores productivos de turismo, comercio y servicios hacen uso de éste.

Pesca

La principal pesca es la de camarón, las unidades de pesca son buques de más de 15 metros de eslora, algunos de ellos con bodega de hasta 100 toneladas. El camarón tiene una gran demanda para exportación a EUA por lo que se han establecido empresas pesqueras que lo congelan, empacan y almacenan. Otras especies que se capturan son: el huachinango, robalo, ostión, jaiba, trucha y tiburón, existiendo un creciente desarrollo de la acuacultura con granjas dedicadas al cultivo del camarón, tilapia y black bass.

Turismo

La ciudad presenta distintos estilos arquitectónicos que crean un paisaje urbano. Además, cuenta con la pesca deportiva de Atún, Corvina, Huachinango, Jurel Amarillo, Marlín Azul, Marlín Blanco, Pargo y Sábalo.

Otros elementos paisajísticos con los que cuenta son: la Laguna del Carpintero, la Catedral, el río Pánuco, la plaza de Armas y Playa Miramar.

IV.2.3.1.1.3 Infraestructura y servicios

Educativa

Cuenta con 46 centros educativos, 33 escuelas básicas, media y para necesidades especiales y 8 escuelas de educación superior.

Salud

En el municipio se presentan 49 servicios médicos, de los cuales 9 son hospitales (generales y especializados), 3 residencias de asistencia social, y 14 de asistencia social. La mayoría de la población cuenta con algún servicio médico siendo el más común el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con índices de cobertura por encima de 30% en las áreas urbanas, seguido del Sistema de Protección Social en Salud, mismo que incluye el Seguro Popular con índices de cobertura de entre el 10% y 20% siendo un caso excepcional el de la localidad la Guadalupe donde es el principal servicio con un porcentaje mayor al 50% de cobertura.

Vivienda

La mayoría de las viviendas cuenta con todos los servicios: 97. 8 % cuenta con agua entubada, 97 % con drenaje y 98% con energía eléctrica (Tabla IV-66). No obstante, al menos 1.98 % presenta una carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda.

Tabla IV-66. Características de las viviendas

Indicador	Viviendas	%
Viviendas particulares habitadas	296,812	100
Con disponibilidad de agua entubada	82,866	97.83
Con disponibilidad de drenaje	82,207	97.06
Con disponibilidad de energía eléctrica	83,022	98.02

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.3.1.2 Tuxpan

IV.2.3.1.2.1 Población

Los datos demográficos señalan que la población de Tuxpan, Veracruz, al igual que la del Estado, ha variado en los últimos años. El mayor crecimiento poblacional se registró en el periodo intercensal de 2010 a 2015 cuando el número de habitantes aumentó en 18 mil 467 personas. Mientras que en el periodo de 2015 a 2018, se muestra un ligero decremento pasando de 161 mil 829 habitantes a 153 mil 425 habitantes. Esto indica una disminución de casi la mitad de la población comparada con el incremento de los periodos anteriores. No obstante, se cree que la población incremente hasta 161 mil 419 habitantes para el año 2030.

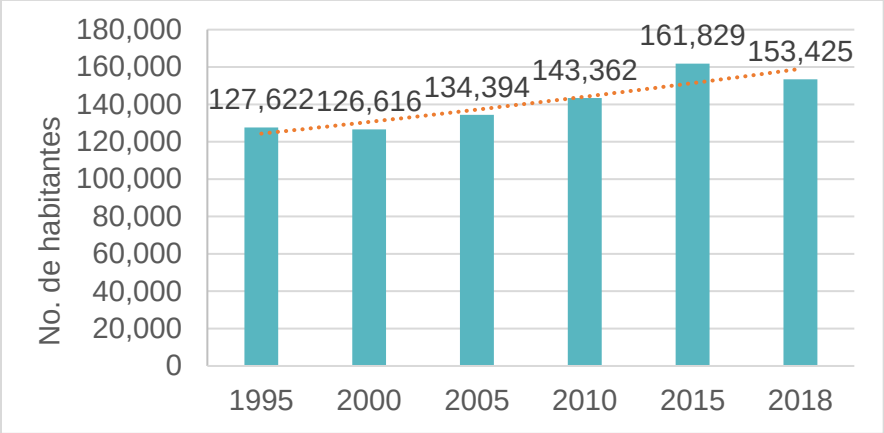


Figura IV-129. Población total del periodo 1995 a 2018, Tuxpan.

Fuente: Para 1995 a 2015, INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2010 y Encuesta Intercensal 2015, y para 2018, CONAPO, Proyecciones de la Población de los Municipios 2010-2030.

Fuente: TEMA (2020)

Población por sexo

De acuerdo con el marco censal de 2015, la población de Tuxpan es de 153 mil 425 habitantes, de los cuales 74,530 mil 418 habitantes son hombres y 78 mil 894 habitantes son mujeres, lo que representa el 48 % y 52 %, respectivamente (Tabla IV-67 y Figura IV-130). Esto representa el 1.87 % de la población respecto al estado.

Tabla IV-67. Población del periodo 1990 a 2018, municipio de Tuxpan, Veracruz.

Periodo	Hombres	Mujeres	Total
1995	62,171	65,451	127,622
2000	61,156	65,460	126,616
2005	65,207	69,187	134,394
2010	69,764	73,598	143,362
2015	77,949	83,880	161,829
2018	74,530	78,895	153,425

Fuente: Para 1995 a 2015, INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2010 y Encuesta Intercensal 2015, y para 2018, CONAPO, Proyecciones de la Población de los Municipios 2010-2030.

Fuente: TEMA (2020)

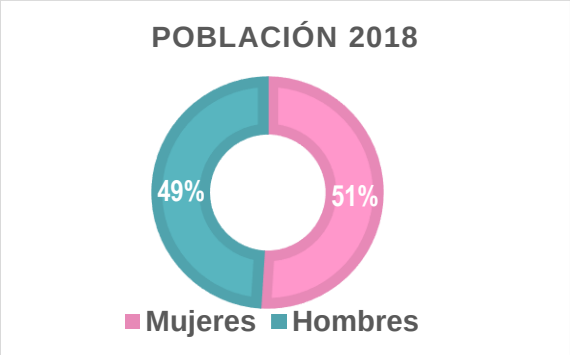


Figura IV-130. Distribución de la población del municipio de Tuxpan, Veracruz.

Fuente: TEMA (2020)

La mayor población de mujeres se encuentra entre los 19 y 24 años de edad. Mientras que el menor porcentaje se presenta en mujeres de edad avanzada, cuya edad oscila entre los 70 y 74 años. El rango de edades de la población femenina difiere en relación a la masculina ya que la mayor proporción de hombres se encuentra entre los 0 a 4 años y 15 a19 años. (Figura IV-131).

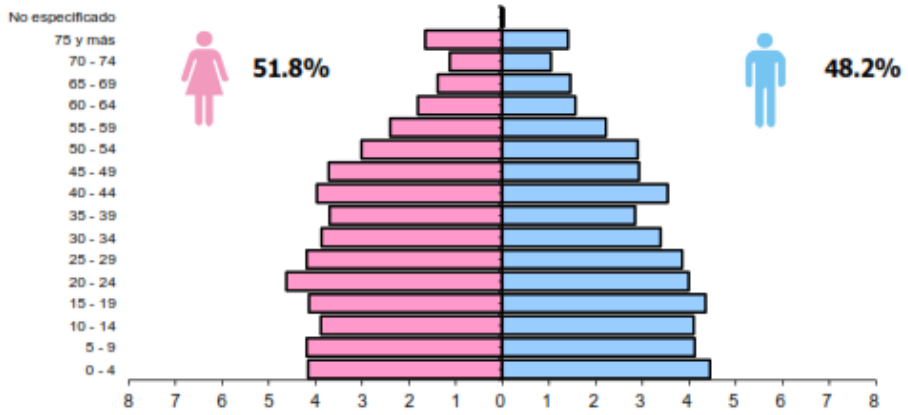


Figura IV-131. Porcentaje de población por grupo quinquenal de edad según sexo (2015)

Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2015

Estructura de la población por edades

Es preciso mencionar la importancia que tiene la estructura de la población por edades. Se puede observar que la población del municipio de Tuxpan es joven, cerca del 67 % se encuentran entre los 15 y 64 años. Los habitantes de la tercera edad que tienen una edad mayor a los 65 años representan el 8 % de la población. Mientras que la población infantil menor de 15 años corresponde al 25 % (Figura IV-132).

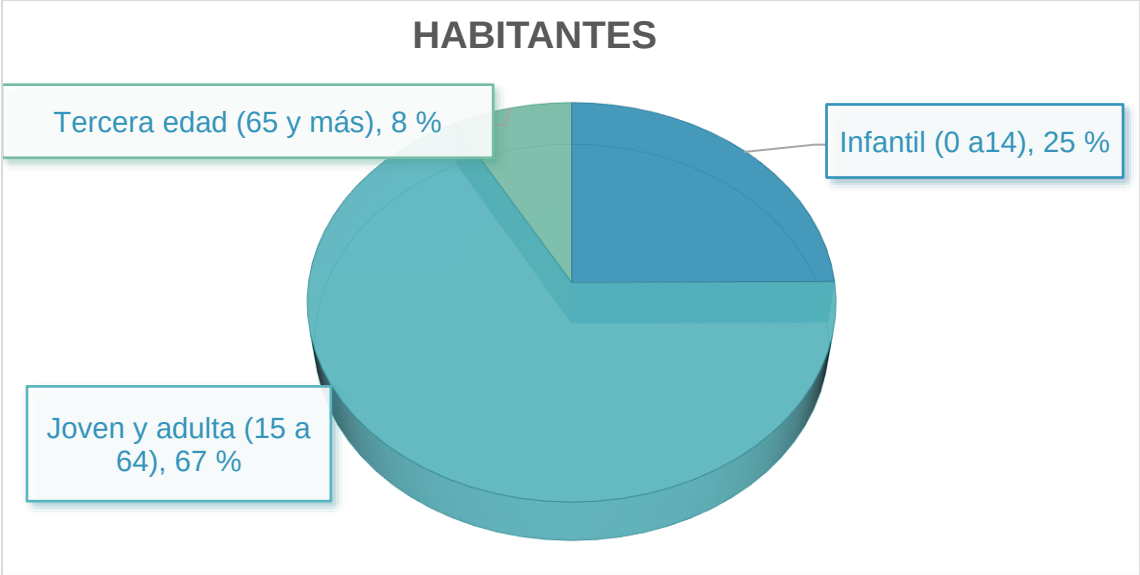


Figura IV-132. Distribución de habitantes respecto a su edad.

Fuente: TEMA (2020)

Población por tamaño

Hasta el 2010, la población rural era de 34,944 habitantes. Mientras que el área urbana incrementó, aumentando hasta 108,418 habitantes (Tabla IV-68).

Tabla IV-68. Tamaño de la población rural y urbana

Tamaño	Habitantes
Rural	34,944
Menos de 500 habitantes	18,044
500 a 2,499 habitantes	16,900
Urbano	108,418
2,500 a 14,999 habitantes	8,657
15,000 y más habitantes	99,761

Fuente: TEMA (2020)

Población indígena

La principal lengua indígena que se habla en el municipio de Tuxpan es el Náhuatl. Datos de 2010 indican que 5 ml 928 personas son jefes de hogar que habla alguna lengua indígena. De acuerdo a datos de INEGI del periodo intercensal 2015, 2,381 personas hablan alguna lengua indígena; es decir, 23.54 % de la población. El 1.81 % de la población de 3 años y más es hablante; de estas, el 0.9 % no habla español. Respecto a la población afrodescendiente, se registró que un 3.7 % correspondía a esta ascendencia.

Educación

La escolaridad es un indicador que permite conocer el grado de educación que tienen los habitantes del municipio de Tuxpan. De acuerdo a los datos estadísticos de 2015, el municipio cuenta con todos los niveles educativos. Sin embargo, sólo 24 % de la población cuenta con una educación media superior y el 22. 1% presenta una educación superior. El número de habitantes analfabetas es de 4,298, lo que corresponde a una tasa de analfabetismo de 3.5 %.

Migración

En los últimos 15 años, más de 1 millón de personas han abandonado el Estado de Veracruz, según los registros oficiales del INEGI. El Programa Estatal de Población 2017/2018 menciona que, en 2015, solo el 2.3% ingresó a la población, en comparación con el 3.1% que dejó el estado para vivir en otro lugar, dejando un resultado migratorio negativo del 0.8%.

Hasta el 2010 el índice de intensidad migratoria es de 0.39, lo que significa un grado bajo de migración, ocupando el lugar 186 a nivel estatal y 2,172 a nivel nacional.

Cultura

El Segundo Informe sobre Cultura 2016 a 2017 en México menciona la participación de Veracruz en proyectos culturales a nivel nacional en disciplinas como ópera, teatro, conferencias, conciertos de música, artes visuales, festivales de danza, bellas artes, emisiones de radio y otros. El Plan Estatal de Turismo y Cultura de Veracruz 2014-2017 prioriza la diversidad cultural y la inclusión, así como el fomento de un crecimiento económico, social y ambiental sostenible.

IV.2.3.1.2.2 Economía

Según los datos del INEGI, la mayor actividad económica en el Estado de Veracruz es el comercio minorista. Este sector reportó 108,079 empresas en 2013. En segundo lugar, el alojamiento temporal y los servicios de preparación de alimentos y bebidas tienen el mayor número de empresas en el estado (34,156) (INEGI, 2013).

De acuerdo a datos de INEGI (2010) la Población Económicamente Activa (PEA) a nivel municipal de 58 mil 476 habitantes, lo que representa el 52.5 % del total municipal. El sector terciario cuenta con el mayor número de personas activas; siendo el comercio al por mayor la principal actividad.

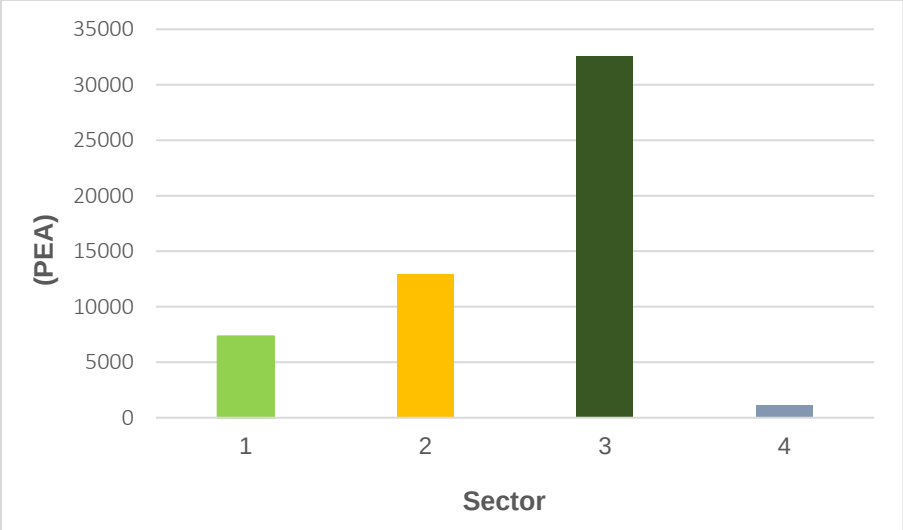


Figura IV-133. Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad (2010).

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.

Fuente: TEMA (2020)

Actividad portuaria

El puerto de Tuxpan es parte importante del desarrollo económico del municipio. En 2018 concluyó siendo el décimo puerto en movimiento de carga comercial con 4,334,847 toneladas, lo que equivalen al 2.3% de participación nacional. Y el octavo en movimiento nacional de carga, esto debido al alto porcentaje de movimiento de petróleo y derivados donde Tuxpan mantiene el segundo lugar a nivel nacional con 24%.

La carga comercializada desde el Puerto de Tuxpan se categorizó en gas LP, fluidos, granel mineral, granel agrícola, general contenerizada y general suelta. Al comparar el periodo 2017-2018, se encuentra que la carga de granel agrícola, general contenerizada y general suelta, fluidos y granel mineral aumentaron. En cambio, el volumen de carga de Gas LP sufrió una disminución de 3.58% en 2018 en comparación con 2017.

En el año 2018 la carga de Petróleo y Derivados se contabilizo en 10 millones 172 mil toneladas comparado con las 11 millones 228 mil toneladas del año anterior lo que equivale a una disminución del 9.4% entre un año y otro. Tuxpan tiene el segundo lugar a nivel nacional en almacenamiento de hidrocarburo con 24% superado solo por Coatzacoalcos que tiene el 27%. Sin embargo, esto representa una baja en el ranking a nivel nacional puesto que tan solo en 2015 Tuxpan tenía el primer lugar con el 40% de la participación nacional.

Pesca

Veracruz es el estado de mayor importancia en términos de volúmenes de pesca en México, con una producción total de 69,631 toneladas, que representan más del 30% de la producción total de pescado de los seis estados del Golfo de México en 2013 (CONAPESCA, 2013).

Particularmente, el municipio de Tuxpan cuenta con un amplio potencial pesquero, tanto de aguas dulces como de mar. Su desarrollo ha permitido la creación de cooperativas, 2 muelles y 2 embarcaderos. Sin embargo, la importancia de esta actividad económica en el ámbito nacional ha sido poco significativa.

Turismo

El Estado de Veracruz tiene 7 regiones turísticas principales: Huasteca, Totonaca, Cultura y Aventura, Altas Montañas, Primeros Pasos de Cortes, Los Tuxtlas, Olmeca. Ninguna de las cuales comprende al municipio de Coatzacoalcos. Según el Programa Estatal de Turismo y Cultura 2017-2018 de Veracruz, el estado ocupa el quinto lugar en turismo en México con 5.4 millones de turistas y 1,427 hoteles, aunque el número de visitantes ha disminuido debido a las advertencias de inseguridad y crimen organizado en el estado (Gobierno de Veracruz, 2017)

El municipio de Tuxpan cuenta con monumentos históricos y museos. Las fiestas tradicionales son los carnavales y se presentan en diciembre.

IV.2.3.1.2.3 Infraestructura y Servicios

Educativa

En materia educativa Tuxpan cuenta con 225 escuelas, de las cuales el 179 son escuelas de educación básica, media y para necesidades especiales, 13 escuelas de educación superior, 4 escuelas comerciales, de computación y de capacitación para ejecutivos, 13 escuelas de oficios y 25 son para ofrecer otros servicios educativos.

Salud

La población usuaria de algún servicio médico es de 125, 261 personas. Mientras que 60,189 personas están afiliados al Seguro Popular. Tuxpan cuenta con 5 hospitales y 19 unidades de consulta externa.

Vivienda

Aunque aún hay zonas no se presentan todos los servicios, la mayor parte de las viviendas cuentan con estos servicios básicos como son: fuentes de abastecimiento de agua, planta potabilizadora,

tomas domiciliarias de agua potable instaladas, sistemas de drenaje y alcantarillado, servicio de drenaje y alcantarillado y servicio de energía eléctrica.

La Tabla IV-69, muestra alguna de las características de las viviendas y su porcentaje respecto al total.

Tabla IV-69. Características de las viviendas

Viviendas	No.	%
Con disponibilidad de agua entubada	**37,572**	80.3
Con disponibilidad de drenaje	**41,919**	89.7
Con disponibilidad de energía eléctrica	**46,385**	99

Fuente: TEMA (2020)

IV.2.4 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 12 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, 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 109 km al sureste del puerto de

Tampico, Tamaulipas y aproximadamente a 146 km al noreste del puerto de Tuxpan, Veracruz, respecto a la superficie continental.

Calidad paisajística y fragilidad del paisaje

Desde el punto de vista del paisaje, la calidad paisajística en el Área Contractual 12 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.

IV.3 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, el SAR comprende cuatro tipos de clima: Cálido húmedo, Cálido subhúmedo, Semicálido húmedo y Templado subhúmedo.

El registro de datos obtenido de las estaciones meteorológicas muestra una temperatura media anual es de 29.34 °C en promedio para todo el SAR, siendo la temperatura más baja que registra el sitio es de 10.70°C, mientras que la temperatura máxima muestra un rango de 21.5°C hasta 34.8°C, siendo el mes de junio el más caluroso. La precipitación que se presentan en el SAR muestra un rango de 600 hasta 1200 mm de agua, siendo los meses de junio a agosto los de mayor precipitación. Mientras que los días en su mayoría llegan a ser hasta 5 días al mes.

Los fenómenos climatológicos que se presentan en el SAR muestran un bajo riesgo por bajas temperaturas, al igual que la presencia de granizo. En el caso de temperaturas extremas, el peligro que se tiene por ondas cálidas es bajo en todo el SAR, a excepción de la parte sur. Respecto a la formación de huracanes y tormentas tropicales, se presentan en los meses de junio a octubre y, de acuerdo a sus trayectorias, se ha observado que estos fenómenos se acercan poco a las costas deltaicas de Veracruz y Tamaulipas.

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.

La principal fisiografía que se desarrolla en el SAR es la Llanura Costera del Golfo Norte. Esta provincia se subdivide en 4 subprovincias, de las cuales la Subprovincia Llanura Costera del Golfo Norte, corresponde al 100% de la superficie del SAR. Dentro de este complejo se encuentran la Sierra de Tamaulipas y la Sierra de San Carlos.

En el SAR se encuentran 20 subtipos de suelo, de cuales, los principales son: Vertisol y Regosol. El tipo de rocas que se encuentran en el área del SAR son areniscas, conglomerado, caliza, lutita, ígneas extrusivas ácidas e ígneas extrusivas intermedias, ígnea intrusiva intermedia, siendo la unidad litológica dominante la mezcla de Lutita-Arenisca.

Las provincias geológicas que están dentro del SAR son el Alto de Tamaulipas, Burgos, el Cinturón Extensional Quetzalcóatl, Cordilleras Mexicanas, Salina del Bravo y Tampico – Misantla. En cuanto a provincias petroleras, se encuentran Burgos, Golfo de México Profundo y Tampico – Misantla.

La localización del Área Contractual 12 en el Golfo de México comprende un sistema semicerrado con una entrada de agua oceánica por el Mar Caribe. Particularmente, el SAR comprende la plataforma de Tamaulipas y Veracruz, la cual está fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa. La batometría en el SAR varía entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,700 m de profundidad. Asimismo, se observa que el Área Contractual 12 se encuentra a una profundidad entre 1, 400 m y 2, 300 m.

En el caso de la geomorfología marina presente, se cuenta con varios contrastes, en su mayoría se encuentra el talud continental que cubre en su totalidad el Área Contractual 12. La segunda porción de mayor magnitud es la plataforma continental, en la cual se ubican algunas islas; y una pequeña área de pie del continente.

La ocurrencia de sismos que se presenta en el SAR es baja, ubicándose en la región sísmica a zona A y B. Además, se presenta alejado de las zonas de deslizamientos La vulnerabilidad que presenta el SAR a fenómenos como hundimientos va de baja, media y alta, presentando la mayor parte del terreno una vulnerabilidad media. El único volcán activo que se presenta en el SAR es el de Aldama, ubicado en el estado de Tamaulipas.

El SAR se ubica en tres regiones hidrológicas: San Fernando-Soto la Marina, Pánuco y Norte de Veracruz. Los sistemas fluviales que se presentan en estas regiones están dominados por afluentes de gran importancia, como son: el río Tuxpan-Nautla y el río Pánuco. Además de varios sistemas lagunares, dentro de los que destaca la laguna de Tamiahua.

Respecto a la calidad de agua del Área Contractual, obtenida del estudio de Línea Base Ambiental (PETRONAS, 2019), no se detectaron alteraciones en la columna de agua. De acuerdo a los

resultados de metales pesados, se detectaron únicamente aluminio y vanadio, aunque ninguno de ellos rebasó los criterios de comparación. Tampoco se detectaron HAP ni BTEX. En ambos casos, todas las detecciones fueron menores al límite de cuantificación del equipo. Las detecciones de HTP en su fracción pesada se detectaron principalmente en el estrato profundo; en este caso puede deberse a la presencia de gas e hidrocarburos líquidos que se filtran a la superficie a través de fracturas, fallas, planos de estratificación y discordancias geológicas dentro del Área Contractual 12.

El SAR pertenece a la provincia hidrogeológica de Planicie costera del Golfo de México. La hidrogeología que caracteriza a esta zona se compone en su mayoría de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, así como de terrazas marinas, gravas, arenas, limos, depósitos aluviales y lacustres.

La velocidad del viento de acuerdo a las estaciones meteorológicas es de 8.80 m/s como máximo, estos en predominancia hacia el Norte, Nornoroeste y Sureste, La dirección del viento es hacia el norte y el sureste.

El registro de datos de flora y fauna terrestre se obtuvo del portal de Enciclovida (CONABIO, 2019). De acuerdo a esta información, el SAR cuentan con una abundancia de 7, 679 individuos de especies de flora terrestre y una riqueza de 2, 965 especies. De estos, 133 especies se encuentran en alguna categoría dentro de la NOM-059, de las cuales: 67% en la categoría de amenazada, 16% de en peligro de extinción y 17% están sujetas a protección especial. Aunque no se cuenta con registros de fauna marina, la literatura indica la presencia de algas marinas bénticas. Especies como son *Ulva fasciata*, *Enteromorpha* o de *Cladophora,* se encuentran expuestas en la facie rocosa. En cambio, en sitios rocosos con fuerte oleaje y salinidad constante se encuentran principalmente *Chaetomorpha media*, *Sargassum vulgare*, *Gelidium floridanum* y *Amphiroa fragilissima.* Bosques sumergidos también están presentes y son dominados por algas pardas (*Macrocystis pyrifera).*

La abundancia de Fauna terrestres está compuesta por 5,929 individuos. El grupo que presentó un mayor número de registro fueron las aves, seguido del grupo de peces, mamíferos, reptiles y anfibios. En cambio, la riqueza dentro del SAR es de 1,221 especies diferentes, de las cuales 89 son endémicas. De las especies enlistadas en la NOM-059, 92 especies se encuentran en protección especial, 46 están amenazadas y 26 en peligro de extinción.

Respecto a la fauna marina, la comunidad planctónica está dominada por diatomeas y dinoflagelados. Mientras que los crustáceos, fueron la familia mejor representada. Del macrobentos se obtuvieron 1,633 individuos, mientras que el Filo Foraminifera, con la familia Cibicididae fue taxón más abundante. Se obtuvieron 298 individuos en la comunidad de Meiobentos los Fila Crustacea y Bryozoa se encontraron pobremente representados.

Se avistaron tres especies protegidas de mamíferos marinos (delfín de dientes rugosos, delfín de Clymene y delfín moteado tropical), y cuatro especies de aves no protegidas (petrel, piquero pardo gaviota reidora americana y fregata magnífica). No existieron avistamientos de tortugas marinas.

En el SAR se sitúa el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, el cual está constituido por corales pétreos. Se reconoce la presencia de 31 especies de escleractinios y dos hidrocorales. Entre las especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059, se encuentran los cnidarios coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y el coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) en la categoría Pr, lo que significa que están sujetas a protección especial.

Del apartado socioeconómico se presentó el análisis de los aspectos sociales, demográficos y económicos de los municipios de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz. Destaca la importancia económica que ha tenido la actividad portuaria, la cual juega un papel crítico en la economía municipal y regional; por lo que se considera un polo de desarrollo para ambos estados. El sector de producción y extracción de petróleo crudo y gas natural, también representa una gran importancia en toda esta zona, ya que es fuente de empleo para un gran número de personas, lo que ha fomentado la actividad económica local.

Por último, se determinó la fragilidad del paisaje ante la construcción del Proyecto. De ello se concluyó que la el paisaje no será afectado dado que la construcción se desarrollará en aguas profundas ubicadas aproximadamente a 109 km al sureste del puerto de Tampico, Tamaulipas y aproximadamente a 146 km al noreste del puerto de Tuxpan, Veracruz, respecto a la superficie continental. Asimismo, ninguna de las zonas frágiles será afectadas ya que tanto la construcción como las actividades de desarrollo se harán alejadas a estas.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

CAPÍTULO V 1

V.1 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 2

V.1.2 Metodologías de Evaluación y Justificación de la metodología seleccionada 2

V.1.2.1 Metodología Conesa (2003) 4

V.1.2.1.1 Criterios y Metodologías de Identificación y Evaluación 4

V.1.2.1.1 Caracterización de los impactos 6

V.1.3 Evaluación del proyecto 7

V.1.3.1 Identificación de fuentes de impacto 7

V.1.3.2 Identificación de factores e indicadores ambientales 8

V.1.3.3 Identificación de Impactos Ambientales 11

V.1.3.3.1 Matriz de Importancia 15

V.1.4 Valoración de los impactos 28

V.1.5 Impactos y medidas de mitigación relevantes (moderados y altos) para el proyecto ..

..... 91

V.1 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.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 del mismo. 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**.**

V.1.2 Metodologías de Evaluación y Justificación de la metodología seleccionada.

Conesa (2003) establece que, previó 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 descritas en la Tabla V-2.

Esta última matriz nos permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el medio para posteriormente obtener una valoración de los mismos.

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.

V.1.2.1 Metodología Conesa (2003)

V.1.2.1.1 Criterios y Metodologías de Identificación y Evaluación

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 V-1.

Tabla V-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 del 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

Criterio	Carácter	Definición	Escala de Calificación
MOMENTO (MO) Plazo de manifestación del impacto (tiempo en que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto).	Largo plazo	Es aquel cuyo efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	1
	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 prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	4

Criterio	Carácter	Definición	Escala de Calificación
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 (2020)

V.1.2.1.1 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.

$$I = (^{+}_{-}) [3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]$$

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 V-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 ≤ I < 50	**Moderado**	La afectación no requiere prácticas de protección correctivas o intensivas.
50 ≤ 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 (2020)

V.1.3 Evaluación del proyecto

V.1.3.1 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.

V.1.3.2 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

V.1.3.3 Identificación de Impactos Ambientales

La Tabla V-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 V-3. Matriz de Identificación de Efectos o Impactos Ambientales.

Factor Ambiental			Exploración del Área Contractual 12								
			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 Poza	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			•	•		•			

Factor Ambiental			Exploración del Área Contractual 12								
			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 Poza	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos
		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)

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 V-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 V-4. Matriz de impactos (positivos y negativos) por etapas del proyecto.

Factor Ambiental			Exploración del Área Contractual 12								
			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 Poza	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		-	-						
	Economía	Local	+	+	+				+		+

Factor Ambiental			Exploración del Área Contractual 12								
			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 Poza	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos
Medio Socioeconómico		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 V-5, se muestra el total de impactos positivos y negativos que se podrían presentar durante el desarrollo del presente proyecto. La Figura V-1, muestra el comportamiento de los impactos negativos para las etapas del proyecto y en la Figura V-2, se muestra el comportamiento de los impacto positivos en las diferentes etapas del proyecto.

Tabla V-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 (2020)

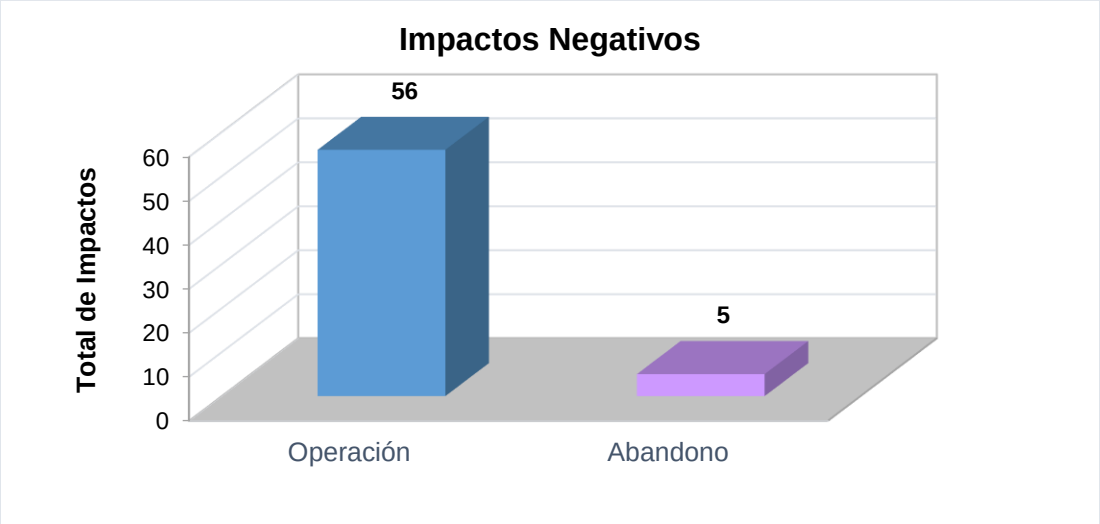


Figura V-1. Impactos Negativos identificados por etapa de proyecto

Fuente: TEMA (2020)

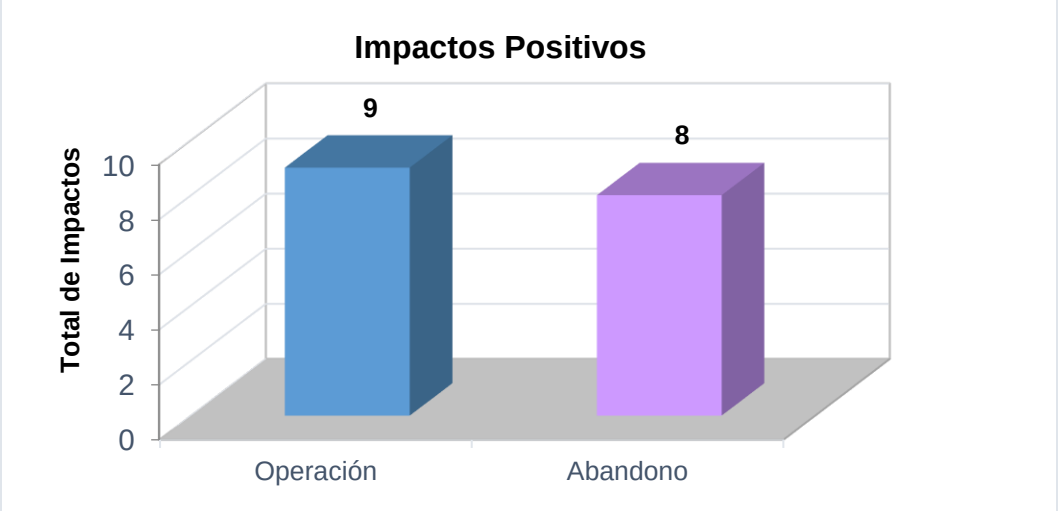


Figura V-2. Impactos Positivos identificados por etapa de proyecto

Fuente: TEMA (2020)

V.1.3.3.1 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 V-6, se presenta únicamente los impactos identificados negativos para el desarrollo del proyecto.

Tabla V-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

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	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	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

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]	
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
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

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	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
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

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	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 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	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)	EFECTO (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

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	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 el uso de explosivos	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	24	BAJO
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

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	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 desalinizadora	Mamíferos marinos	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	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

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	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
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	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	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)	EFECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	I=+ [3(I) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]	
				sustancias radioactivas													
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
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

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	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 (2020)

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 V-3 se presenta el total de impactos negativos con base a la ecuación de Conesa.

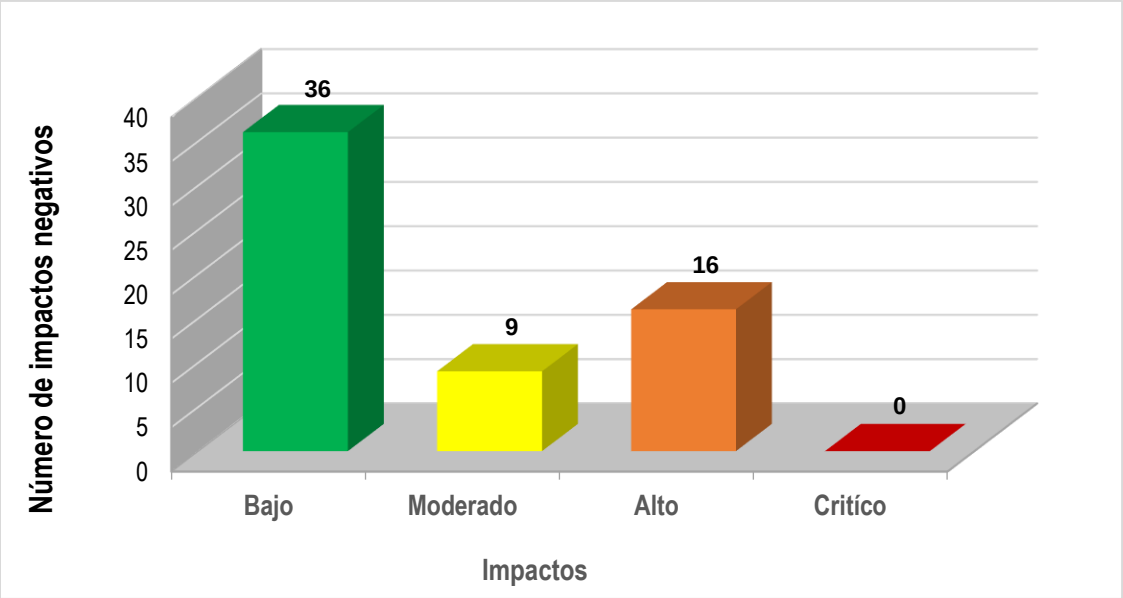


Figura V-3. Impactos negativos con base a Conesa

Fuente: TEMA (2020)

La Figura V-4 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.

V.1.4 Valoración de los impactos

Las tablas Tabla V-7 a Tabla V-67 que a continuación se presentan, describen los impactos adversos identificados para el presente proyecto con base a la ponderación de Conesa.

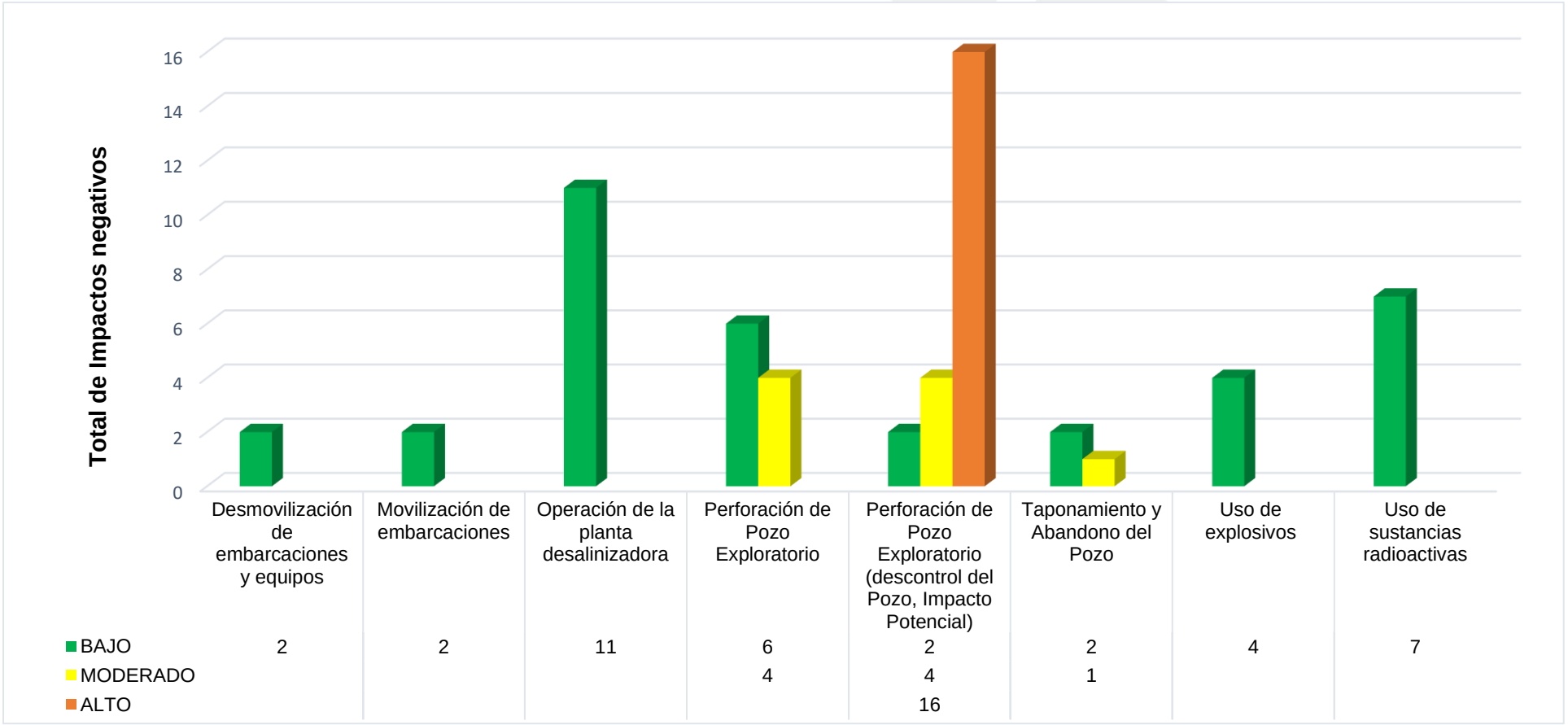


Figura V-4. Total de Impactos por actividades

Tabla V-7. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Movilización de embarcaciones, Calidad.

Operación	Movilización de Embarcaciones	Atmósfera	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media, cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 23	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-8. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Perforación del Pozo Exploratorio, Calidad.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Atmósfera	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media, cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 23	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-9. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Taponamiento y Abandono del Pozo, Calidad.

Abandono	Taponamiento y Abandono del Pozo	Atmósfera	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media, cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 23	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-10. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Desmovilización de embarcaciones y Equipos, Calidad

Abandono	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos	Atmósfera	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media, cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 23	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-11. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Movilización de embarcaciones, Ruido.

Operación	Movilización de Embarcaciones	Atmósfera	Ruido
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 20	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-12. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Perforación del Pozo Exploratorio, Ruido.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Atmósfera	Ruido
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media, cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 23	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-13. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Uso de explosivos, Ruido

Abandono	Uso de explosivos	Atmósfera	Ruido
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	La recuperabilidad se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata	
Importancia del Impacto	(-) 19	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-14. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Taponamiento y Abandono del Pozo, Ruido

Abandono	Taponamiento y Abandono del Pozo	Atmósfera	Ruido
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 20	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-15. Valoración de Impactos en la Atmósfera, Desmovilización de Embarcaciones y Equipos, Ruido

Abandono	Desmovilización de Embarcaciones y Equipos	Atmósfera	Ruido
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	La recuperabilidad se considera a mediano plazo ya que hay posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 20	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-16. Valoración de Impactos en el Lecho Marino, Perforación del Pozo Exploratorio, Superficie.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Lecho Marino	Superficie
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	4	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es permanente ya que su efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.	
Periodicidad	4	La periodicidad es continua, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	8	Se considera irrecuperable, aquel en el que la alteración del medio o pérdida es imposible de reparar.	
Importancia del Impacto	(-) 35	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-17. Valoración de Impactos en el Lecho Marino, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Superficie.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Lecho Marino	Superficie
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media, cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	4	El área de influencia del impacto es extensa, cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	4	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es permanente ya que su efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que el total de la manifestación es la suma de los efectos simples provocados por acciones que actúan simultáneamente.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.	
Periodicidad	4	La periodicidad es continua, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	8	Se considera irrecuperable, aquel en el que la alteración del medio o pérdida es imposible de reparar.	
Importancia del Impacto	(-) 45	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-18. Valoración de Impactos en el Lecho Marino, Taponamiento y Abandono del Pozo, Superficie.

Abandono	Taponamiento y Abandono del Pozo	Lecho Marino	Superficie
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	4	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es permanente ya que su efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.	
Periodicidad	4	La periodicidad es continua, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	8	Se considera irrecuperable, aquel en el que la alteración del medio o pérdida es imposible de reparar.	
Importancia del Impacto	(-) 35	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-19. Valoración de Impactos en el Lecho Marino, Perforación del Pozo Exploratorio, Sedimentos Marinos.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Lecho Marino	Sedimentos Marinos
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	2	La extensión es parcial ya que la acción impactante supone una incidencia apreciable en el medio.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, cuando el total de la manifestación es la suma de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	se considera a mediano plazo ya que la posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo	
Importancia del Impacto	(-) 26	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-20. Valoración de Impactos en el Lecho Marino, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Sedimentos Marinos.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Lecho Marino	Sedimentos Marinos
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta, cuyo efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	4	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es permanente, cuyo efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que el total de la manifestación es la suma de los efectos simples provocados por acciones que actúan simultáneamente.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	4	La periodicidad es continua, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	8	Se considera irrecuperable, aquel en el que la alteración del medio o pérdida es imposible de reparar.	
Importancia del Impacto	(-) 45	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-21. Valoración de Impactos en el Lecho Marino, Uso de explosivos, Sedimentos Marinos.

Operación	Uso de explosivos	Lecho Marino	Sedimentos Marinos
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media, cuyo efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	2	La extensión es parcial cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es continua, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	Se considera irrecuperable, aquel en el que la alteración del medio o pérdida es imposible de reparar.	
Importancia del Impacto	(-) 24	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-22. Valoración de Impactos en el Agua, Perforación del Pozo Exploratorio, Calidad.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Agua	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-23. Valoración de Impactos en el Agua, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Calidad

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Agua	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	4	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	4	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	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.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 47	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-24. Valoración de Impactos en el Agua, Operación de la planta desalinizadora, Calidad

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Agua	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	2	El plazo de su manifestación es a mediano plazo ya el efecto tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódico ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	1	Se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 18	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-25. Valoración de Impactos en el Agua, Uso de sustancias radioactivas, Calidad

Operación	Uso de sustancias radioactivas	Agua	Calidad
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	1	El plazo de su manifestación es a largo plazo ya efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	Se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 16	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-26. Valoración de Impactos en el Agua, Perforación del Pozo Exploratorio, Turbidez.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Agua	Turbidez
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-27. Valoración de Impactos en el Agua, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Turbidez.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Agua	Turbidez
	Caracterización Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es media ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	4	El área de influencia del imparto es extensa ya que el efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.	
Momento	2	El plazo de su manifestación es a mediano plazo ya que el efecto tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	Se considera a mediano plazo ya que la posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 28	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-28. Valoración de Impactos en el Agua, Uso de explosivos, Turbidez.

Operación	Uso de explosivos	Agua	Turbidez
	Caracterización Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor baja ya que el efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	2	El área de influencia del imparto es parcial ya que efecto supone una incidencia apreciable en el medio.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el plazo de manifestación del impacto nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	Se considera a mediano plazo ya que la posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-29. Valoración de Impactos en Arrecifes coralinos, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Distribución.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Arrecifes coralinos	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	8	El grado de la incidencia sobre el factor es muy alta, ya que el efecto se manifiesta como una modificación del medio, de los recursos naturales, que expresa una destrucción casi total del factor.	
Extensión	8	La extensión es total, ya que la acción del efecto se manifiesta de manera generalizada no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	2	El plazo de su manifestación es a mediano plazo debido a que tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	
Persistencia	4	El efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone, en este caso, dificultad extrema de retornar.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.	
Efecto	1	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.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, dado que el efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 62	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-30. Valoración de Impactos en Arrecifes coralinos, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Abundancia.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Arrecifes coralinos	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	8	El grado de la incidencia sobre el factor es muy alta, ya que el efecto se manifiesta como una modificación del medio, de los recursos naturales, que expresa una destrucción casi total del factor.	
Extensión	8	La extensión es total, ya que la acción del efecto se manifiesta de manera generalizada no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	2	El plazo de su manifestación es a mediano plazo debido a que tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	
Persistencia	4	El efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone, en este caso, dificultad extrema de retornar.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.	
Efecto	1	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.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, dado que el efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 62	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-31. Valoración de Impactos en Arrecifes coralinos, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), NOM-059.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Arrecifes coralinos	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	8	El grado de la incidencia sobre el factor es muy alta, ya que el efecto se manifiesta como una modificación del medio, de los recursos naturales, que expresa una destrucción casi total del factor.	
Extensión	8	La extensión es total, ya que la acción del efecto se manifiesta de manera generalizada no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	2	El plazo de su manifestación es a mediano plazo debido a que tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	
Persistencia	4	El efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, la duración del efecto es superior a los 10 años.	
Reversibilidad	4	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es irreversible, ya que su efecto supone, en este caso, dificultad extrema de retornar.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.	
Efecto	1	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.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, dado que el efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 62	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-32. Valoración de Impactos en la Comunidad Planctónica, Operación de la planta desalinizadora, Distribución.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Planctónica	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-33. Valoración de Impactos en la Comunidad Planctónica, Operación de la planta desalinizadora, Abundancia.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Planctónica	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-34. Valoración de Impactos en la Comunidad Planctónica, Uso de sustancias radioactivas, Abundancia.

Operación	Uso de sustancias radioactivas	Comunidad Planctónica	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	1	El plazo de su manifestación es a largo plazo ya que el efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	La recuperabilidad se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 16	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-35. Valoración de Impactos en la Comunidad Planctónica, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Distribución.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Planctónica	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-36. Valoración de Impactos en la Comunidad Planctónica, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Abundancia.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Planctónica	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-37. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Perforación del Pozo Exploratorio, Distribución.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Comunidad Bentónica	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	2	La extensión es parcial cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.	
Momento	2	El plazo de su manifestación es a mediano plazo ya que el efecto tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo ya que el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 29	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-38. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Perforación del Pozo Exploratorio, Abundancia

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Comunidad Bentónica	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	2	La extensión es parcial cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.	
Momento	2	El plazo de su manifestación es a mediano plazo ya que el efecto tarda en manifestarse en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo ya que el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 29	MODERADO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-39. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Distribución.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Bentónica	Distribución
	Caracterización Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-40. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Abundancia.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Comunidad Bentónica	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-41. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Operación de la planta desalinizadora, Distribución.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Bentónica	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es bajo ya que el efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	El área de influencia del impacto es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de manifestación del impacto es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódico, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera recuperable a mediano plazo ya que la posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-42. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Operación de la planta desalinizadora, Abundancia.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Comunidad Bentónica	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es bajo ya que el efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	El área de influencia del impacto es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de manifestación del impacto es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódico, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera recuperable a mediano plazo ya que la posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-43. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Uso de explosivos, Distribución.

Operación	Uso de explosivos	Comunidad Bentónica	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	2	El grado de la incidencia sobre el factor es mediana ya que el efecto se manifiesta en la alteración de algunos de los factores del medio, sin repercusión en el futuro.	
Extensión	1	El área de influencia del impacto es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de manifestación del impacto es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	2	Se considera recuperable a mediano plazo ya que la posibilidad de retornar a las condiciones después de un cierto tiempo.	
Importancia del Impacto	(-) 24	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-44. Valoración de Impactos en la Comunidad Bentónica, Uso de sustancias radioactivas, Abundancia.

Operación	Uso de sustancias radioactivas	Comunidad Bentónica	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	El área de influencia del impacto es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	1	El plazo de manifestación del impacto es a largo plazo cuyo efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	Se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 16	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-45. Valoración de Impactos en Mamíferos Marinos, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Distribución.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Mamíferos Marinos	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-46. Valoración de Impactos en Mamíferos Marinos, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Abundancia.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Mamíferos Marinos	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-47. Valoración de Impactos en Mamíferos Marinos, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), NOM-059.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Mamíferos Marinos	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-48. Valoración de Impactos en la Mamíferos Marinos, Operación de la planta desalinizadora, Distribución.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Mamíferos Marinos	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que el efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-49. Valoración de Impactos en la Mamíferos Marinos, Operación de la planta desalinizadora, Abundancia.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Mamíferos Marinos	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que el efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-50. Valoración de Impactos en la Mamíferos Marinos, Operación de la planta desalinizadora, NOM-059.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Mamíferos Marinos	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que el efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-51. Valoración de Impactos en la Mamíferos Marinos, Uso de sustancias radioactivas, Abundancia.

Operación	Uso de sustancias radioactivas	Mamíferos Marinos	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	1	El plazo de su manifestación es a largo plazo cuyo efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que el efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	La recuperabilidad se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 16	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-52. Valoración de Impactos en la Mamíferos Marinos, Uso de sustancias radioactivas, NOM-059.

Operación	Uso de sustancias radioactivas	Mamíferos Marinos	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	1	El plazo de su manifestación es a largo plazo cuyo efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que el efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	La recuperabilidad se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 16	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-53. Valoración de Impactos en Tortugas Marinas, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Distribución.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Tortugas Marinas	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-54. Valoración de Impactos en Tortugas Marinas, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Abundancia.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Tortugas Marinas	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-55. Valoración de Impactos en Tortugas Marinas, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), NOM-059.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Tortugas Marinas	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-56. Valoración de Impactos en la Tortugas Marinas, Operación de la planta desalinizadora, Distribución.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Tortugas Marinas	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-57. Valoración de Impactos en la Tortugas Marinas, Operación de la planta desalinizadora, Abundancia.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Tortugas Marinas	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-58. Valoración de Impactos en la Tortugas Marinas, Operación de la planta desalinizadora, NOM-059.

Operación	Operación de la planta desalinizadora	Tortugas Marinas	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	2	La periodicidad es periódica, ya que su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	
Recuperabilidad	2	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-59. Valoración de Impactos en la Tortugas Marinas, Uso de sustancias radioactivas, Abundancia.

Operación	Uso de sustancias radioactivas	Tortugas Marinas	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	1	El plazo de su manifestación es a largo plazo cuyo efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que el efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	La recuperabilidad se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 16	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-60. Valoración de Impactos en la Tortugas Marinas, Uso de sustancias radioactivas, NOM-059.

Operación	Uso de sustancias radioactivas	Tortugas Marinas	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	1	El plazo de su manifestación es a largo plazo cuyo efecto tarda en manifestarse más de cinco años.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es fugaz ya que el efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	1	La recuperabilidad se considera recuperable de manera inmediata ya que existe la posibilidad de retornar a las condiciones ambientales iniciales en forma inmediata.	
Importancia del Impacto	(-) 16	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-61. Valoración de Impactos en Aves Marinas, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Distribución.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Aves Marinas	Distribución
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-62. Valoración de Impactos en Aves Marinas, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Abundancia.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Aves Marinas	Abundancia
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-63. Valoración de Impactos en Aves Marinas, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), NOM-059.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Aves Marinas	NOM-059
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	4	El grado de la incidencia sobre el factor es alta ya que el efecto se manifiesta en la alteración del algunos de los factores del medio, que puedan producir en el futuro repercusiones apreciables en el medio.	
Extensión	8	El efecto se manifiesta de manera generalizada y no admite ubicación precisa en todo el entorno considerado.	
Momento	8	El plazo de manifestación del impacto es crítico, independientemente del plazo de manifestación.	
Persistencia	2	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a temporal ya que la duración del efecto es entre 1 y 10 años.	
Reversibilidad	2	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.	
Sinergia	2	Sinérgico, ya que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples sobre un factor.	
Acumulación	4	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es acumulativo, ya que el efecto, que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 55	ALTO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-64. Valoración de Impactos en el Paisaje, Perforación del Pozo Exploratorio, Calidad Visual

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Paisaje	Calidad Visual
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-65. Valoración de Impactos en el Paisaje, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Calidad Visual.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Paisaje	Calidad Visual
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-66. Valoración de Impactos en el Paisaje, Perforación del Pozo Exploratorio, Fondo Escénico.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio	Paisaje	Fondo Escénico.
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-67. Valoración de Impactos en el Paisaje, Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial), Fondo Escénico.

Operación	Perforación del Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Paisaje	Fondo Escénico.
	Caracterización del Impacto Ambiental	Descripción	
Intensidad	1	El grado de la incidencia sobre el factor es baja, cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.	
Extensión	1	La extensión es puntual ya que la acción impactante produce un efecto muy localizado.	
Momento	4	El plazo de su manifestación es inmediato ya que el tiempo de manifestación del efecto es nulo.	
Persistencia	1	El tiempo que permanece el efecto de su aparición es a corto plazo ya que la duración del efecto es inferior a un año.	
Reversibilidad	1	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado desde su aparición es a corto plazo, ya que las condiciones del ambiente se recuperan inmediatamente.	
Sinergia	1	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.	
Acumulación	1	El incremento progresivo de la manifestación del efecto es simple, ya que una acción no produce efectos acumulativos en el medio.	
Efecto	4	El efecto es directo, ya que el efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	
Periodicidad	1	La periodicidad es irregular, ya que su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	
Recuperabilidad	4	Se considera mitigable, efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana.	
Importancia del Impacto	(-) 22	BAJO	

Fuente: TEMA (2020)

V.1.5 Impactos y medidas de mitigación relevantes (moderados y altos) para el proyecto

La Tabla V-68 y Tabla V-69 presentan los impactos identificados como relevantes (moderados y altos) para el componente ambiental Abiótico y Biótico.

Del componente Abiótico se identificaron 7 impactos moderados. Mientras que del componente Biótico se identificaron 2 impactos moderados y 16 Altos.

En estas tablas se muestra el valor de importancia de los impactos ocasionados de acuerdo con el factor ambiental impactado y las actividades que ocasionan dicho impacto. Además, se muestran las medidas de mitigación, así como su vinculación legal.

Finalmente, se muestra el valor de impacto después de llevar a cabo la medida de mitigación.

Una vez que se lleven a cabo las medidas de mitigación el Impacto será Bajo para todos los factores ambientales.

Tabla V-68. Impactos y medidas de mitigación en el componente ambiental Abiótico.

MEDIO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	IMPORTANCIA/ SIGNIFICANCIA	MEDIDA DE GESTIÓN O CONTROL	VINCULACIÓN LEGAL
MEDIO ABIÓTICO	Perforación Pozo Exploratorio	Modificación de la superficie durante la perforación del Pozo. Remoción de partículas durante la perforación del Pozo. Descarga de fluidos lodo con base sintética (SBM).	Lecho Marino	Cambio en la estructura y calidad de sedimento marino. Alteración de características fisicoquímicas del sedimento debido a la remoción de partículas durante la perforación y la descarga de fluidos con base sintética (SBM).	Moderado	✓El vertimiento de lodos con base sintética (SBM) al mar, se hará con previa autorización de la autoridad correspondiente. Las cantidades serán 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), así como los procedimientos requeridos por las regulaciones locales vigentes. ✓En caso de no ser aceptado el vertimiento de SBM al mar, se aplicará el Plan de Manejo de Control de Sólidos para su disposición en tierra. ✓Implementación de medidas de gestión adecuadas para residuos domésticos, aguas residuales y aquellos que requieren un tratamiento especial de conformidad con la legislación mexicana. ✓El buque de perforación contará con planta de tratamiento, que dará cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-1996. ✓Uso de buenas prácticas en el diseño, elección, operación y mantenimiento de sistemas de perforación y posicionamiento dinámico.	✓Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicana. ✓NOM-149-SEMARNAT-2006. ✓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. ✓Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. y su Reglamento. ✓Ley de Vertimiento en Zonas Marinas Mexicanas.
	Perforación Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial)	Potencial derrame de hidrocarburos	Lecho Marino	Acumulación de hidrocarburos e en la superficie y sedimentos del fondo marino.			
			Agua	Alteración de las características fisicoquímicas en la calidad agua.			
	Taponamiento y Abandono del Pozo		Lecho Marino	Modificación de la superficie durante la cementación del Pozo			

MEDIO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	IMPORTANCIA/ SIGNIFICANCIA	MEDIDA DE GESTIÓN O CONTROL	VINCULACIÓN LEGAL
						✓Plan de Respuestas a Emergencias de la empresa PETRONAS; revisión B, 28/01/2019 así como los procedimientos requeridos por las regulaciones locales vigentes. ✓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. ✓Plan de Manejo de Aguas residuales. ✓Plan de Vigilancia Ambiental. ✓Plan de Manejo de Residuos Sólidos. ✓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. ✓Sistema de agua contra incendio. ✓Sistema de supresión de gas y fuego. ✓Control de equipo en caso de fuga de aceite ✓Sistema de apagado de emergencia. ✓Sistemas de protección (alarmas sonoras y visibles y	

MEDIO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	IMPORTANCIA/ SIGNIFICANCIA	MEDIDA DE GESTIÓN O CONTROL	VINCULACIÓN LEGAL
						equipos de respiración autónomos). ✓ Coordinación con las autoridades marítimas, para el seguimiento de otros buques de apoyo. ✓ La perforadora está equipada con un pequeño kit de derrames.	

Fuente: TEMA (2020)

Tabla V-69. Impactos y medidas de mitigación en el componente ambiental Biótico.

MEDIO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	IMPORTANCIA/SIGNIFICANCIA	MEDIDA DE GESTIÓN O CONTROL	VINCULACIÓN LEGAL
MEDIO BIOTICO	Perforación Pozo Exploratorio	Descarga de fluidos lodo con base sintética (SBM).	**Comunidad Bentónica** Distribución y Abundancia	- Alteración de la abundancia y distribución de la comunidad Bentónica debido a la descarga de fluidos con base sintética (SBM).	Moderado	✓El vertimiento de lodos con base sintética (SBM) al mar, se hará con previa autorización de la autoridad correspondiente. Las cantidades serán 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), así como los procedimientos requeridos por las regulaciones locales vigentes. ✓En caso de no ser aceptado el vertimiento de SBM al mar, se aplicará el Plan de Manejo de Control de Sólidos para su disposición en tierra. ✓ Implementación de medidas de gestión adecuadas para residuos domésticos, aguas residuales y aquellos que requieren un tratamiento especial de conformidad con la legislación mexicana. ✓El buque de perforación contará con planta de tratamiento, que dará cumplimiento al convenio de	✓ Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas. ✓ NOM-149-SEMARNAT-2006. ✓ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. y su Reglamento. ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento. ✓ NOM-143-SEMARNAT-2003. ✓ NOM-001-SEMARNAT-2018. ✓ MARPOL 73/78. ✓ NOM-059-SEMARNAT-2010. ✓ Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. ✓ Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.
	Perforación Pozo Exploratorio (descontrol del Pozo, Impacto Potencial	Potencial derrame de hidrocarburos	**Comunidad Planctónica** Distribución y Abundancia	- Alteración de la abundancia y distribución de especies debido a cambios fisicoquímicos en la columna de agua en la zona. Reducción de la productividad primaria debido al deterioro de las propiedades de la columna de agua. especies.	Alto		
			Comunidad Bentónica Distribución y Abundancia				
			Arrecifes Coralinos Abundancia y NOM-059	- Alteración de la abundancia por la reducción en la taza de fotosíntesis. - Afectación de: la reproducción del coral, así como su crecimiento, comportamiento y desarrollo.			

MEDIO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	IMPORTANCIA/SIGNIFICANCIA	MEDIDA DE GESTIÓN O CONTROL	VINCULACIÓN LEGAL
			Mamíferos Marinos: Distribución, Abundancia y especies enlistadas dentro de las NOM-059.	- Cambios en la distribución espacial de mamíferos marinos, aves y otras especies marinas debido a la presencia de infraestructura y transporte. - Alteración de la abundancia de especies de mamíferos marinos, tortugas y aves que se distribuyen en las inmediaciones del Área Contractual por el cambio fisicoquímico del agua.		MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-1996. ✓Uso de buenas prácticas en el diseño, elección, operación y mantenimiento de sistemas de perforación y posicionamiento dinámico. ✓Plan de Respuestas a Emergencias de la empresa PETRONAS; revisión B, 28/01/2019 así como los procedimientos requeridos por las regulaciones locales vigentes. ✓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 ✓Plan de Manejo de Aguas residuales. ✓Plan de Vigilancia Ambiental. ✓Plan de Manejo de Sólidos. ✓Evitar el contacto con la vida silvestre, y no permitir que se arroje alimento u objetos que puedan atraer a dichos animales. ✓Se contará con un Programa de concientización para el personal participante, el cual incluirá temas de prohibición de pesca y/o aprovechamiento de especies	
			Tortugas marinas: Distribución, Abundancia y especies enlistadas dentro de las NOM-059.				
			Aves Marinas: Distribución, Abundancia y especies enlistadas dentro de las NOM-059				

MEDIO	ACTIVIDADES QUE GENERAN EL IMPACTO	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	IMPORTANCIA/SIGNIFICANCIA	MEDIDA DE GESTIÓN O CONTROL	VINCULACIÓN LEGAL
						de flora y fauna; así como evitar realizar, en la medida de lo posible, actividades en zonas reconocidas por tener abundancia de fauna marina. ✓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. ✓Sistema de agua contra incendio. ✓Sistema de supresión de gas y fuego. ✓Control de equipo en caso de fuga de aceite. ✓Sistema de apagado de emergencia. ✓Sistemas de protección (alarmas sonoras y visibles y equipos de respiración autónomos). ✓Coordinación con las autoridades marítimas, para el seguimiento de otros buques de apoyo. ✓La perforadora está equipada con un pequeño kit de derrames.	

Fuente: TEMA (2020)

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONTENIDO

CAPÍTULO VI 1

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 2

VI.1.1 Descripción y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental 20

VI.1.1.1 Plan de Monitoreo Ambiental 20

VI.1.1.2 Plan de Manejo de Residuos Sólidos 23

VI.1.1.3 Plan de Manejo de Aguas Residuales 23

VI.1.2 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas. 24

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

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 VI-6. del Capítulo V (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 250 Km aproximadamente, se deberá dar inicio a 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 Sayulita-1EXP se utilizará el Buque "PACIFIC KHAMSI". La superficie (lecho marino) requerida para este pozo es de 1 m^2. Esta actividad se realizará en un periodo máximo de 66 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 V, de manera particular para la perforación se dará cumplimiento con lo señalado en la NOM-149-SEMARNAT-2006 (Tabla VI-1).

Tabla VI-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 en su Modalidad Regional (MIA-R).
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 12, misma que ingresó a la ASEA mediante el contrato CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018. El estudio LBA se encuentra en el Anexo 2 del Capítulo III.
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	Se cumplirá con lo estipulado en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento. PC Carigali se

Disposiciones generales	Vinculación
recortes de perforación impregnados con los mismos no deben verterse al mar.	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 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

Disposiciones generales	Vinculación
	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 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

Disposiciones generales	Vinculación
	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 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

Disposiciones generales	Vinculación
	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 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, 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

Disposiciones generales	Vinculación
	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.
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	El buque de perforación contará con planta de tratamiento que dará cumplimiento al convenio de MARPOL y la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Disposiciones generales	Vinculación
particulares de descarga determinadas por la Comisión Nacional del Agua.	
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-1996.
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. Instalar señalamientos que indiquen que es un área de residuos. Mantenerse separada del almacén de materias primas o insumos.	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
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
Las acciones de taponamiento se deben efectuar conforme al Reglamento de Trabajos	

Disposiciones generales	Vinculación
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	con la disponibilidad de material y equipo al comenzar. 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 lineamentos de la 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 VI-2 se muestra lo referente al derrame de crudo.

Tabla VI-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 Petronas y los estándares de la industria. 5.Control de calidad y garantía de calidad en equipos y herramientas utilizados para barreras.	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**
		6.Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sistema de Gas y Fuego. 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.	

Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad (identificadas en sesiones de trabajo).	
		Medidas preventivas	Medidas mitigación
		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 acumulación en la costa aumenta a partir del día 5.2, cuya cantidad de masa es de 55.89 toneladas.

2) Mayor cantidad de masa en la costa: Donde la mayor masa total acumulada es de 60,850 toneladas. Esto a los 11.7 días de liberación del crudo.

De los escenarios que resultan de la simulación, el más cercano al que podría presentarse es el escenario 1, esto 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 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 VI-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 VI-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.

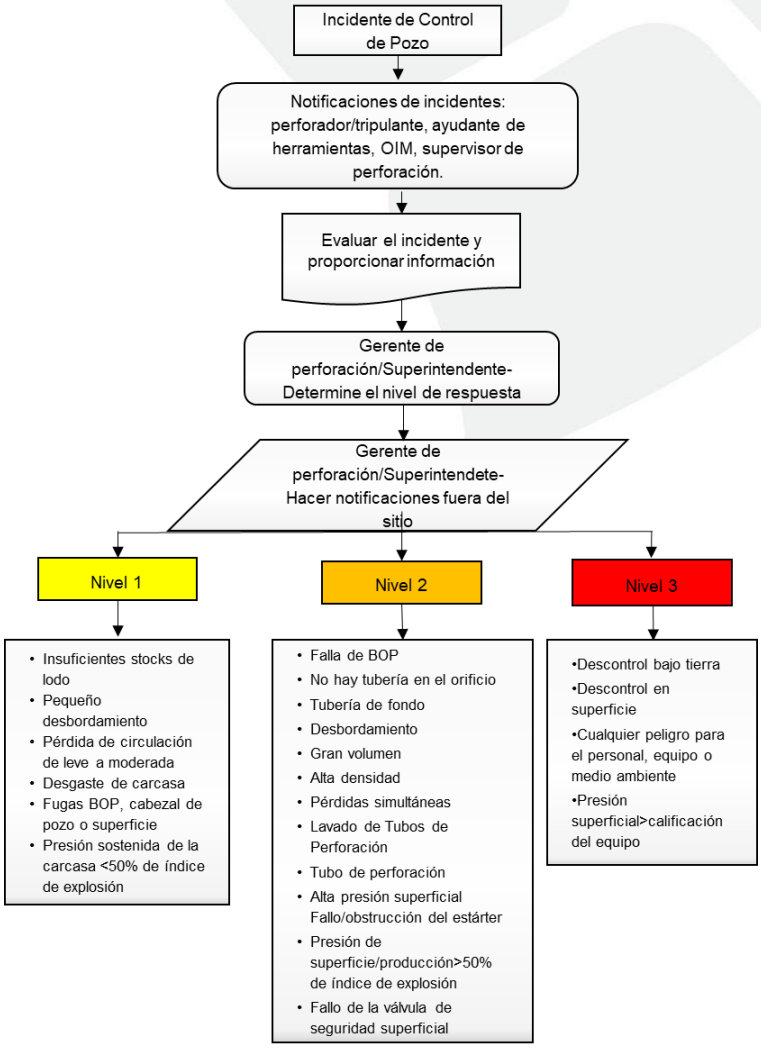


Figura VI-1. Nivel de respuesta a emergencias

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 VI-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.
- Servicio de vigilancia y respuesta a emergencias denominado Tier 1 y Tier 2.

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 del Capítulo II** se incluye el Plan de Respuesta a Emergencias, PETRONAS de fecha 28 de enero del 2019.

VI.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.

VI.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 12; 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 Calidad de Agua de Mar

Con el objetivo de determinar la calidad del agua marina, se consideran dos puntos de muestreo a tres profundidades: superficie, media y fondo.

La Tabla VI 4 presenta el total de muestras que se tomarán por cada concepto.

Tabla VI 4. Componentes para la determinación de la calidad del agua marina

Concepto	Estrato	No. muestras
Parámetros fisicoquímicos en agua. (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
Nutrientes en agua. (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
Metales pesados en agua (Hierro, Zinc, Cadmio, Plomo, Cobre, Cromo, Níquel, Cobalto, Vanadio, Bario, Estaño, Aluminio, Arsénico)	Superficie	2
	Media agua	2
	Fondo	2
Hidrocarburos en agua	Superficie	2
	Media agua	2
	Fondo	2

Monitoreo de 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 VI 5 presenta el total de muestras que se tomarán por cada concepto.

Tabla VI-5. Componentes para la determinación de la calidad de sedimentos

Concepto	No. muestras
Parámetros fisicoquímicos en sedimento. (Materia Orgánica Total, granulometría, Textura sedimentaria, Carbono Orgánico Total, Capacidad de Intercambio Catiónico, Potencial Redox)	4
Metales pesados en sedimento (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 (Hí), equidad (J) dominancia (ʎ), abundancia y densidad. Además, se incluye la identificación taxonómica de especies,

La Tabla VI-6 presenta el total de muestras que se tomarán por cada concepto.

Tabla VI-6. Componentes para la determinación de la comunidad bentónica y plantónica.

Comunidad	Concepto	Profundidad	No. muestras
Comunidad Planctónica	Fitoplancton	Superficie y zona fótica	2
	Zooplancton	Columna de agua (zona fótica a superficie)	2
	Ictioplancton	Columna de agua (zona fótica a superficie)	2
Comunidad Bentónica	Macrobentos	Fondo marino	2
	Meiobentos	Fondo marino	2

VI.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 12 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.

VI.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. Con base a lo anterior, deberá establecer 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.

Cabe señalar que el plan será 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.

De acuerdo con el Convenio MARPOL 73/78, las embarcaciones mayores de 200 toneladas o que estén autorizadas a transportar más de 10 personas y la unidad de perforación (se consideran como

buques mayores de 400 toneladas), 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).

Se contará con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual estará 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 (**Anexo 6 del Capítulo II**). La unidad permitirá 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-1996 antes de que se descarguen por la borda, evitando la contaminación de las aguas portuarias y costeras y de las vías navegables interiores.

Una vez tratada, el agua residual podrá ser descargada a una distancia superior a cuatro (4) millas de la tierra más próxima.

Además, 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.

VI.1.2 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

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.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

CAPÍTULO VII 1

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. 2

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO. 2

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 7

VII.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 7

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004), el SAR comprende cuatro tipos de clima: Cálido húmedo, Cálido subhúmedo, Semicálido húmedo y Templado subhúmedo.

El registro de datos obtenido de las estaciones meteorológicas muestra una temperatura media anual de 29.34 °C en promedio para todo el SAR, siendo la temperatura más baja que registra el sitio de 10.70°C, mientras que la temperatura máxima muestra un rango entre 21.5°C hasta 34.8°C, siendo el mes de junio el más caluroso. La precipitación que se presenta en el SAR muestra un rango entre 600 hasta 1200 mm de agua, siendo los meses de junio a agosto los de mayor precipitación.

Los fenómenos climatológicos que se presentan en el SAR muestran un bajo riesgo por bajas temperaturas, al igual que la presencia de granizo. En el caso de temperaturas extremas, el peligro que se tiene por ondas cálidas es bajo en todo el SAR, a excepción de la parte sur. Respecto a la formación de huracanes y tormentas tropicales, se presentan en los meses de junio a octubre y, de acuerdo a sus trayectorias, se ha observado que estos fenómenos se acercan poco a las costas deltaicas de Veracruz y Tamaulipas.

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.

La principal fisiografía que se desarrolla en el SAR es la Llanura Costera del Golfo Norte. Esta provincia se subdivide en 4 subprovincias, de las cuales la Subprovincia Llanura Costera del Golfo Norte, corresponde al 100% de la superficie del SAR. Dentro de este complejo se encuentran la Sierra de Tamaulipas y la Sierra de San Carlos.

En el SAR se encuentran 20 subtipos de suelo, los principales son: Vertisol y Regosol. El tipo de rocas que se encuentran en el área del SAR son areniscas, conglomerado, caliza, lutita, ígneas extrusivas ácidas e ígneas extrusivas intermedias, esta última es la unidad litológica dominante la mezcla de Lutita-Arenisca.

Las provincias geológicas que están dentro del SAR son el Alto de Tamaulipas, Burgos, el Cinturón Extensional Quetzalcóatl, Cordilleras Mexicanas, Salina del Bravo y Tampico – Misantla. En cuanto a provincias petroleras, se encuentran Burgos, Golfo de México Profundo y Tampico – Misantla.

La localización del Área Contractual 12 en el Golfo de México comprende un sistema semicerrado con una entrada de agua oceánica por el Mar Caribe. Particularmente, el SAR comprende la plataforma de Tamaulipas y Veracruz, la cual está fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa. La batimetría en el SAR varía entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,700 m de profundidad. Asimismo, se observa que el Área Contractual 12 se encuentra a una profundidad entre 1,400 m y 2,300 m.

En el caso de la geomorfología marina presente, se cuenta con varios contrastes, en su mayoría se encuentra el talud continental que cubre en su totalidad el Área Contractual 12. La segunda porción de mayor magnitud es la plataforma continental, en la cual se ubican algunas islas; y una pequeña área de pie del continente.

La ocurrencia de sismos que se presenta en el SAR es baja, ubicándose en la zona sísmica A y B (riesgo bajo y riesgo medio). Además, se presenta alejado de las zonas de deslizamientos.

La vulnerabilidad que presenta el SAR a fenómenos como hundimientos va de baja, media y alta, mostrando la mayor parte del terreno una vulnerabilidad media. El único volcán activo que se presenta en el SAR es el de Aldama, ubicado en el estado de Tamaulipas.

El SAR se ubica en tres regiones hidrológicas: San Fernando-Soto la Marina, Pánuco y Norte de Veracruz. Los sistemas fluviales que se presentan en estas regiones están dominados por afluentes de gran importancia, como son: el río Tuxpan-Nautla y el río Pánuco. Además de varios sistemas lagunares, dentro de los que destaca la laguna de Tamiahua.

Respecto a la calidad de agua del Área Contractual, obtenida del estudio de Línea Base Ambiental (PETRONAS, 2019), no se detectaron alteraciones en la columna de agua. De acuerdo a los resultados de metales pesados, se detectaron únicamente aluminio y vanadio, aunque ninguno de ellos rebasó los criterios de comparación. Tampoco se detectaron HAP´s (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) ni BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos). En ambos casos, todas las detecciones fueron menores al límite de cuantificación del equipo. Las detecciones de HTP (Hidrocarburos Totales de Petróleo) en su fracción pesada se detectaron principalmente en el estrato profundo; en este caso puede deberse a la presencia de gas e hidrocarburos líquidos que se filtran a la superficie a través de fracturas, fallas, planos de estratificación y discordancias geológicas dentro del Área Contractual 12.

El SAR pertenece a la provincia hidrogeológica de Planicie costera del Golfo de México. La hidrogeología que caracteriza a esta zona se compone en su mayoría de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, así como de terrazas marinas, gravas, arenas, limos, depósitos aluviales y lacustres.

La velocidad del viento de acuerdo a las estaciones meteorológicas es de 8.80 m/s como máximo, estos en predominancia hacia el Norte, Nornoroeste y Sureste. La dirección del viento va o se dirige del norte al sureste.

El registro de datos de flora y fauna terrestre se obtuvo del portal de Enciclovida (CONABIO, 2019). De acuerdo a esta información, el SAR cuentan con una abundancia de 7, 679 individuos de especies de flora terrestre y una riqueza de 2, 965 especies. De estos, 133 especies se encuentran en alguna categoría dentro de la NOM-059, de las cuales: 67% en la categoría de amenazada, 16% de en peligro de extinción y 17% están sujetas a protección especial. Aunque no se cuenta con registros de fauna marina, la literatura indica la presencia de algas marinas bénticas. Especies como son *Ulva fasciata*, *Enteromorpha* o *Cladophora,* se encuentran expuestas en la facie rocosa. En cambio, en sitios rocosos con fuerte oleaje y salinidad constante se encuentran principalmente *Chaetomorpha media*, *Sargassum vulgare*, *Gelidium floridanum* y *Amphiroa fragilissima.* Bosques sumergidos también están presentes y son dominados por algas pardas (*Macrocystis pyrifera).*

La abundancia de fauna terrestres está compuesta por 5,929 individuos. El grupo que presentó un mayor número de registro fueron las aves, seguido del grupo de peces, mamíferos, reptiles y anfibios. En cambio, la riqueza dentro del SAR es de 1,221 especies diferentes, de las cuales 89 son endémicas. De las especies enlistadas en la NOM-059, 92 especies se encuentran en protección especial, 46 están amenazadas y 26 en peligro de extinción.

Respecto a la fauna marina, la comunidad planctónica está dominada por diatomeas y dinoflagelados, mientras que los crustáceos, fueron la familia mejor representada. Del macrobentos se obtuvieron 1,633 individuos, mientras que el Filo Foraminífera, con la familia Cibicididae fue taxón más abundante. Se obtuvieron 298 individuos en la comunidad de Meiobentos los Fila Crustácea y Bryozoa se encontraron pobremente representados.

Se avistaron tres especies protegidas de mamíferos marinos (delfín de dientes rugosos, delfín de Clymene y delfín moteado tropical), y cuatro especies de aves no protegidas (petrel, piquero pardo, gaviota reidora americana y fregata magnífica). Cabe mencionar que durante la campaña oceanográfica no se tuvieron avistamientos de tortugas marinas, sin embargo, debido a la literatura y conocimiento previo de la zona se sabe que hay presencia de varias especies

En el SAR se sitúa el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, el cual está constituido por corales pétreos. Se reconoce la presencia de 31 especies de escleractinios y dos hidrocorales. Entre las especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059, se encuentran los cnidarios coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y el coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) en la categoría Pr, lo que significa que están sujetas a protección especial.

Del apartado socioeconómico se presentó el análisis de los aspectos sociales, demográficos y económicos de los municipios de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz. Destaca la importancia económica que ha tenido la actividad portuaria, la cual juega un papel crítico en la economía municipal y regional, por lo que se considera un polo de desarrollo para ambos estados.

El sector de producción y extracción de petróleo crudo y gas natural, también representa una gran importancia en toda esta zona, ya que es fuente de empleo para un gran número de personas, lo que ha fomentado la actividad económica local.

Por último, se determinó la fragilidad del paisaje ante la construcción del Proyecto. De ello se concluyó que el paisaje no será afectado dado que la construcción se desarrollará en aguas profundas ubicadas aproximadamente a 109 km al sureste del puerto de Tampico, Tamaulipas y aproximadamente a 146 km al noreste del puerto de Tuxpan, Veracruz, respecto a la superficie continental. Asimismo, ninguna de las zonas frágiles será afectadas ya que tanto la construcción como las actividades de desarrollo se harán alejadas a estas.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

El conjunto de obras y actividades serán desarrolladas en el Área Contractual AP-CM-G03 (en adelante Área Contractual 12), que se encuentra en la Cuenca Cordilleras Mexicanas, ubicada en el Golfo de México a 65 km aproximadamente del puerto de Tampico, Tamaulipas. 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-R02-L04-AP-CM-G03/2018.

Para el presente Proyecto se contemplan las siguientes actividades generales:

1. Exploración superficial y de riesgos: PC Carigali Mexico 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 12 se explorarán tres (3) prospectos potenciales: Sayulita-1EXP, considerado como prospecto

principal, y Álamos-1EXP y Adelta-1EXP (ambos aun sin ubicación), considerados como potenciales prospectos.

2. Exploración por perforación: Una vez recibidos los resultados de la exploración superficial y de riesgos, se llevará a cabo la perforación del Pozo Sayulita-1EXP. En caso de éxito en la exploración, el estimado tentativo es de 12 pozos de desarrollo, 6 pozos inyectores de agua y 2 pozos inyectores 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 3,099.432 km² y la profundidad del agua varía entre 1,400 m – 2,300 m aproximadamente.

Como prospecto principal se tiene contemplada la perforación del pozo Sayulita-1EXP, ubicado en las coordenadas UTM WGS84 768567.46 m E 2376012.45 m N. La superficie de lecho marino requerida para este pozo es de 1 m^2.

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.

Durante los trabajos de movilización de embarcaciones, perforación del pozo, y abandono del mismo; se identificaron impactos ambientales positivos y negativos.

Los impactos positivos benefician la economía local y requerirán de los servicios portuarios en los municipios de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz.

Los impactos negativos inciden en la calidad del aire, calidad del agua, superficie y sedimentos del lecho marino, arrecifes coralinos, 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.

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.

VII.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.

Cabe señalar, que el desarrollo del Plan de Monitoreo Ambiental considera 2 escenarios con base a la obtención de permiso de descarga de recortes de perforación, tal como se exponen el apartado VI.1.1.1 del Capitulo VI de la presente MIA.

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.

VII.4 Evaluación de alternativas.

No se consideran alternativas para el presente Proyecto.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

CONTENIDO

CAPÍTULO VIII 1

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN. 2

VIII.1.1 Cartas temáticas (Anexo 1 Capítulo I) *2*

VIII.1.2 Anexo KMZ (Anexo 1 Capítulo I). *2*

VIII.1.3 Anexo Excel de vértices y área del Bloque 12 (Anexo 1 Capítulo I) *3*

VIII.1.4 Fotografías. *3*

VIII.2 DOCUMENTACIÓN (ANEXOS) 3

VIII.3 GLOSARIO. 3

VIII.4 REFERENCIAS 6

VIII.1 Formatos de presentación.

VIII.1.1 Cartas temáticas (Anexo 1 Capítulo I)

1	Delimitación del Sistema Ambiental Regional.	24	Riesgo baja temperatura.
2	Municipios.	25	Provincias fisiográficas.
3	Clima.	26	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y del Mar del Caribe.
4	Temperatura media anual.	27	Geomorfología Marina.
5	Precipitación media anual.	28	Municipios Vulnerables ante el Cambio Climático.
6	Geología	29	Peligro por Sequia.
7	Edafología	30	Vulnerabilidad por Inundación.
8	Hidrología.	31	Hidrogeología
9	Uso de Suelo y Vegetación, SERIE VI, SAR.	32	Estaciones meteorológicas.
10	Trayectoria de Ciclones	33	Provincias geológicas.
11	Riesgo por Heladas	34	Provincias petroleras.
12	Áreas Naturales Protegidas Federales.	35	Ubicación Área Contractual y SAR.
13	Áreas Naturales Protegidas Estatales.	36	Peligro por Ondas Cálidas.
14	Regiones Terrestres Prioritarias.	37	Vulnerabilidad a Inundaciones.
15	Regiones Hidrológicas Prioritarias.	38	Regiones Potenciales de Deslizamiento.
16	Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves.	39	Ubicación del Pozo Sayulita-1EXP
17	Sitio RAMSAR.	40	Área de Interés del Pozo Sayulita-1EXP.
18	Regiones Marinas Prioritarias.	41	Ubicación General del Proyecto.
19	Distribución Manglares	42	Representación Gráfica Local
20	Volcanes activos.	43	Macro localización del Proyecto
21	Regionalización Sísmicas.	44	EIF Total columna inferior
22	Batimetría.	45	EIF Total columna superior
23	Riesgo por granizadas.	46	EIF Total para sedimentos

VIII.1.2 Anexo KMZ (Anexo 1 Capítulo I).

1	Polígono del Sistema Ambiental Regional.	4	Pozo Sayulita-1EXP.
2	Polígono del Proyecto.	5	Coordenadas Áreas de Interés.
3	Polígono del Área de Interés.		

VIII.1.3 Anexo Excel de vértices y área del Bloque 12 (Anexo 1 Capítulo I)

VIII.1.4 Fotografías.

- Para el presente estudio no se incluye memoria fotográfica.

VIII.2 Documentación (Anexos)

- Contrato No. CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018. entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la empresa PC Carigali México Operations; S.A. de C.V (PC Carigali) de fecha 7 de mayo del 2018. (**Anexo 2 Capítulo I**).
- Acta Constitutiva PC Carigali México Operations, S.A. de C.V. (PC Carigali). (**Anexo 3 Capítulo I**).
- RFC. (**Anexo 4 Capítulo I**).
- Poder Notarial del Representante Legal y copia simple de identificación. (**Anexo 5 Capítulo I**).
- Plan de Respuesta a Emergencias, PETRONAS de fecha 28 de enero del 2019. (**Anexo 2 Capítulo II**).
- Hojas de Seguridad (**Anexo 1 Capítulo II**).
- Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos para la exploración del Área Contractual 12 (**Capítulo IX**).

VIII.3 Glosario.

- 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.

- 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.

VIII.4 Referencias.

- 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.
- 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.
- CONANP. Subsistema a de Información. Consulta de Fichas ANP. Recuperado de: https://simec.conanp.gob.mx/consulta_fichas.php
- DOF. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última Reforma DOF 09-08-2019. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_090819.pdf.
- DOF. 1979. Reglamento para Prevenir la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias. Recuperado de: https://digaohm.semar.gob.mx/Promam/ImagenesPROMAM/anexos/CONVENIO%20DE%20LONDRES%2072.pdf.
- DOF. 1986. Ley Federal del Mar. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/124.pdf.
- DOF. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Última reforma publicada: DOF 05-06-2018. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.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.
- 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

- DOF. 1993. Ley de Puertos. Última reforma publicada DOF 19-12-2016. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/65_191216.pdf
- DOF. 1994. Reglamento de la Ley de Aguas Nacional. Última reforma publicada DOF 25-08-2014. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf
- -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
- DOF. 2000. Ley Genera de Vida Silvestre. Última Reforma DOF 19-01-2018. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf.
- 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
- DOF. 2003. ACUERDO Municipal, mediante el cual se declara Área Natural Protegida, clasificada como zona especial sujeta a conservación ecológica, el área denominada "LA VEGA ESCONDIDA" ubicada en el municipio de Tampico, Tam. TOMO CXXVIII. Recuperado de: http://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2018/11/cxxviii-136-121103F.pdf.
- 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
- DOF. 2004. Reglamento de la LGEEPA en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Última reforma publicada DOF 31-10-2014. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRETC_311014.pdf
- DOF. 2006. Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Última reforma publicada DOF 19-12-2016. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LNCM_191216.pdf.
- DOF. 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Última reforma publicada DOF 31-10-2014. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131723/17._REGLAMENTO_DE_LA_LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCI_N_Y_GESTI_N_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf

- 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.
- DOF. 2012. Ley General de Cambio Climático. Última reforma publicada DOF 13-07-2018. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf.
- DOF. 2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf.
- DOF. 2014. ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Recuperado de: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_pcym/132_DOF.pdf.
- DOF. 2014. Ley de Hidrocarburos. Última reforma publicada DOF 15-11-2016. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_151116.pdf
- DOF. 2014. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI_110814.pdf.
- DOF. 2014. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LVZMM.pdf.
- DOF. 2014. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Última Reforma DOF 17-01-2014. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LVZMM.pdf
- 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
- DOF. 2014.0 Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI_110814.pdf

- DOF. 2015. ACUERDO por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. Recuperado de: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_pcym/122_DOF.pdf.
- DOF. 2015. Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LNCM_040315.pdf
- 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.
- DOF.2008. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última Reforma DOF 19-01-2018. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf.
- DOF.2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf
- DOF.2014. Reglamento de la Ley de Hidrocarburos. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LHidro.pdf
- DOF.2019. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019.
- Fierro-Cabo, A.; F. González-Medrano; C. Zamora-Tovar y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Miramar, 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.
- Hernández, S. M. y S. O. R. Rojas. s/f. Las aves del Sitio RAMSAR 1602 Manglares y Humedales de Tuxpan. Recuperado de: https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/193-las-aves-del-sitio-ramsar-1602-manglares-y-humedales-de-tuxpan.
- Lara-Domínguez, A. L.; J. López-Portillo; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Pueblo Viejo – El Chairel, 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.

- Lara-Domínguez, A. L.; J. López-Portillo; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Tuxpan, 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
- López-Portillo, J.; A. L. Lara-Domínguez; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de Boca de Lima, 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.
- López-Portillo, J.; A. L. Lara-Domínguez; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Tecolutla, 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.
- Organización Marítima Internacional. 2002. SOLAS. Londres. Recuperado de: http://www.bioscafire.com/upfiles/normativa/solas.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.

Referencias Bloque 12 (LBA)

- Alfonso, J. A. (2006). Distribution of trace elements in offshore sediments of the Orinoco Delta. Journal of Coastal Research, 22, 502-510.
- ASTRE. (2005). Resumen de Salud Pública Estaño y Compuestos de Estaño. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
- Baumgartner, M. F., Mullin, K. D., May, L. N., & Leming, T. D. (2001). Cetacean habitats in the northern Gu/f of Mexico. 99, 219-239.
- Begon, M., Towsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Scientific Publications.
- Bertrand, J. C., Bianch, M., AI-Mallaha, M., & Acquaviva, G. M. (1992). Hydrocarbon biodegradation and hydrocarbonoclastic bacteria! communities composition grown in seawater as a function of sodium chloride concentration. Journal of Experimental Marine Bio/ogy and Ecology.

- Boltovskoy, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Argentina.
- Botello, A.V., Rendón von Osten, J., Gold-Bouchot, G., Agraz Hernández, C., 2005. Golfo de México: contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. EPOMEX, Campeche, México.
- Christakill, U., Wambeke, F. V., & Dolan, J. R. (1999). Nanoflagellates (mixotrophs, heterotrophs and autotrophs} in the oligotrophic eastern Mediterranean: standing stocks, bacterivory and relationships with bacteria/ production. 181, 297-307.
- CNH. (2014). Atlas, evaluación regional, Cuenca sureste del Golfo de México. Documento CNH-2014.
- Contreras-Espinoza, L. (2016). Variación espacio-temporal de la estructura comunitaria del zooplancton y su relación con las variables oceanográficas en la desembocadura del río Jamapa, Veracruz, en dos temporadas climáticas (nortes y lluvias). Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana.
- De la Lanza-Espino, G., & Hernández-Pulido, S. (2011). Organismos indicadores de la calidad del agua y la contaminación (bioindicadores). Plaza y Valdes.
- DOF. Diario Oficial de la Federación., (2018).
- Escobar-Briones, E., López, M., Soto, L., & Signoret, M. (1997). Densidad y biomasa de la meiofauna del talud continental superior en dos regiones del Golfo de México. 23, 4, 463-289.
- Escobar-Briones, E., Signoret, M., & Hernández, D. (1999). Variación de la densidad de la infauna macrobéntica en un gradiente batimétrico: oeste del Golfo de México. 25, 193-212.
- Espinosa-Fuentes, M. L., Flores-Coto, C., & Sanvicente-Añorve, S. (2009). Vertical distribution of zooplankton biomass and ichthyoplankton density during an annual cycle on the continental shelf of the southern Gulf of Mexico. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44(2), 477-488.
- Frontier, S. (1981). Método de análisis rápido en muestras planctónicas. In Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo en el zooplancton (pp. 169-187). Argentina: INIDEP.

- Gárate-Lizárraga, I., Bustillos-Guzmán, J. J., Morquecho, L., Lechuga-Devéze, C.H., 2000. First outbreak of Cochlodinium polykrikoides in the Gulf of California. Harmful Algae News 21, 7.
- García-Córdova, E. D. (2011). Variación espacial del ensamblaje del zooplancton y su relación con las condiciones oceanográficas superficiales y de contaminantes en el sur del Golfo de México (otoño, 2009). Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, México.
- Gasca-Serrano, R.A., Suárez-Morales, E., Castellanos, I. 1995. Biomasas zooplanctónicas en aguas superficiales del Golfo de México, durante verano e invierno de 1991. 3 1 1 - 2, 128-140.
- González-Acosta, A., De la Cruz, G., De la Cruz, J., & Ruíz-Campos, G. (2005). Patrones estaciónales en la estructura de los peces de manglar El Conchalito, Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. 15, 2, 205-214.
- Harrison, P., & Peterson, R. T. (1985). Seabirds: an identification guide. Boston: Houghton Miffiin.
- Heckel, D. (1992). Foto- identificación de tursiones Tursiops truncatus (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México, (Cetácea: Delphinidae) (Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hernández, F., & De Vera, A. (2010). Holoplanktonic Nudibranchs from Northeastern Atlantic Ocean (Gastropoda: Nudibranchia: Phylliroidea). 38, 133-139.
- Hernández-Becerril, D. U. (2014). Biodiversidad de algas planctónicas marinas (Cyanobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagellata) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85, 44-53.
- 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.

- INEGI. 2018. Banco de indicadores sociodemográficos y económicos. Municipios de Tampico y Tuxpan. Fecha de consulta 13/02/2020. En: http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/
- IUCN. (2018). Red List of Threatened Species. Version 2018-2 (C. Hilton-Taylor, Ed.). International Union for Conservation of Nature.
- Lecaros, O .. , Alberi, P., Astorga, M.S., 1991. Hidrocarburos parafínicos en aguas del Estrecho de Magallanes. Rev. Biológica Mar. 26, 61-74.
- Licea, S., Luna, R., Okolodkov, B .. , Cortés-Altamirano, R., 2017. Phytoplankton abundance and distribution on the Yucatan shelf (June 1979 and April 1983). 52 121-144.
- Loman-Ramos, L., Ordóñez, U., Segura-Puertas, L., 2007. Variación espacial de la comunidad de medusas (Cnidaria) del sur del Golfo de México, durante el otoño de 1999. Hidrobiol 17, 203-212.
- López-Cortés, D. J., Núñez-Vázquez, E. J., Band-Schmidt, C. J., Gárate-Lizárraga, I., Hernández Sandoval, F. E., & Bustillos-Guzmán, J. J. (2015). Mortalidad masiva de peces durante un florecimiento de diatomeas en La Bahía de La Paz, Golfo de California. Hidrobio/ógica, 25(1), 39--48.
- López-Cortés, D.J., Band-Schmidt, C.J., Bustillos-Guzmán, J. J., Hernández-Sandoval, F.E., MendozaFlores, A., Núñez-Vázquez, E.J., 2014. Condiciones ambientales durante un florecimiento de Cochlodinium polykrikoides (Gymnodiniales, Dinophyceae) en la Ensenada de La Paz, Golfo de California. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 49, 97-110.
- Magurran, A., 1988. Diversidad ecológica y su medición.
- Margalef, R. (1981). Ecología. Barcelona: Omega.
- México: Estado actual de conocimiento y recomendaciones para su conservación. In M. Caso, I.
- Monterroso R. A., A. Fernández E., R. I. Trejo V., A. C. Conde A., J. Escandón C., L. Villers R. y C. Gay G. 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Centro de Geociencias de la Atmósfera. Programa de Investigación de Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#4/z.

- Moreno, C . .. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. 1). Zaragoza, España: M& T Manueales y Tesis SEA.
- Morteo, E., Rocha-Olivares, A., Arceo-Briseño, P., & Abarca-Arenas, L. G. (2012). Spatia/ analyses of bottlenose dolphin-fisheries interactions revea/ human avoidance off a productive /agoon in the western Gulf of Mexico. 92(8), 1893-1900.
- Navarro, A., Rebón, M.F., Gordillo, A., Townsend, A., Berlanga, H., & Sánchez, L. (2013). Biodiversidad de aves en México. (85), 476-495.
- Neff, J.M., 2002. Bioaccumulation in Marine Organism. Elsevier.
- Nordber, G., Fowler, B., & Nordberg, M. (2007). Handbook on the Toxico/ogy of Metals. San Diego: Elsevier.
- Okolodkov, B.Y., 2003. A review of Russian plankton research in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea in the 1960-80s. Hidrobiol 13, 207-221.
- Ortega-Ortíz, J., Delgado-Estrella, A, & Ortega-Argueta, A (2004). Mamíferos marinos del Golfo de
- Peabody, A. W. (2001). Control de Peabody a la corrosión de unacanonada. NACE International.
- Pérez-Morales, G., Morales-Gómez, P., Haza-Duaso, A. l. (2016). Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs): Toxicidad, exposición de la población y alimentos implicados. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 10(1), 1-15.
- PETRONAS (2018) Evaluación de Impacto Social ACG03, en aguas profundas del Golfo de México. Área Contractual G03. Realizado por ERM México S.A
- Pisanty, & E. Ezcurra (Eds.), Diagnóstico Ambiental del Golfo de México (1 st ed., pp. 135-160). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/287194325_Mamiferos_marinos_de1_Go1fo_de_Mexico _Estado_actual_del_conocimiento_y_recomendaciones_para_su_conservacion
- Retrieved from http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf
- Richards, W .. , 2006. Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic. Taylor & Francis, Florida.

- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). Propiedades Físicas del Suelo.
- 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.
- Signoret, M., Aldeco, J., & Barreiro, M. T. (2006). Variabilidad de perfiles de clorofila a obtenidos por fluorescencia natural en el oeste y centro del Golfo de México en junio de 1999. 16(3), 221-232.
- Smith, D. L. (1977). A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate Jarvae. USA.
- Tomas, C .. , 1997. Identifying marine phytoplnkton. Academic Pres San Diego.
- UNESCO. 1976. Plan general para la investigación del medio marino y directrices para estudios básicos
- 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. En: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/og_sbf_dd_final_2000.pdf
- Wang, Z., & Fingas, M. F. (2003). Development of oil hydrocarbon fingerprinting and identification techniques. Marine Pollution Bulletin, 47, 423-445.
- WORMS (World Register of Marine Species,http://www.marinespecies.org
- Yunker, M.B., R.W. Macdonald, Vingarzan, R., Mitchell, R.H., Goyette, D., Sylvestre, S., 2002. PAHs in Fraser River Basin: a critica! appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition.
- Zavala-Gracía, F., Flores-Coto, C., & Espinosa-Fuentes, M. (2016). Relationship between zooplankton biomass and continental water discharges in the southern Gulf of Mexico (1984-2001). 51(1), 21- 31.

- Zrafi, I., Bakhrouf, A, Rouabhia, M., & Saidane-Mosbahi, D. (2013). Aliphatic and aromatic biomarkers for petroleum hydrocarbon. International Symposium on Environmental Science and Technology, 18, 211-220.
- SEMARNAT. 2014. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/132_libro_pm.pdf
- Jórdan. G. A. G., D. E. Jordán y M. R. E. Rodríguez. 2015. Evaluación rápida de la condición de especies clave de corales escleractinios en arrecifes del Golfo de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/344095/CGACC_2015_Corales_ICMyL.pdf
- Maruri-Cruz, M. 2012. Evaluación de la comunidad de los corales pétreos del arrecife no emergente Oro Verde, Tuxpan, Veracruz. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 90 p.
- Horta-Puga G. y Carriquiry, J. D. 2008. Crecimiento del coral hermatipico Mostastraea cavernosa en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de baja California. 34 (1):107-112.
- IMEPLAN. 2019. Catálogo de Biodiversidad de la Zona Conurbada. Recuperado de: http://www.imeplansurdetamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/sites/89/2019/08/catalogo-biodiversidad-2019.pdf
- 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.
- Ruiz Corral José Ariel y otros. (2016). Regionalización del cambio climático en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13, 2451 -2464.
- 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
- 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.
- SGM. (2017). Atlas de riesgos del Estado de Tamaulipas. 21 de febrero 2020, de Servicio Geológico Mexicano y el Estado de Tamaulipas Sitio web: https://www.tamaulipas.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/36/2017/09/ATLAS-DE-RIESGOS-DEL-ESTADO-DE-TAMAULIPAS.pdf
- SMN. (2017). Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS)(versión 2014-2017). Sistema de Monitoreo Nacional - Comisión Nacional del Agua, versión 2014 -2017, 0. 11 de febrero 2020, De Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS)(versión 2014-2017) Base de datos.
- INEGI. (1983). Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Echanove Echanove Oscar. (1986). Geología Petrolera de la Cuenca de Burgos. 25 de febrero 2020, de Asociación Mexicana Geológico Petrolera Sitio web: http://www.wikitac.260mb.com/host/Cuenca%20deBurgos.pdf?i=3
- CNH. (2015). Cinturón Plegado Perdido - Cinturón Subsalino - Cordilleras Mexicanas. 26 de febrero 2020, de Comisión Nacional de Hidrocarburos Sitio web: https://hidrocarburos.gob.mx/media/3156/atlas_geologico_aguas_profundas_norte.pdf
- Martínez Lozano S J, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad C (2018). Flora ficológica marina de Tamaulipas. Version 1.5. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Occurrence dataset https://doi.org/10.15468/5mv1rj accessed via GBIF.org on 2020-03-06.

- CIDIPORT. (2015). Programa de Medidas Preventiv as y de Mitigación de la Sequía Consejo de Cuenca del Río San Fernando - Soto La Marina. 24 de febrero 2020, de Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera - CIDIPORT Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99970/PMPMS_CC_San_Fernando-Soto_La_Marina.pdf

- INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

CAPÍTULO IX

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS PARA LA EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12

CONTENIDO

CAPÍTULO IX 1

IX.1 OBJETIVO. 3
IX.2 ALCANCE. 4
IX.3 DEFINICIONES. 5
IX.4 CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS. 9
IX.4.1 Descripción del Proyecto y/o Instalación. 9
IX.4.1.1 Proyecto y/o instalación. 9
IX.4.1.1.1 Pozos. 13
IX.4.1.1.2 Equipo de Proyecto Principal y Auxiliar. 31
IX.4.1.1.3 Almacenamiento 32
IX.4.2 Descripción detallada del Proceso 34
IX.4.2.1 Análisis de Actividades de Alto Riesgo 34
IX.4.2.1.1 Descripción del equipo de proceso principal y auxiliar 34
IX.4.3 Descripción del entorno. 41
IX.4.3.1 Ubicación de la instalación. 41
IX.4.3.2 Limitaciones de la instalación. 44
IX.4.3.3 Clima. 48
IX.4.3.3.1 Clima y fenómenos meteorológicos 48
IX.4.3.3.2 Temperatura media 51
IX.4.3.3.3 Temperatura mínima 54
IX.4.3.3.4 Temperatura máxima 55
IX.4.3.3.5 Precipitación 57
IX.4.3.3.6 Evaporación 60
IX.4.3.4 Viento. 62
IX.4.3.4.1 Aire 62
IX.4.3.4.2 Tormentas 64
IX.4.3.5 Datos Topográficos y Sísmicos. 68
IX.4.3.5.1 Fisiografía 68
IX.4.3.5.2 Edafología 69
IX.4.3.5.3 Provincias geológicas 74

IX.4.3.5.4 Provincia petrolera 77
IX.4.3.5.5 Geología Marina 80
IX.4.3.5.6 Sismicidad 83
IX.4.4 Análisis Preliminar de Riesgo. 86
IX.4.4.1 Análisis de Identificación de Peligros HazId. 87
IX.4.4.2 Antecedentes de Incidentes y Accidentes de Proyectos y/o Instalaciones Similares. 93
IX.4.4.3 Derrames importantes en aguas de los Estados Unidos. 99
IX.4.4.4 Derrames de hidrocarburos de PEMEX 101
IX.4.4.5 Incidentes reportados por PCCMO. 104
IX.4.5 Identificación de Peligros, Evaluación y Análisis de Riesgos. 104
IX.4.5.1 Análisis Cualitativo de Riesgo. 104
IX.4.5.1.1 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. 105
IX.4.5.1.2 Jerarquización de Escenarios de Riesgos. 123
IX.4.5.2 Análisis Cuantitativo de Riesgos. 131
IX.4.5.2.1 Análisis Detallado de Frecuencias. 132
IX.4.5.2.2 Análisis Detallado de Consecuencias. 135
IX.4.5.2.3 Representación en Planos de los Resultados la Simulación de Consecuencia (Radios Potenciales de Afectación). 175
IX.4.5.3 Análisis de Riesgo. 175
IX.4.5.3.1 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo. 175
IX.4.5.3.2 Análisis de Vulnerabilidad. 176
IX.4.5.4 Determinación de Medidas de Reducción de Riesgo Adicionales para Escenarios de Riesgo No Tolerables y/o ALARP (As Low As Reasonably Practicable, Tan Bajo como Sea Razonablemente Factible). 191
IX.4.5.4.1 Nivel integral de Seguridad (SIL, por sus Siglas en Inglés) del Proyecto y/o Instalación. 191
IX.4.6 Sistemas de Seguridad y Medidas para Administrar los Escenarios de Riesgo. .. 191
IX.4.6.1 Sistema de extinción de incendios del proyecto 191
IX.4.6.2 Plan de respuesta a emergencias 201
IX.4.6.3 Sistemas de seguridad 206
IX.4.7 Conclusiones y Recomendaciones. 215
IX.4.7.1 Listado de Recomendaciones (Medidas de Control) Emitidas en esta Etapa. 216
IX.5 REFERENCIAS. 222
IX.6 PERSONAL QUE PARTICIPO EN LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO. 223
IX.7 ANEXOS. 224

IX.1 OBJETIVO.

El principal objetivo es llevar a cabo un estudio de Análisis de Riesgo Sector Hidrocarburos del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**, en su etapa de Perforación, para lo cual se tiene contemplado llevar a cabo la aplicación de los siguientes objetivos:

- Identificar los riesgos de proceso, referente a la operación del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**, en su etapa de Perforación, mediante el uso de la metodología de identificación de peligros como es el HazOp.
- Jerarquizar los riesgos identificados mediante el uso de una matriz de riesgos, clasificando los riesgos como Riesgo Tolerable, Riesgo Aceptable, pero con controles adicionales (ALARP) o Riesgo No tolerable.
- Plantear escenarios de riesgo o postulados de las desviaciones clasificadas como Riesgos No Aceptable y No tolerables que involucren pérdida de contención de Crudo Ligero.
- Evaluar cuantitativamente las frecuencias de ocurrencia de los escenarios de riesgo planteados.
- Evaluar cuantitativamente los efectos físicos (consecuencias) asociados a los postulados de los accidentes identificados, mediante el software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) versión 8.22.
- Elaborar una lista de recomendaciones encaminadas a disminuir el nivel de riesgo del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12",** en su etapa de Perforación.

IX.2 ALCANCE.

- El presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso tomará como referencia para su desarrollo la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), la normatividad mexicana aplicable y en estándares internacionales.
- La identificación de riesgos del presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso tomó como referencia lo establecido en la Norma IEC-61882 "Guía de Aplicación para Estudios de Peligro y Operabilidad".
- La Evaluación de Consecuencias de los eventos de mayor riesgo, será por medio del software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) en su versión 8.22.

IX.3 DEFINICIONES.

Los términos más usados en este estudio se definen a continuación:

Accidente:

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

Ambiente:

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

Amenaza:

Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro.

Análisis de Riesgos:

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

BLEVE:

("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición.

Capa de Protección:

Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación.

Consecuencia:

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

Escenario de riesgo:

Determinación de un evento hipotético, en el cual se considera la ocurrencia de un accidente bajo condiciones específicas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas potencialmente afectables.

Evento:

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

Exposición.

Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo.

Frecuencia:

Número de ocasiones en que puede ocurrir o se estima que ocurra un evento en un lapso de tiempo.

Función Instrumentada de Seguridad:

Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma.

Identificación de riesgos:

Determinación de las características de los materiales y sustancias y las condiciones peligrosas de los procesos e instalaciones, que pueden provocar daños en caso de presentarse una falla o accidente.

IDLH:

("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m3), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud

Impacto:

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

Incidente:

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

Instalación:

Conjunto de estructuras, equipos de proceso y servicios auxiliares, entre otros, dispuestos para un proceso productivo específico. Jerarquización. Ordenamiento realizado con base en criterios de prioridad, valor, riesgo y relevancia el cual se realiza con el propósito de identificar aquellas actividades de mayor importancia que pueden afectar la operación de la instalación.

Mitigación:

Conjunto de actividades destinadas para disminuir las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de un accidente.

Nodo:

Secciones con fronteras bien definidas en las que es dividido el proceso para analizar las variables del mismo de manera individual.

Peligro:

Es toda condición física o química que tiene el potencial de causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente.

Pérdida de contención:

Fuga o salida no controlada de material peligroso, provocada por una falla en alguna parte o componente de las instalaciones (recipientes, tuberías, equipos u otros).

Prevención:

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

Proceso:

Conjunto secuencial interrelacionado de actividades y recursos que trasforman insumos en productos, agregándoles valor.

Riesgo:

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

Sistemas de seguridad (para protección de equipos y/o instalaciones):

Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a accidentes o emergencias.

TLV (15 min, STEL):

("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Limite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición.

TLV (8 h, TWA):

("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos.

Vulnerabilidad:

Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este.

Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:

Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente.

Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:

Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

IX.4 CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

IX.4.1 Descripción del Proyecto y/o Instalación.

IX.4.1.1 Proyecto y/o instalación.

El Proyecto define las actividades de exploración de hidrocarburos que se llevarán a cabo en el área de interés, Área Contractual 12 (AC12), El Área 12 del Contrato de Aguas Profundas de la Cuenca Cordilleras Mexicanas se localiza en el Golfo de México, a aproximadamente 78 km de la costa mexicana. Cubre un área de 3,099.432 km².

Para el presente Proyecto se consideró la ubicación del Área Contractual 12 y su interacción con el Puerto de Tampico y el Puerto de Tuxpan. Considerando que ambos puertos son los más cercanos al área; 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.

El Proyecto contempla el desempeño de las siguientes operaciones:

- Preparación y movilización de perforación en el área contractual.
- Perforación exploratoria, que incluye:
  - Actividades operativas de rutina (operaciones generales de perforación, rotación de la tripulación, transporte de personal hacia / desde la unidad de perforación, etc.);
  - Actividades operativas no rutinarias (como emergencias, trabajos de mantenimiento importantes, suspensión temporal de actividades, etc.); y

Se utilizará un buque de perforación de aguas ultra profundas DP3 Samsung 96K llamado "Maersk Valiant" para las operaciones 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, estado de bandera. A continuación, se registran las siguientes características y datos de construcción:

- Nombre: Maersk Valiant
- Tipo: Samsung 96K
- Construido por: Samsung Heavy Industries
- Año de construcción: 2013
- Profundidad del agua: 3,600 m.
- Profundidad de perforación: 12,000 m.

- POB máximo: 230
- POB típico (modo de perforación). 140

Parámetros principales:

- Longitud: 228 m
- Ancho: 42 m
- Profundidad del casco a los lados: 19 m
- Bandera del Estado: Singapur
- Clase: A1 (E), "Drillship", AMS, ACCU, DPS-3, NBL, SH-DLA, HELIDK (SRF), UWILD

El proyecto comprende las actividades de exploración de hidrocarburos que se llevarán a cabo en Área Contractual 12. El objetivo principal del Proyecto es evaluar la existencia de depósitos de petróleo en formaciones clásticas de Olygoceno y rocas carbonatadas del Cretácico y Jurásico en el pozo Sayulita-1EXP en el Área Contractual 12.

El proyecto comprenderá las siguientes etapas o actividades:

Preparación y movilización.

Las actividades de preparación se llevarán a cabo antes de la etapa de perforación. Estos consistirán principalmente en procedimientos portuarios, así como en la movilización y adaptación de los buques que se utilizarán.

Con base en la información obtenida en la evaluación de riesgos poco profundos, se determinó que el área estudiada dentro de AC12 es favorable a la presencia de hidratos en el fondo marino y en el subsuelo poco profundo. El equipo específico y los requisitos para la perforación exploratoria se determinaron con base en esta evaluación, que forma parte de la primera etapa del Proyecto.

Los tiempos programados pueden variar de acuerdo con el comportamiento del depósito, los resultados de la perforación exploratoria, las condiciones generales del sitio del Proyecto y el clima.

Perforación Exploratoria.

PCCMO obtuvo información de varios estudios sismológicos y geológicos como parte del proceso de selección de pozos. Estos se realizaron anteriormente y no forman parte del alcance de este proyecto. Se decidió realizar una perforación exploratoria en Sayulita-1EXP con base en estos estudios.

El plan de perforación considera dos escenarios posibles en términos de resultados de perforación:

- En caso de que el pozo se considere seco después de que se haya realizado la perforación, se abandonará permanentemente.
- Si se considera que el pozo tiene éxito y se descubren hidrocarburos, continuarán las actividades exploratorias, como tomar lecturas especiales y tomar muestras de fluidos. A partir de entonces, comenzará la etapa de abandono temporal.

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 Sayulita-1EXP.

La perforación exploratoria se realizará utilizando una unidad móvil de perforación en alta mar con posicionamiento dinámico para aguas ultra profundas DP3 Samsung 96K llamado "Maersk Valiant". El principal puerto de operaciones será Coatzacoalcos, Veracruz.

Todas las actividades realizadas por PCCMO se ejecutarán de acuerdo con las mejores prácticas disponibles para la industria del petróleo y el gas, así como de conformidad con el compromiso ambiental, social y contractual de PCCMO con México.

Desmovilización y Abandono Permanente.

La etapa de desmovilización y abandono consiste en retirar el equipo en alta mar, así como el abandono del pozo. En el último caso, se están considerando dos opciones diferentes. El elegido dependerá de las estipulaciones técnico-económicas y de la disponibilidad de equipos y materiales en el momento en que tenga lugar el abandono.

La primera opción de abandono se basa en los estándares aplicables de la Oficina de Seguridad y Control Ambiental (BSEE) para el Golfo de México, y la segunda se basa en los estándares noruegos de Norsok.

El MAERSK VALIANT ha sido construido con los siguientes estándares nacionales e internacionales:

- American Bureau of Shipping: Reglas para construir y clasificar unidades móviles de perforación en alta mar
- Reglamento Marítimo de Singapur (MPA)
- OMI: Código para la construcción y equipamiento de unidades móviles de perforación en alta mar (Código MODU) 2009

- Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974 con el Protocolo de 1978, y las enmiendas
- Convención internacional sobre líneas de carga, 1966 con el Protocolo de 1988
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), 1973 (anexos I, IV, V y VI) con el Protocolo de 1978 y las enmiendas. (Excepto los requisitos de daño por rastrillado y daño lateral e inferior en la Regulación 28)
- Convención internacional para prevenir colisiones en el mar, 1972, incluidas las enmiendas de 1981, 1987, 1989 y 1993
- Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), 1982
- Convención internacional sobre medición del tonelaje de buques, 1969
- Conferencia Internacional del Trabajo sobre alojamiento de la tripulación a bordo del buque, Convenios núm. 92 y 133 (excepto piscina)
- Resolución de la OMI A.468 (XII), "Código de niveles de ruido a bordo de los buques", 1981
- Directrices IMO MSC / Circ.645 para embarcaciones con sistema de posicionamiento dinámico, consecuencia clase 3
- Material metálico resistente al agrietamiento por tensión de sulfuro para equipos de campos petroleros para instalaciones de Topside (Norma Nace MR-01-75)
- ISO 6954-2000 (E) "Guía para la evaluación general de la vibración en los buques mercantes"
- Reino Unido, Publicación de la Autoridad de Aviación Civil CAP437 Área de aterrizaje de helicópteros en alta mar: una guía de criterios, norma mínima recomendada y mejores prácticas, 2012, con la excepción de luz de bajo perfil en "H" y círculo
- Requisitos de HSE del Reino Unido en asociación con las “Regulaciones de Instalaciones Offshore (Caso de Seguridad) del Reino Unido de 1992” - Sl No.2885

IX.4.1.1.1 Pozos.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo principal del Proyecto es evaluar la presencia de hidrocarburos en depósitos de formaciones clásticas del período Oligoceno y rocas carbonatadas del Cretácico y Jurásico en el pozo Sayulita-1EXP en el Área Contractual 12. Actividades realizadas en AC12 para este proyecto se llevará a cabo de acuerdo con las mejores prácticas de la industria y de conformidad con los términos y condiciones del contrato antes mencionado con el fin de maximizar la extracción de hidrocarburos, garantizando así beneficios económicos para México.

El pozo exploratorio se perforará utilizando el buque de perforación de aguas ultra profundas DP3 Samsung 96K llamado "Maersk Valiant" de acuerdo con el esquema de pozo presentado en la siguiente figura, que muestra las profundidades, las dimensiones, los diámetros de las perforaciones y los revestimientos, los gradientes de fractura esperados, los fluidos de perforación que se utilizarán y otras características del pozo.

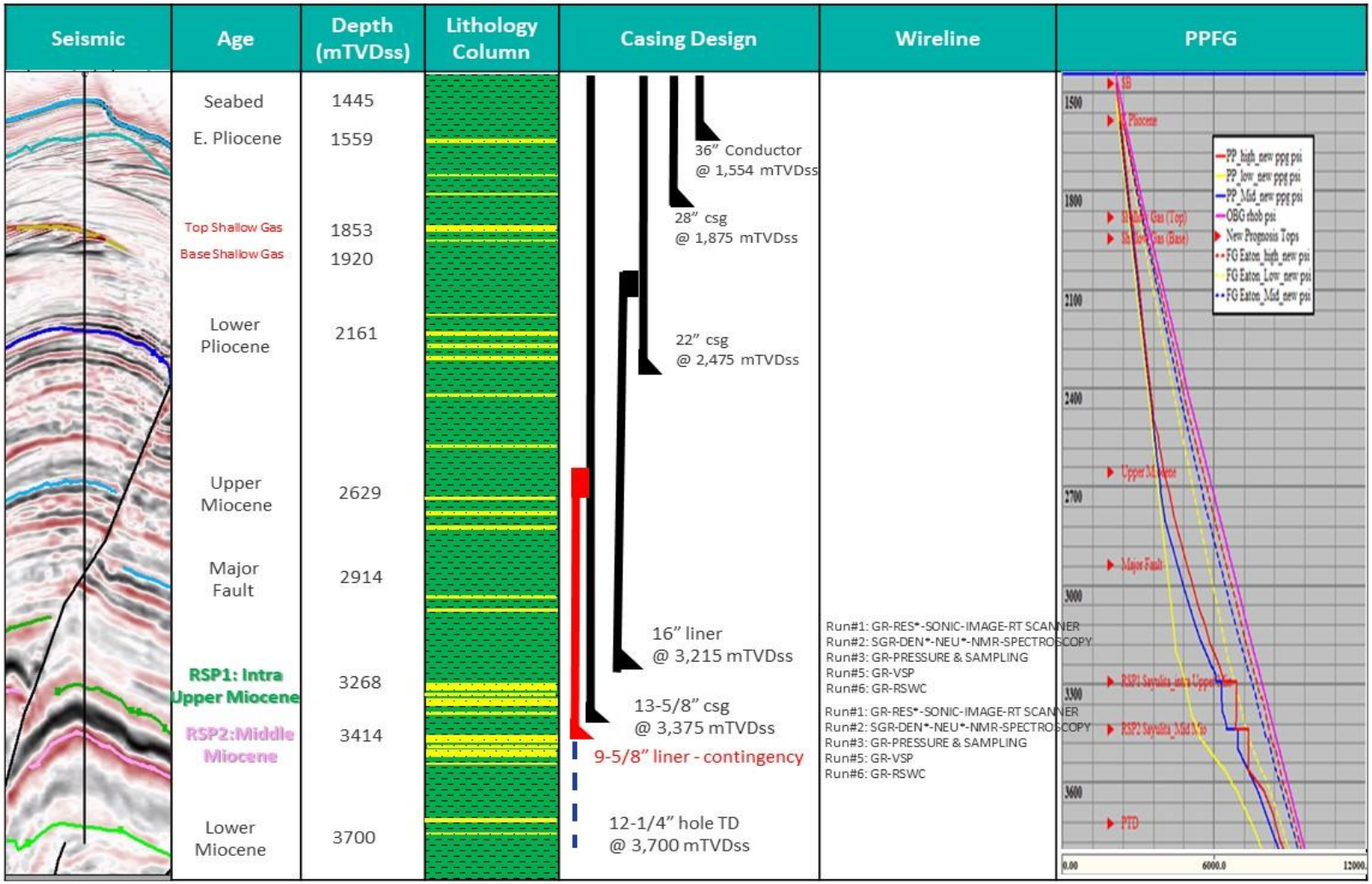


Figura IX-1. Esquema del Pozo Sayulita-1EXP

Tabla IX-1.Características del Pozo Sayulita-1EXP

Formación	Profundidad (TVDDF)	Profundidad (TVDSS)	Y coordenadas	X coordenadas
Fondo Marino	1387	1362	2233072.23	379394.35
Conductor de 36 "	1467			
Carcasa de 28 "	1687			
Carcasa de 22 "	1827			
Mioceno inferior	1927	1902	2233100.97	379358.36
Revestimiento de 18 "	2327			
Oligoceno superior	2763	2738	2233158.44	379286.37
Revestimiento de 16 "	2827			
Eoceno superior	3276	3251	2233228.23	379198.97
carcasa de 13 5/8 "	3627			
Eoceno inferior	3684	3659	2233285.71	379126.98
Forro de 11 3/4 "	4027			
Revestimiento de 9 5/8 "	4898			
Cretáceo Superior	4898	4873	2233646.15	378679.8
Cretácico Inferior	5085	5060	2233709.36	378606.93
Tithoniano	5257	5232	2233772.56	378534.06
Kimmeridgian	5364	5339	2233800.66	378501.68
sal	5509	5484		

Perforación y Control de Pozos.

Elevación y manipulación de tuberías.

Manejo de la parte superior.

Se proporcionan dos (2) unidades superiores NOV TDX-1250 con plataforma retráctil, para los centros de pozos principales y auxiliares. Las unidades superiores tienen una capacidad nominal de 1.250 toneladas. El manipulador de tubería tiene una capacidad de suspensión de enlace de 1,250 toneladas, un diámetro exterior máximo de la junta de herramienta de 10" y el par de arranque máximo que puede aplicar el sistema es de 150,000 pies-lb (203,400 Nm).

- Máx. velocidad de rotación: 275 rpm
- Máx. par de perforación continuo: 105,000 pies-lb (142,300 Nm)
- Máx. Par de perforación intermitente: 150,000 ft-lbs (203,400 Nm)

Cuello de hierro

Se proporciona un juego de cuello de hierro, del tipo ARN-200, para el centro del pozo de perforación principal y otro juego para el centro del pozo de perforación auxiliar. Los cuellos de hierro están equipados con el marco de herramienta TF-975 para girar y apretar el tubo / collar de perforación de 3 ½ "a 9 ¾".

Puede alcanzar una velocidad de giro de hasta 100 rpm, compensar un par de 140,000 Nm y un par de arranque de 200,000 Nm.

Diapasón

El diapasón tiene una capacidad de extracción de 210 soportes de 6 tubos de perforación de 5/8 ", 90 soportes de tubo de perforación de 5", 54 soportes de tubo de perforación de 3 ½ ", 10 soportes de collares de perforación de 9 ½" y 7 soportes de 8 ¼ " de Taladro de collares.

Sin embargo, la capacidad de trasiego está limitada a 1200 mT, a pesar de que los diapasones podrían tomar más tuberías.

Sistema de estantería de tuberías

Hay dos estanterías de tuberías que son bastidores verticales diseñados para armar estanterías, levantar y colocar tubulares entre el diapasón, el centro del pozo y la pasarela. Los estantes de tuberías están diseñados para operar en áreas peligrosas de la Zona 1 y en ambientes de alta humedad y alta salinidad.

HydraRacker es un sistema manual, semiautomático y automático de tres brazos. Dos carros llevan la columna, el carro inferior corre en un riel en el piso de perforación y el carro superior corre en una viga en la torre de perforación.

Un cabrestante de elevación en la parte superior de la columna realiza la elevación levantando el brazo principal. El brazo principal está equipado con un cabezal de agarre de sujeción para levantar el soporte tubular y una guía para sostener el soporte cuando el cabezal de agarre cuelga de la empuñadura durante la construcción del soporte y se rompe.

Grúa para manipulación de tuberías

La grúa de manipulación de tuberías es una grúa de brazo articulado y telescópica combinada de alta mar. Está diseñado específicamente para el manejo de tubulares entre la cubierta de la tubería y el sistema de lanzadera de pasarela.

El brazo articulado y el brazo telescópico eliminan el riesgo de cargas oscilantes normalmente asociadas con los sistemas de ganchos y cables.

Las especificaciones principales son las siguientes:

- Radio de trabajo máximo: 22,3 m.
- Radio de trabajo mínimo: 3,2 m.
- Capacidad del yugo de agarre: 5 toneladas
- Auge principal de velocidad abatible: 55 segundos
- Pluma telescópica de velocidad abatible: 50 segundos
- Velocidad de salida del telescopio: 18 segundos
- Rotación de rpm: 0.6 (± 180 °)

La grúa se controla de forma remota desde la cabina de control del perforador o mediante un control remoto por radio portátil. El sistema de control de la grúa tiene dos fuentes de alimentación UPS. El sistema está diseñado para dos movimientos simultáneos a máxima velocidad y carga. Las paradas de emergencia se encuentran en el gabinete de control (plataforma principal), el pedestal y el control remoto.

Pasarela de manejo

Sistema de transporte

El sistema de transporte de pasarela está diseñado para el manejo seguro de manos libres de los tubulares durante el funcionamiento dentro y fuera del pozo. El sistema está diseñado para un manejo brusco, un mantenimiento sencillo y un funcionamiento prolongado y sin problemas.

Las especificaciones principales son las siguientes:

- Fabricante: NOV
- Tamaño del patín: 21,650 mm x 2,300 mm x 1,080 mm (sin incluir
- PTA y marco de transporte)
- Longitud del recorrido del patín: 20,400 mm.
- Skate SWL: 20,000 kg
- Fuerza motriz del patín: 50,000 N
- Conducir: cremallera y piñón y frenos a prueba de fallas
- Longitud de desplazamiento del transbordador: 18.400 mm.
- Fuerza de arrastre / empuje: 9,000 N
- Lanzadera SWL: 10,000 kg
- Capacidad de elevación del volquete: 3,500 kg (hasta 20 "de diámetro incluido)
- Accionamiento de volquete: cilindros hidráulicos.
- Tamaños tubulares de brazo de cola: 2-7 / 8 "a 36"

Todas las funciones del sistema se controlan desde un panel de control remoto portátil. El sistema también está equipado para interactuar con la cabina de control del perforador. El mantenimiento y la operación de emergencia del sistema se controlan mediante válvulas de control montadas en la parte trasera del patín.

Centro de perforación principal del pozo

Se proporciona un (1) sorteo de tiro activo, capaz de 1.250 toneladas cortas de carga de gancho. Un engranaje de una sola velocidad es impulsado por seis (6) motores de CA de 1,500 hp (5GEB 28A1). El calado está ranurado para una línea de perforación de 2-1 / 8 ", y el tirón nominal máximo es de 1.134 t cuando se ensarta para 16 líneas.

El frenado normal (dinámico), cuando se baja, es mediante el uso de frenado regenerativo. Los motores de accionamiento actúan como generadores donde la energía se alimenta a las unidades de resistencia de frenado refrigeradas por agua de mar.

Un sistema de freno de disco está diseñado como freno de estacionamiento y freno de parada de emergencia. Excepto en situaciones de emergencia, los frenos de disco no se utilizan para el frenado dinámico.

Centro de perforación auxiliar

Se proporciona un (1) sorteo de tiro activo, capaz de 1,000 toneladas de carga de gancho corto. Un engranaje de una sola velocidad es impulsado por seis (6) motores de CA de 1.150 hp (GEB 22A5). El calado está ranurado para una línea de perforación de 2 ", y el tirón nominal máximo de los calados es de 907 t cuando se encadena por 14 líneas.

El frenado normal (dinámico), cuando se baja, es mediante el uso de frenado regenerativo. Los motores de accionamiento actúan como generadores donde la energía se alimenta a las unidades de resistencia de frenado refrigeradas por agua de mar.

Un sistema de freno de disco está diseñado como freno de estacionamiento y freno de parada de emergencia. Excepto en situaciones de emergencia, los frenos de disco no se utilizan para el frenado dinámico.

Mesa giratoria, Centro de pozo de perforación principal:

- Fabricante: NOV
- Modelo: RST 755
- Velocidad a 40 GPM de flujo hidráulico: 5 rpm
- Velocidad máxima a 115 GPM de flujo hidráulico: 15 rpm (intermitente)
- Presión de trabajo hidráulica máxima aplicada: 3000 psi
- Capacidad de carga vertical: 1.375 toneladas cortas (1247 t)
- Capacidad de carga giratoria: 1,000 toneladas cortas (907 t)
- Apertura máxima: 75-1 / 2 "con buje adaptador 75-1 / 2" X 49-1 / 2 "
- Par máximo continuo a 5 rpm: 45,000 pies-lb (61,011 Nm)
- Par máximo de respaldo bloqueado: 120,000 ft-lb (162,698 Nm)
- Centro de perforación auxiliar:

- Fabricante: NOV
- Modelo: RST 605
- Velocidad a 40 GPM de flujo hidráulico: 5 rpm
- Velocidad máxima a 115 GPM de flujo hidráulico: 15 rpm (intermitente)
- Presión de trabajo hidráulica máxima aplicada: 3000 psi
- Capacidad de carga vertical: 1,000 toneladas cortas (907 t)
- Capacidad de carga giratoria: 740 toneladas cortas (671 t)
- Apertura máxima: 60-1 / 2 "con buje adaptador 60-1 / 2" X 49-1 / 2 "
- Par máximo continuo a 5 rpm: 45,000 pies-lb (61,011 Nm)
- Par máximo de respaldo bloqueado: 120,000 ft-lb (162,698 Nm)

Sistema anticolisión

El propósito del sistema anticolisión es detectar y prevenir la colisión entre los siguientes equipos:

- impulsión superior (pozo principal y auxiliar)
- dibujos (pozo principal y auxiliar)
- Hydratong incluyendo el cubo de lodo (pozo principal)
- Hydratong (pozo auxiliar)
- Alcance extendido Hydraracker, que incluye tubería doper (pozo principal y auxiliar)
- Pinzas de respaldo elevadas (pozo principal y auxiliar)
- máquina de pasarela vertical que incluye el brazo de cola (pozo principal)
- máquina de pasarela de tuberías que incluye el brazo de cola (pozo auxiliar)
- cesta de servicio y acceso (torre de perforación)
- brazo guía de construcción de soporte (pozo auxiliar)
- brazo manipulador del piso de perforación (centro de la torre de perforación)
- grúa de manipulación de tuberías (solo contra la máquina de pasarela de tuberías)

El sistema utiliza cajas y cilindros descritos alrededor de maquinaria con coordenadas que pueden medirse contra otros elementos de maquinaria para evaluar dónde podría ocurrir una colisión.

El sistema de control anticolisión, junto con el Sistema de enclavamiento de tuberías (PIM), el Control de múltiples máquinas (MMC), el Diagnóstico de máquinas y el Movimiento sin demanda, es un subsistema de la Interfaz inteligente de máquinas (SMI). El SMI comprende un gabinete PLC, la plataforma de hardware y las interfaces relevantes de la máquina. Las funciones de los diversos subsistemas son las siguientes:

- Sistema de bloqueo de tuberías: gestione la seguridad, el bloqueo de tuberías, sistema, anular la funcionalidad y la interfaz intuitiva
- Control de múltiples máquinas: controle el disparo, la perforación de la construcción vertical y mantendrá una velocidad constante.
- Diagnóstico de la máquina: diagnostica y monitorea la máquina enclavamiento, gráficos de secuencia, conteo de horas, monitoreo de E / S y encontrar fallas.

El SMI PLC se comunica en ambas direcciones con la Interfaz hombre-máquina (HMI), que es principalmente una estación de operador de Cyberbase. La estación del operador de Cyberbase también se comunica con cada máquina.

Sistema de lodos y cemento.

Sistema de lodo de alta presión

El sistema de lodo de alta presión consiste en bombas de lodo en la sala de bombas de lodo, un colector de tubería vertical en el piso de perforación y las tuberías asociadas.

Bombas de lodo

La embarcación está equipada con cinco (5) bombas de lodo National triplex 14-P-220 de 7,500 psi WP, cada una impulsada por 2 motores eléctricos con una potencia de 1.150 caballos de fuerza. Las bombas están equipadas con válvulas de alivio de reinicio Titan 44000-02BX. Las bombas son alimentadas con lodo de los pozos por cinco (5) bombas de carga centrífuga Supreme-2500 de la misión NOV con una potencia de 150 hp cada una y una capacidad de bombeo de 363 m3 / h.

Las bombas de lodo se controlan y monitorean desde las estaciones del operador de ciberbase en la cabina de control del perforador en el piso de perforación. Cada bomba de lodo tiene un panel de control local para el control y servicio de la bomba de lodo local.

Parada de emergencia de bomba de lodo común: cuando lo común

Los botones de parada de emergencia en el pozo principal o en el pozo auxiliar están activados (pedestal), todas las bombas de lodo y sus equipos auxiliares se apagarán. El comando cyberbase "on" se reiniciará.

Parada de emergencia de la bomba de lodo local: cuando se presiona el botón de parada de emergencia local en el panel de control de la bomba de lodo, la bomba de lodo específica y sus auxiliares harán una parada completa. El comando cyberbase "on" se reiniciará.

Parada de emergencia de perforación: cuando se activa uno de los cuatro botones de parada de emergencia en el piso de perforación, todas las bombas de lodo y sus equipos auxiliares se apagarán. El comando cyberbase "on" se reiniciará.

La ventilación mecánica en la sala de bombas de lodo no se ventila con presión positiva. Hay 2 suministros y 2 extractores con el mismo tamaño, tampoco hay alarma diferencial. Es el pozo de lodo al lado de la sala de bombas de lodo que tiene presión negativa monitoreada por el PMS.

Sistema de estrangulamiento y muerte El múltiple de estrangulamiento y muerte está ubicado en el piso de perforación. El colector está conectado al dispositivo de prevención de reventones (BOP) a través de tuberías de alta presión y líneas flexibles a las líneas de estrangulamiento y muerte que se extienden a lo largo del exterior del sistema elevador marino que se conectan al BOP en el fondo del mar.

El múltiple de estrangulamiento y muerte comprende dos válvulas de estrangulador automático controladas a distancia y dos válvulas de estrangulador manual. El lado aguas arriba del múltiple (antes de los estranguladores) tiene una capacidad de 15,000 psi y aguas abajo a 10,000 psi.

El control de los estranguladores hidráulicos y las válvulas de compuerta hidráulicas se realiza desde un panel de control local integral con el sistema múltiple y desde un panel remoto en la cabina de control del perforador (DCC). Las dos (2) indicaciones de posición del estrangulador automático se muestran en el panel de control local. El suministro de energía eléctrica al panel de control proviene de una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) de perforación.

Las conexiones ascendentes de 15k al múltiple de estrangulamiento y muerte son las siguientes:

- 2 líneas cada 15k hacia / desde BOP, cada una con dos válvulas de aislamiento, un manual y el otro operado hidráulicamente.
- 1 cada línea de ventilación de gas con dos válvulas de aislamiento manual (para ventear el gas del tubo ascendente para estrangular y matar)
- 2 entradas de inyección de cada glicol
- 1 cada entrada desde el colector de cemento
- 1 cada entrada desde el colector de tubería vertical de lodo

Las conexiones aguas abajo de 10k al múltiple de estrangulamiento y muerte son las siguientes:

- 2 salidas cada uno al MGS
- 1 cada salida al brazo del quemador
- 1 cada salida al mini tanque de disparo de 8 barriles (1.3 m^3)
- 1 cada salida a la línea de estribor por la borda.

Sistema de cemento Una unidad de bombeo independiente es propiedad y es proporcionada por un proveedor externo. La unidad de cementación montada sobre patines tiene una capacidad nominal de 15,000 psi WP y funciona con energía eléctrica. La unidad de cementación está completa con tanques de aditivos líquidos, instrumentación, soporte de control, tanques de desplazamiento, tanque antiespumante y bomba, y el colector de descarga estilo 'H' está instalado en la sala de la unidad de cemento. La unidad está diseñada según los estándares API relevantes.

La indicación de presión se proporciona en el colector de tubería vertical de cemento en el piso de perforación. Las alarmas y las señales de monitoreo de la unidad de bomba de cemento se muestran en la consola de control de ciberbase del perforador en el piso de perforación.

Sistema de lodo de baja presión

La mezcla de lodo y el sistema de mezcla y paleta de aditivos químicos comprende el siguiente equipo:

- Máquina de corte de sacos con sistema de extracción de polvo.
- máquina de elevación de sacos
- depósitos de polvo
- Unidad de bolsa grande con tornillo dosificador
- válvula de distribución
- transportadores de tornillo
- Mezcladores / tolvas de lodo
- Tanques de compensación
- Alimentador de tanque de compensación
- Monitoreo de densidad de lodo
- unidad de aditivo líquido

- unidad de mezcla cáustica
- Unidad de corte de LP
- Bombas de mezcla / transferencia de lodo

Los aditivos de la bolsa grande, la máquina de corte de sacos y los tanques de compensación se miden y mezclan en la tolva y se alimentan al mezclador de lodo (venturi) donde se mezclan con el fluido de lodo entrante bombeado desde los pozos de lodo. El lodo se descarga de nuevo al pozo de lodo seleccionado o cuando se requiere el pozo de babosas seleccionado. El llenado / transferencia de lodo desde los pozos de lodo, etc., utilizando la (s) bomba (s) de transferencia de mezcla de lodo es controlado por las válvulas de mariposa de operación remota de las bombas seleccionadas.

Los pozos de lodo tienen líneas de sistema auxiliar independientes que fluyen directamente al lodo y los pozos de babosas a través del sistema de mezcla de lodo. El suministro se toma de lo siguiente:

- sistema de agua de mar
- perforar agua
- Sistema de aceite base
- sistema de salmuera

El retorno del lodo a los pozos se mezcla con el aditivo apropiado abriendo las válvulas de cabecera del sistema auxiliar.

Se incorporan cuatro (4) mezcladores de lodo de alta velocidad en el sistema de mezcla de lodo, estos se encuentran en la parte superior de los pozos de lodo OBM Nos.12 y 6 y los pozos de lodo WBM 2 y 8. Los mezcladores están diseñados para mezclar polvo de tanques a granel directamente en los pozos de lodo a medida que el lodo de retorno circula a través de la unidad.

Hay cuatro (4) bombas de mezcla / transferencia de lodo. Las bombas son bombas centrífugas horizontales de accionamiento eléctrico capaces de suministrar 227 m3 / h de fluido de lodo. La velocidad de las bombas está regulada por un variador de frecuencia para garantizar un caudal controlado.

El sistema de aditivos de lodo (proceso de mezcla de líquidos) puede controlarse mediante el Sistema de control de lodo (MCS).

Los pozos de lodo están ubicados desde la cubierta inferior hasta la cubierta principal.

Tabla IX-2. Capacidades de los Tanques de lodo

Tanque	Capacidad (m3)
Pozo de lodo No.1 - Activo	93.9
Pozo de lodo No.2 - Activo	93.9
Pozo de lodo No.3 - Activo	46.1
Pozo de lodo No.4 - Activo	46.2
Pozo de lodo No.5 - Activo	93.9
Pozo de lodo No.6 - Activo	94.0
Pozo de lodo No.7 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.8 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.9 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.10 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.11 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.12 - Activo	93.7
Tanque de reserva de barro No.1	258.4
Tanque de reserva de barro No.2	236.2
Tanque de reserva de barro No.3	271.0
Tanque de barro de reserva No.4	248.4
Tanque de barro de reserva No.5	234.7
Tanque de reserva de barro No.6	388.3
Tanque de lodo residual	258.4
Tanque Químico No.1	24.2
Tanque Químico No.2	24.2
Pozo Slug No.1	24.2
Pozo Slug No.2	24.2
Tanque trampa de arena	18.2
Tanque desgasificador	20.0
Tanque Desvanecedor y Deslizador	20.0
Tanque de retorno	20.0
No.1 Tanque de viaje	9.2
No.2 Tanque de viaje	9.1
Tanque de retención de desagüe	96.0

Sistemas de retorno de lodo

El sistema de proceso de lodo con máquinas / equipos y válvulas operadas a distancia que incorporan sensores e instrumentos está integrado en la Red de Control de Perforación (DCN).

El sistema de proceso de lodo está ubicado en el módulo de proceso de lodo y comprende lo siguiente:

- Gumbo Box Conveyor x 1
- Caja de encabezado de distribución x 1
- Shale Shakers x 6
- Transportadores de tornillo de corte

- Sopladores de corte x 2
- Tanque trampa de arena x 1
- Tanque desgasificador x 1
- Desgasificadores centrífugos x 2
- Desander / Desilter x 1 (con agitador)
- Tanque de retorno x 1 (con agitador)
- centrifugadoras x 2 suministradas por bombas de alimentación de lodo tipo mono
- bomba de tratamiento de lodo x 3

Separador de gas de lodo

El separador de gas de lodo (MGS) se encuentra sobre el piso de perforación. Tiene una capacidad de separación de gas de 5 metros cúbicos estándar por segundo (5 Sm^3 / s). La presión nominal de diseño es de 14.8 bar.

Las siguientes líneas descargan al MGS:

- 2 cada una, líneas de 5 pulgadas desde el múltiple estrangulador y matador
- 1 cada línea de lodo caliente de 4 pulgadas desde las bombas de transferencia de lodo.

El MGS consiste en un recipiente cilíndrico vertical que contiene una serie de placas deflectoras. El gas de corte de lodo se entrega a la parte superior del recipiente y fluye hacia abajo sobre las placas deflectoras. La acción del lodo que impacta los deflectores libera el gas del lodo. El gas liberado fluye hacia arriba a través de la línea de ventilación de 12 pulgadas y se descarga en un punto por encima del bloque de la corona, en la parte superior de la torre de perforación.

Sistema BOP

El buque de perforación está equipado con un sistema de control de pozos de 15,000 psi que consta de 2 pilas de BOP y múltiple de estrangulamiento / muerte y un sistema desviador de 500 psi. Los sistemas son operados por una unidad de control de pozo dedicada. La pila BOP, el desviador y la unidad de control están diseñados y mantenidos de acuerdo con los estándares API pertinentes.

Desviador

El buque de perforación está equipado con un conjunto desviador Vetco Gray 72 "Complete Shut Off (CSO).

El sistema desviador comprende lo siguiente:

- Conjunto de desviador CSO 72 "ID: (capacidad de cierre completo con orificio pasante de 20" y clasificación de 500 psi cuando se cierra sobre un agujero abierto).
- Carcasa de soporte del desviador: (Tipo CSO para mesa giratoria de 75.5".

Contiene 8 perros de bloqueo con una capacidad de carga ascendente de 2.0 millones de libras. Las salidas de desvío consisten en:

- 3 x 18" Clase 300 R-69 RTJ aleación 625 superposición bridada
- 1 x 4" Clase 300 R-37 RTJ aleación 625 superposición bridada
- 1 x 6" Clase 300 R-45 RTJ aleación 625 superposición bridada

Conjunto de herramienta de prueba: (contenido dentro de la carcasa de soporte y utilizado para probar el conjunto de desviador CSO)

- Conjunto de herramienta de manipulación:
- Articulación flexible de desvío: (Articulación flexible de aceite (doble extremo) 22 "ID, clasificada a 500 psi con 3000 kips a +/- 15 grados)
- 3 x 18" válvulas de bola de desvío
- Válvula de bola de prueba y llenado de 1 x 4 "
- Válvula de tanque de disparo de 1 x 8 "
- Base de almacenamiento de desvío: (estructura fabricada para almacenar el conjunto del desviador) El principio del desviador es dirigir los fluidos del pozo por la borda y lejos de la embarcación a través de las líneas de desviación de babor o estribor. Esto se lleva a cabo activando las válvulas hidráulicas de operación remota apropiadas.

Todas las válvulas operadas a distancia se controlan desde el panel de control del desviador ubicado en el taller submarino, CCR o la consola del perforador.

El fluido hidráulico está disponible en la HPU BOP / Desviador.

Preventores.

Se proporciona una pila de 15,000 psi WP BOP con una profundidad de agua de 12,000 pies en el buque de perforación. El conjunto de la pila BOP inferior consta de:

- Dos (2) GE Hydril, Tipo GX, 18 3/4 "x 10,000 psi WP anulares preventivos. La conexión superior es 18 ¾" x 10,000 psi API tachonada con ranura de anillo BX-164 y la conexión

inferior es 18 ¾ "x API de 10,000 psi con bridas con ranura de anillo BX-164. Los cabezales de prevención son del tipo de bloqueo radial.

- Seis (6) GE Hydril, tipo doble compacto, 18 3/4 "x 15,000 psi WP preventores ram. Los bloqueos de ram son del tipo de bloqueo de posición múltiple (MPL). Las conexiones superiores son 18 3/4" x 15,000 psi API tachonada con ranura de anillo BX-164 y las conexiones inferiores son 18 ¾ "x 15,000 psi API bridadas con ranura de anillo BX-164.

Las superficies de prevención de reventones expuestas a fluidos de pozo cumplen con los requisitos de la norma NACE MR0175. La pila BOP está clasificada para un rango de temperatura de -7 a 177 ° C y está recortada para el servicio H2S.

Un paquete de elevador marino inferior (LMRP) se encuentra sobre el conjunto de la pila BOP inferior.

Sistema de control

El buque de perforación está provisto de una unidad de acumulador de superficie completa con un acumulador WP de 5,000 psi con capacidad total según los requisitos de la autoridad. El caudal de la bomba de recarga del acumulador es según API 16D.

El Sistema de Control BOP Mux se carga con fluido de control BOP por la HPU desde la presión de precarga hasta la presión de funcionamiento del sistema. Los bastidores acumuladores están diseñados de acuerdo con API 16D y cumplen con los requisitos mínimos de volumen de fluido de energía utilizable del código.

El sistema acumulador tiene un volumen de mil ochocientos (1800) galones y consta de ciento veinte (120) cada quince (15) galones, 5000 psi de acumuladores de presión de trabajo. Las botellas están dispuestas en seis (6) bastidores. Cada acumulador contiene dos (2) colectores individuales. Todos los bastidores están conectados al cabezal hidráulico del sistema de control BOP Mux.

La unidad de depósito de fluido consta de un tanque de agua de 75 galones, un tanque de fluido concentrado de 550 galones, un tanque de fluido de glicol de 650 galones y un tanque de fluido de control mixto de 1350 galones. Se proporcionan tres (3) motores eléctricos de cien caballos de fuerza (100 hp) junto con bombas triplex tipo émbolo para cargar los bastidores del acumulador y operar todas las funciones de la pila hidráulica. Cada bomba producirá 25 gpm a 5,000 psi para un total de 75 gpm al 95% de eficiencia con ambas bombas en funcionamiento. Los motores eléctricos tienen 440 voltios, trifásicos, sesenta (60) Hz clasificados para área segura.

El sistema de control está equipado con un total de tres paneles de control en diferentes ubicaciones (Panel de control maestro del perforador, Panel CCR, Panel de taller submarino) que facilitan la

operación del equipo de control de pozos en situaciones severas. Los paneles de control BOP han sido diseñados para servir como sistemas de respaldo en caso de falla de una unidad de control o partes de una unidad.

Control acústico

El control acústico de los conjuntos de BOP y submarinos utiliza un sistema Kongsberg ACS500 que controla las funciones de solenoide con una función de lectura. El sistema está clasificado para una profundidad de agua de 12000 pies (4000 m). El sistema acústico de doble redundancia también incluye una función de apagado automático basada en las interrupciones de BOP.

Hay dos subsistemas principales; "Submarino y Superficie" con cada uno de los dos subsistemas que tienen un transceptor conectado a un transductor acústico, con un enlace de telemetría acústica establecido entre la superficie y el subsistema submarino.

El subsistema de superficie consta de una Unidad de Comando Acústica (ACU) portátil y el transductor "mojado" con un cabrestante de cable operado manualmente. Cuando se opera, el transductor de "inmersión" se baja al mar. El sistema se comunica con el operador, con la capacidad de ejecutar los comandos necesarios:

- Cizalla de la carcasa - Cerrar
- Todas las puñaladas: retracción
- Rams de persiana / cizalla - Cerrar
- Brazo de corte automático
- Rams de tubos medios - Cerrar
- Desbloqueo secundario del conector LMRP
- Sistema acústico desarmado / reinicio

Intervención de ROV

El BOP también está provisto de paneles ROV que permiten controlar el BOP mediante la intervención del ROV. El conjunto inferior de la pila BOP permite realizar las siguientes funciones:

- Corte de acumulador de pila ROV
- Válvula de descarga del acumulador de pila ROV
- Válvula de aislamiento de descarga segura a prueba de fallas del ROV
- Cizalla de cizalla superior ciega Cerrar

- Cizalla de cizalla de la carcasa cerrada y brazo de cizallamiento automático
- Cierre de Ram de tubería central
- Conector de cabeza de pozo Puerto de desbloqueo primario y secundario
- Conector de cabeza de pozo Glycol Flush
- Retracción de junta de conector de cabeza de pozo
- Corte de bloqueo del conector de cabeza de pozo

Sistema de elevación marina

El elevador marino conecta el buque de perforación con la cabeza del pozo submarino, lo que permite que el lodo de perforación y los recortes circulen de regreso al buque de perforación para su procesamiento.

Junta telescópica

Dos juntas telescópicas MR-6H-SE compensan el movimiento y el desplazamiento de la perforadora desde el centro del pozo. La junta tiene una carrera de 65 pies (19.8 m) con una longitud total de 80 pies (24.4 m). El ensamblaje tiene una capacidad de tracción operativa de 3.5 millones de libras.

Manipulador de gas

El conjunto de manipulador de gas MR-6H-SE está diseñado para eliminar las patadas del tubo ascendente antes de que lleguen al piso de perforación. El manipulador de gas está ubicado debajo de la junta telescópica y dirige el gas atrapado desde el elevador hacia el estrangulador y el colector de muerte, donde puede desviarse por la borda o enviarse al desgasificador.

Juntas elevadoras marinas

Las juntas verticales MR-6H SE - pared nominal de 21 ¼ "x 0.875" por 90 pies de largo se suministran en dos tipos:

- juntas de espuma
- juntas resbaladizas

Las clasificaciones de flotabilidad para los módulos de espuma son de 2,000 pies, 4,000 pies, 6,000 pies, 8,000 pies y 10,000 pies. Las juntas resbaladizas están provistas de "protectores elevadores" para facilitar el manejo y almacenamiento conveniente.

IX.4.1.1.2 Equipo de Proyecto Principal y Auxiliar.

En el caso de este Proyecto, todo el equipo principal y auxiliar que se utilizará se mantendrá en la unidad de perforación, que es una estructura prediseñada equipada para operaciones de perforación a profundidades de hasta 3.700 m.

La siguiente información es una presentación de las características generales del buque de perforación, además de las especificaciones técnicas del equipo principal y auxiliar que posee.

Las especificaciones principales de la unidad de perforación que se utilizará en las operaciones del Proyecto se presentan en la Tabla IX-3.

Tabla IX-3. Especificaciones de la Unidad de Perforación Maersk Valiant.

Dimensiones Principales	
Longitud total	228 m
Ancho total	42 m
Profundidad del casco	19 m
Apertura de Moonpool	25,6 mx 12,5 m
Peso (barco ligero)	36,700 t
Calado operativo / desplazamiento relacionado	12 m / 96,000 t
Proyecto de tránsito / desplazamiento relacionado	8.5 m / 66,500 t
Calado de supervivencia / desplazamiento relacionado	12 m / 96,000 t
Parámetro de Operación	
Profundidad del agua hasta	3.600 m.
Profundidad de perforación	12,000m
Carga de cubierta variable	20,000 t
Capacidades	
Agua de perforación.	2.400 m3
Agua potable	1200 m3
Fuel oil	6,000 m3
Lodo líquido (activo)	1030 m3
Lodo líquido (reserva)	1637 m3
Barro a granel	452 m3
Cemento a granel	452 m3
Residuos de lodo (tanque de decantación)	258 m3

Fuente: Maersk Valiant HSE Case, 2017.

Las especificaciones generales del equipo de perforación principal se muestran en la Tabla IX-4.

Tabla IX-4. Equipos y / o Maquinaria para Perforación (Unidad de Perforación)

Equipo de Perforación	
Criterios de diseño de perforación	
Profundidad máxima de agua	3,600 m
Profundidad de perforación	12,000m
Bombas de lodo - Presión de descarga	7500 psi
Colector de tubo vertical	7500 psi
Colector de estrangulamiento	15000 psi
Colector de cemento	15000 psi
Presión de descarga de la unidad de cemento	15000 psi
18 ¾ "BOP	15000 psi
IBOP	15000 psi
Separador de gas de lodo	15 MMscfd
Máxima carga de elevación de la torre de perforación:	
Centro de pozos principales	1250 st (1134 mt)
Centro de pozo auxiliar	1000 st (907 tm)

Fuente: Maersk Valiant HSE Case, 2017.

IX.4.1.1.3 Almacenamiento

El combustible utilizado en el buque de perforación es Diesel Marino (MDO) y la unidad tiene una capacidad total de almacenamiento de MDO de aproximadamente 6,000 m3.

Se proporcionan dos (2) tanques de servicio MDO, cada uno de 113,4 m3 de capacidad, que suministran diésel para los motores del generador principal. Se proporciona un tanque de servicio MDO separado en la sala del generador de emergencia para el generador de emergencia.

El abastecimiento de combustible MDO se realizará desde la estación de abastecimiento provista a cada lado del buque de perforación. El MDO se almacena desde un barco de suministro y se carga en las estaciones de abastecimiento en el puerto y los costados de estribor del barco a nivel de la cubierta principal. Solo se puede usar una de las estaciones de abastecimiento en cualquier momento, la otra está aislada de forma segura para evitar fugas de aceite. Cada estación de carga incluye un carrete de manguera, una válvula de aislamiento y una válvula de muestreo de aceite. El muestreo de combustible se realiza mediante un método de goteo o "muestra puntual" en una botella de muestra. Un encabezado transversal común se une a las dos estaciones de carga y desde allí una tubería se conecta con el tanque

Colector de llenado en los espacios de la sala de máquinas. La línea de conexión al colector de llenado del tanque está equipada con un filtro dúplex, medidor de flujo y válvulas de aislamiento; hay una línea de derivación del medidor de flujo, pero normalmente está aislada. Una línea de las

bombas de transferencia MDO se conecta con la línea de llenado para permitir la transferencia MDO entre tanques. Cada uno de los cuatro tanques de almacenamiento MDO de la sala de máquinas (dos en la sala de máquinas de babor y dos en la sala de máquinas de estribor) tiene una válvula de llenado operada manualmente. Los tanques están equipados con medidores de nivel para indicación local y transmisores de nivel para indicación remota en el sistema de sondeo remoto IAS.

Hay dos sistemas de transferencia MDO separados y están ubicados en el puerto y las salas de máquinas de estribor. En cada sala de máquinas hay dos tanques de almacenamiento MDO, un tanque de servicio MDO, un tanque de drenaje por gravedad MDO y dos bombas de transferencia MDO. Una bomba de transferencia se designa como la bomba de transferencia principal y la otra, de menor capacidad de bombeo, se designa en la parte superior la bomba de transferencia MDO. Las válvulas cruzadas permiten que ambas bombas realicen las mismas tareas. Para las salas de máquinas de babor y estribor, las bombas de transferencia MDO están ubicadas en la sala de purificadores a nivel de la cubierta 4; la sala de purificadores se encuentra en el extremo delantero de la sala de máquinas. Las válvulas de succión en los tanques de almacenamiento MDO son del tipo de cierre rápido.

Las válvulas cruzadas permiten que la bomba de transferencia en una sala de máquinas se use en el tanque de servicio en otra sala de máquinas.

Las principales bombas de transferencia MDO se pueden seleccionar para control remoto en el gabinete de arranque local, donde luego se puede iniciar desde las pantallas IAS. Si se selecciona la bomba para el modo AUTO desde la pantalla IAS, el llenado de un tanque se detendrá automáticamente cuando el nivel del tanque alcance el interruptor de nivel alto. La indicación de funcionamiento está interconectada con el IAS. Las bombas de transferencia MDO también se pueden operar localmente desde el gabinete de arranque, cuando se han configurado en modo LOCAL.

El sistema de purificación MDO está dispuesto independientemente en babor y estribor, que consta de cuatro (4) purificadores Alfa Laval S936. El servicio MDO y los sistemas de drenaje de cada sala de máquinas (babor, centro y estribor) son independientes entre sí.

El sistema de distribución de gasóleo suministra gasóleo a diversos servicios dentro del DDS y se alimenta desde el buque.

IX.4.2 Descripción detallada del Proceso

IX.4.2.1 Análisis de Actividades de Alto Riesgo

Explosivos: cuando los explosivos están a bordo, se almacenan en un área de almacenamiento dedicada. Está ubicado en el lado de babor del área extendida de prueba de pozo. Consulte las instrucciones de radiactivo / explosivo en el sistema de gestión, para más detalles. Estos materiales son manejados únicamente por personal especializado en subcontratos.

Materiales radiactivos: cuando los materiales radiactivos están a bordo, se almacenan en un área de almacenamiento dedicada. Está ubicado en el lado de babor del área extendida de prueba de pozo. Consulte las instrucciones de radiactivo / explosivo en el sistema de gestión, para más detalles. Estos materiales son manejados únicamente por personal especializado en subcontratos.

Pintura: todas las pinturas y materiales asociados se almacenan en Locker.

Productos químicos diversos: estos productos químicos, que pueden ser secos o húmedos, se almacenan en el área de almacenamiento del saco. Se controlan de acuerdo con el proceso en Manipulación y utilizan productos químicos MODU en el sistema de gestión SIRIUS.

IX.4.2.1.1 Descripción del equipo de proceso principal y auxiliar

El Mersk Valiant es una torre de perforación dual de aguas ultra profundas posicionada dinámicamente para actividades de perforación. Estará equipado con los equipos de perforación y control de pozos principales y auxiliares que se especifican a continuación:

El casco del serbal se divide en varios compartimentos. La central eléctrica principal está situada en el extremo de popa y consta de tres salas de máquinas adyacentes separadas. El equipo marino auxiliar se guarda en las salas de bombas de proa y popa. El sistema de propulsión consta de seis (6) motores retráctiles de 5,000 KW que utilizan un mecanismo de elevación de piñón y cremallera.

Partes Superiores

En la cubierta superior del casco, se disponen instalaciones que incluyen una torre de perforación / piso de perforación / subestructura con equipo asociado, grúas, sistema de manejo de equipos, módulo de lodo, módulo de tratamiento de lodo, módulo de control submarino, área de almacenamiento vertical, almacenamiento de la carcasa y EWT zona.

La torre de perforación está diseñada para acomodar un paquete de perforación doble que incluye dos (2) unidades superiores, sistemas de tiro compensado activo, mesas giratorias, etc.

La torre de perforación, con una base de 18,3 m x 24,4 m y una altura de 64 m, incluye todas las instalaciones que se consideran necesarias para la ejecución segura y eficiente de todas las

operaciones de perforación previstas. La capacidad de manejo de doble tubería permite una mayor eficiencia. Mientras una cadena está trabajando en el centro del pozo principal, una segunda cadena de p. Ej. La carcasa, el tubo de perforación o el conjunto del orificio inferior en el centro del pozo auxiliar se pueden ensamblar y volver a colocar en el área del respaldo para su uso posterior en el centro del pozo principal o desmontarse y colocarse en la plataforma.

La carga dinámica máxima del gancho para el pozo principal es de 1.134 t, y para el pozo auxiliar es de 907 t. La distancia entre los centros de la torre de perforación es de 12,2 m.

La torre de perforación está diseñada de acuerdo con API 4F y criterios ambientales y de diseño. Ha sido diseñado para maquillar y romper tuberías de perforación, BHA y carcasa durante la perforación y para tener la posibilidad de colocar soportes de tubería de perforación en cuádruple Rango 2 (30 pies) y triple Rango 3 (45 pies), soportes de carcasa en triple (40 pies cada uno).

IX.4.2.1.1.1 Sistemas Mecánicos

Sistema de sentina

El sistema de sentina se utiliza para eliminar las acumulaciones de agua de los compartimentos de la plataforma de la maquinaria o los tanques del fondo interior. El buque de perforación está equipado con dos (2) bombas de achique operadas independientemente ubicadas en la sala de bombas de lastre, cada una de las cuales puede servir como respaldo para la otra. La capacidad de descarga de cada bomba es de 100 m^3 / h.

La sentina en la sala de bombas de lastre se descarga por la borda mediante bombas de sentina a través de un sistema de monitoreo de descarga de aceite. La sentina en cada compartimento HPR se descarga por la borda mediante un eductor de 10 m^3 / h accionado por la línea de lavado de incendios y cubierta.

Se proporcionan dos (2) pozos de sentina con alarmas de nivel (2 sensores de nivel y 1 alarma común) para la sala de bombas de lastre.

En el espacio principal de maquinaria, se proporcionan los siguientes tanques para el manejo de la sentina:

- Depósito auxiliar de sentina de sala de maquinaria: 20 m3
- Depósito de sentina de la sala de máquinas: 50 m3
- Depósito de aceite de sentina separado de la sala de máquinas: 10 m3

El buque de perforación está equipado con las siguientes bombas para operaciones de sentina normales y de emergencia:

Tabla IX-5. Bombas de Achique.

No.	Nombre	Capacidad (m3/h)
2	Bomba Fwd Bilge & G.S	340
1	Fwd aux. mach. bomba de achique	5
2	Lastre en popa, sentina y bomba G.S	500/240
1	Bomba de achique E / R en popa	5
6	Bomba de achique de la sala de propulsión	3
1	Bomba de fuego fwd	750
2	Bomba de fuego en popa	750

Un separador de sentina diseñado para un máximo contenido de aceite de 5 ppm de agua separada con unidad de ruptura de emulsión según el estándar del fabricante, y se proporciona una alarma de achique de contenido de aceite en la sala de máquinas. La unidad tiene una capacidad de 5 m3 / h y cumple con los requisitos de la Resolución IMO MEPC 107 (49).

Se proporciona un sistema de medición de nivel del tipo de transductor de presión eléctrico para los siguientes tanques y tiro. El nivel y el borrador se indican en la pantalla del monitor para el IAS:

- Tanques de lastre de agua
- Tanque de retención de sentina en fwd. aux. sala de maquinaria
- Depósito de sentina en la sala de máquinas
- Tanque de aceite de sentina separado

Posicionamiento dinámico (DP)

El sistema de Posicionamiento Dinámico (DP) provisto a bordo del buque de perforación es parte del Sistema de Control Integrado (ICS). El propósito del sistema es:

- Mantener la posición y el rumbo del buque de perforación mediante el control automático de los propulsores.
- Cambiar la posición y el rumbo mediante el control automático de los propulsores.
- Proporcionar control de joystick único de todos los propulsores.
- Mantener el rumbo del buque de perforación mientras navega / navega.
- Proporcionar análisis de consecuencias.

El sistema cumple con el equipo IMO clase 3, por lo que no habrá una sola falla, incluida la pérdida de un compartimento debido a inundación por incendio o incendio, que podría desactivar más de un grupo electrógeno y / o propulsor.

Sistema de propulsión

El buque de perforación está equipado con seis (6) propulsores de azimut desmontables bajo el agua en compartimentos separados. Cada propulsor (5.500 kW) se alimenta desde el cuadro de distribución de 11kV a través de transformadores y unidades de control de accionamiento.

Cada unidad de propulsión está equipada con motores de dirección hidráulica para permitir que la unidad gire al ángulo requerido. La posición del propulsor se mide en el transmisor de retroalimentación para dar una indicación del ángulo en los indicadores locales y también para proporcionar retroalimentación al sistema de control.

El control de los propulsores se realiza a través del sistema Kongsberg KThrust 400 y cada propulsor tiene su propio sistema de control remoto por separado.

El propulsor azimutal tiene una hélice de paso fijo y es controlado por el variador de frecuencia y el motor eléctrico.

Torre de perforación

La torre de perforación está diseñada para acomodar un paquete de perforación doble que incluye dos (2) unidades superiores, sistemas de extracción activados por elevación activa, mesas giratorias, etc.

La torre de perforación, con una base de 18,3 mx 24,4 m y una altura de 64 m, incluye todas las instalaciones que se consideran necesarias para la ejecución segura y eficiente de todas las operaciones de perforación previstas. La capacidad de manejo de doble tubería permite una mayor eficiencia. Mientras una cadena está trabajando en el centro del pozo principal, una segunda cadena de p. Ej. La carcasa, el tubo de perforación o el conjunto del orificio inferior en el centro del pozo auxiliar se pueden ensamblar y volver a colocar en el área del respaldo para su uso posterior en el centro del pozo principal o desmontarse y colocarse en la plataforma.

La carga dinámica máxima del gancho para el pozo principal es de 1.134 t, y para el pozo auxiliar es de 907 t. La distancia entre los centros de la torre de perforación es de 12,2 m.

La torre de perforación está diseñada de acuerdo con API 4F y criterios ambientales y de diseño. Ha sido diseñado para maquillar y romper tuberías de perforación, BHA y carcasa durante la perforación y para tener la posibilidad de colocar soportes de tubería de perforación en cuádruple Rango 2 (30 pies) y triple Rango 3 (45 pies), soportes de carcasa en triple (40 pies cada uno).

Sistemas de control

Sensores DP

Los sensores conectados a los sistemas de control DP y cJoy comprenden:

- Gyro-1: interfaz serial / discreta con K-Pos DP-32; interfaz serial con K-Pos DP-12 y cJoy
- Gyro-2: interfaz serial / discreta con K-Pos DP-32; interfaz serial con K-Pos DP-12
- Gyro-3: interfaz en serie con K-Pos DP-32; interfaz serial / discreta con K-Pos DP-12
- Wind-1: interfaz en serie con K-Pos DP-32 y cJoy
- Wind-2: interfaz en serie con K-Pos DP-32
- Wind-3: interfaz en serie con K-Pos DP-32 y K-Pos DP- 2
- Wind-4: interfaz en serie con K-Pos DP-32
- Wind-5: interfaz en serie con K-Pos DP-32 y K-Pos DP-12
- VRS-1 (MRU-5): interfaz discreta con K-Pos DP-32 y Joy
- VRS-2 (MRU-5): interfaz discreta con K-Pos DP-32
- VRS-3 (MRU-5): interfaz discreta con K-Pos DP-32 y Pos DP-12
- VRS-4

Borradores de sensores: interfaz de red con K-Pos DP-32 y KPos DP-12 Cada tipo de sensor tiene su propio propósito. Los giroscopios proporcionarán al sistema de control información de rumbo del barco. Los sensores de viento le darán al sistema de control la velocidad y dirección reales del viento. Los sensores VRS proporcionarán a la embarcación ángulos reales de balanceo y cabeceo.

Monitoreo de ángulo de elevación

Se proporcionan dos (2) indicadores de ángulo ascendente en el buque de perforación. Un indicador se encuentra en la parte superior del elevador y el otro en la parte inferior.

Sistema de desconexión de emergencia (EDS)

En caso de pérdida de posición, el buque de perforación tiene la capacidad de operar el EDS. El panel del operador principal se instala en la cabina del perforador con un panel del operador secundario ubicado en el puente.

Se requeriría la operación oportuna del EDS para minimizar el riesgo para el medio ambiente y el equipo de perforación. Para establecer un círculo de vigilancia apropiado para cada ubicación de

perforación, con un margen de seguridad adecuado sin restringir la operación de perforación, se requiere un análisis detallado de los límites operativos. Las consideraciones para calcular un círculo de vigilancia incluyen:

- Ángulo vertical (límite del conector vertical)
- Tiempo EDS
- La articulación flexible (v. Articulación esférica) aumenta el momento en la boca del pozo
- Dimensiones de Moonpool
- Ángulo superior de la articulación flexible
- Tensor del elevador hacia abajo
- Extensión de junta deslizante
- Punto de fluencia de boca de pozo / carcasa
- Punto de fluencia del suelo del fondo marino
- Velocidad de perforación
- Equipos / operaciones especiales, como pruebas de producción.

Reglas y regulaciones

La construcción del Pozo Sayulita-1EXP del Bloque 12 cumple con el siguiente American Bureau of Shipping (ABS) y las normas y reglamentos de la Organización Marítima Internacional (OMI):

ABS	Reglas para construir y clasificar dispositivos móviles en alta mar Unidades de perforación, 2008, incluida la asignación de línea de carga, equipo de carga.
IMO	Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units, 2001, Resolution A.649 (16) (1989 MODU Code with 1991 amendments)
UK HSE	Research Report 387 (2005) "Stability"
ICLL	International Convention on Load Lines, 1966, including Protocol of1988.
CAP 437	UK Civil Aviation Authority (for heliport design)
SOLAS	International Convention for the Safety ofLife at Sea Consolidated Edition, 2001
ICTM	International Convention on Tonnage Measurement, 1969
ABS	ABS Guide for Certification ofCranes 1991

MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, Consolidated Edition, 1997 as amended (Single Point Discharge Collection and Treatment)
TC	Transport Canada TP4414, Guidelines Respecting Helicopter Facilities on Ships (For Heliport Design)
API	American Petroleum Institute Specification for Offshore Cranes, API Spec 2C, Sixth Edition, 2004.
AISC	Structural/Steel Outfitting, American Institute ofSteel Construction (AISC) –Manual of Steel Construction–Allowable Stress Design, 9th edition.
ASME	Pressure Vessels
ANSI	Piping
COLREGS	1972 Navigation Regulations
IEC	Electro Technical Commission (IEC), publication no. 92 for electrical installation in ships.

Plan de Exploración Metas físicas

El proyecto contempla La perforación de un (1) pozo exploratorio en el área prospectiva del yacimiento Sayulita-1EXP en Área Contractual 12 (Aguas Profundas).

Cobertura en km2 de la adquisición de información geofísica

El Consorcio ha comprado a la compañía WesternGeco un aproximado de 29,600 km² de datos sísmicos del cubo sísmico migrado Tampico/Cordilleras Mexicanas, con el código ARES-DSM-MX-15-3P2/3149.

También se planea la adquisición de, por lo menos, 3500 km lineales de datos magnéticos y gravimétricos aéreos dentro del Área Contractual.

Cobertura en km2 de procesamiento de información geofísica

Compra de un total de 29,600 km² de datos reprocesados del cubo sísmico migrado Tampico/Cordilleras Mexicanas llevada a cabo por WesternGeco, de los cuales 3052.432 km² corresponden al bloque 12. La compra es de los datos ya reprocesados;

Procesamiento de datos gravimétricos y magnéticos de de 3,099 km lineales; y

Análisis de Velocidad de Alta Densidad (HDVA) utilizando 90 km² del cubo 3D migrado reprocesado Tampico/Cordilleras Mexicanas.

Principal enfoque de los estudios de exploración dentro de la cadena de valor.

Los estudios regionales en el bloque se enfocan en establecer el sistema petrolero de la cuenca fronteriza y en minimizar el riesgo de los elementos geológicos: presencia y efectividad del yacimiento, presencia de la roca generadora y migración, fase del hidrocarburo y tiempo de estructuración. Los estudios de integración técnica se planearon para establecer el sistema petrolero en el Bloque 12 para obtener un inventario de prospectos con su respectivo nivel de prioridad.

Metas volumétricas

Principal tipo de hidrocarburo esperado.

Basados en el entendimiento actual del área gracias a estudios preliminares llevados a cabo durante la etapa de licitación, se espera que los tipos de hidrocarburos sean aceite mediano/ligero, 25-38°API.

Evaluación del potencial petrolero.

La evaluación técnica previa al ingreso arrojó el siguiente inventario de prospectos. Sin embargo, es importante señalar que tanto la evaluación volumétrica como la posibilidad de éxito son preliminares en espera de la ejecución de los estudios exploratorios planificados.

IX.4.3 Descripción del entorno.

IX.4.3.1 Ubicación de la instalación.

El Área 12 del Contrato de Aguas Profundas de la Cuenca Cordilleras Mexicanas se localiza en el Golfo de México, a aproximadamente 78 km de la costa mexicana. Cubre un área de 3,099.432 km² y las coordenadas que delimitan el Área Contractual se encuentran en la Tabla IX-6. La profundidad del agua varía entre 800 m – 2200 m aproximadamente. De acuerdo a nuestro entendimiento, no existen pozos ni instalaciones dentro del Área Contractual. Las evaluaciones previas a la entrada al Área Contractual, han utilizado conjuntos de datos de levantamiento sísmico 3D Multicliente del Azimut Amplio de Campeche (WAZ).

Contractualmente, existe el compromiso de perforación de un pozo en el acuerdo de licencia para el Área Contractual. Se están realizando trabajos técnicos para preparar los programas de perforación durante la línea de tiempo disponible en el periodo inicial de exploración.

Tabla IX-6. Coordenadas de Delimitación del Área Contractual, Datum ITRF08 epoch 2010 (Equivalente a WGS_1984_UTM_Zona_14N).

Vértice	Latitud	Longitud
1	21° 47' 30"	96° 28' 00"
2	21° 47' 30"	96° 20' 30"
3	21° 46' 00"	96° 20' 30"
4	21° 46' 00"	96° 09' 00"
5	21° 32' 00"	96° 09' 00"
6	21° 32' 00"	96° 03' 30"
7	21° 18' 30"	96° 03' 30"
8	21° 18' 30"	96° 08' 30"
9	21° 17' 00"	96° 08' 30"
10	21° 17' 00"	96° 12' 30"
11	21° 18' 30"	96° 12' 30"
12	21° 18' 30"	96° 13' 30"
13	21° 21' 00"	96° 13' 30"
14	21° 21' 00"	96° 26' 00"
15	21° 27' 30"	96° 26' 00"
16	21° 27' 30"	96° 29' 00"
17	21° 28' 30"	96° 29' 00"
18	21° 28' 30"	96° 36' 30"
19	21° 28' 00"	96° 36' 30"
20	21° 28' 00"	96° 41' 00"
21	21° 29' 30"	96° 41' 00"
22	21° 29' 30"	96° 42' 30"
23	21° 33' 30"	96° 42' 30"
24	21° 33' 30"	96° 44' 00"
25	21° 38' 00"	96° 44' 00"
26	21° 38' 00"	96° 47' 30"
27	21° 44' 30"	96° 47' 30"

Vértice	Latitud	Longitud
28	21° 44' 30"	96° 51' 00"
29	21° 49' 30"	96° 51' 00"
30	21° 49' 30"	96° 42' 00"
31	21° 48' 30"	96° 42' 00"
32	21° 48' 30"	96° 40' 00"
33	21° 47' 30"	96° 40' 30"
34	21° 47' 30"	96° 36' 00"
35	21° 54' 30"	96° 36' 00"
36	21° 54' 30"	96° 28' 00"

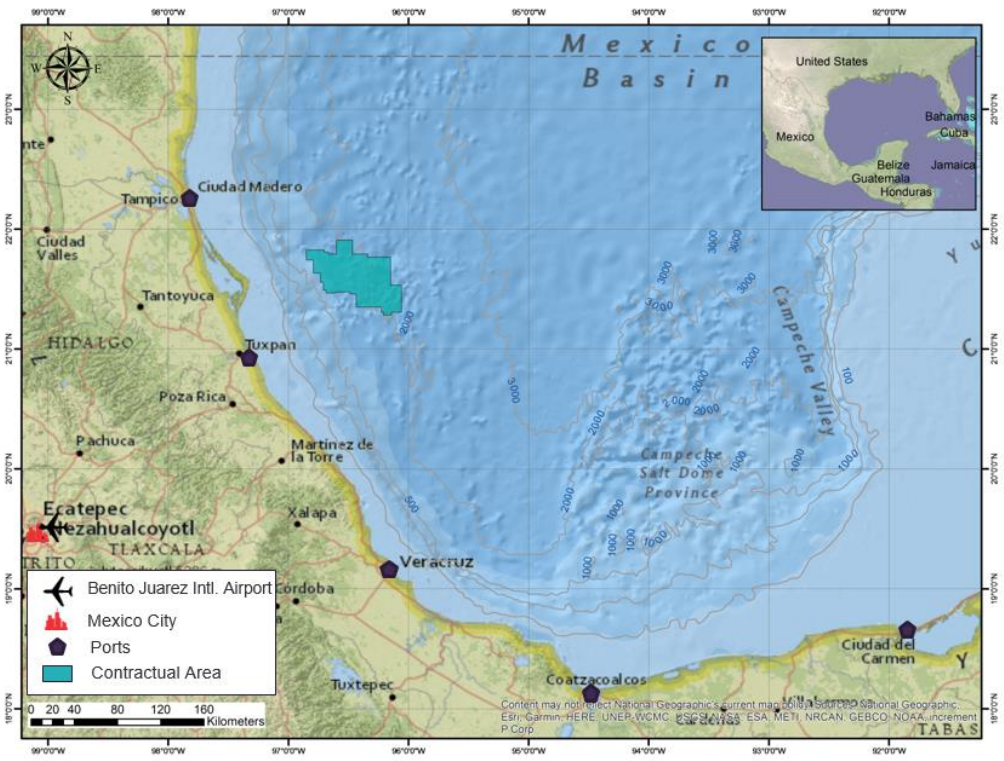


Figura IX-2 Localización del área Contractual 12.

Fuente: (CNH, 2018).

IX.4.3.2 Limitaciones de la instalación.

Para realizar la delimitación del Sistema Ambiental Regional (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 y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental que señala:

Se considera adecuada una delimitación del Sistema Ambiental Regional, que haya utilizado alguno o algunos de los siguientes criterios:

- Unidades de Gestión Ambiental 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 CONABIO.
- Combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades ambientales propuestas.

Para el caso de este Proyecto, la definición de los límites del sistema ambiental está en función del alcance de afectación del Proyecto sobre los factores del medio ambiente, derivado de lo cual se eligen los criterios 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 12 y su interacción con el Puerto de Tampico y el Puerto de Tuxpan. Considerando que ambos puertos son los más cercanos al área; 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 Sistema Ambiental Regional (SA), se procedió a sobreponer la cartografía digital mediante un Sistema de Información Geográfica, 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.

Con base en lo anterior, tenemos lo siguiente:

De acuerdo a lo encontrado en la cartografía digital se determinó que el mejor criterio para delimitar el **Sistema Ambiental Regional (SAR)** para este Proyecto es el **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)** y la carta de **Geomorfología Marina ((CONABIO, 1990)** también la carta de **Provincias Geológicas 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 considerando los instrumentos presentados en la Tabla IX-7.

Tabla IX-7. Criterios delimitadores del SAR

Estado	Ha
Unidades de Gestión Ambiental	Marina: 2, 158, 159, 200, 161,183,184, 185, 160, 201
	Regional: 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,17,18,20,24,25,26.
Regiones Marinas Prioritarias	Fosa Segsbee
	Giro Tamaulipeco
	La Pesca-Rancho Nuevo
	Cayos Campeche
	Laguna Madre
	Laguna San Andrés
	Laguna Verde-Antón Lizardo

Estado	Ha
	Pantanos de Centla-Laguna de Términos
	Pueblo Viejo-Tamiahua
	Tecolutla.
Provincias Petroleras	Cinturón Plegado de la Sierra Madre Oriental
	Golfo de México Profundo
	Plataforma de Yucatán
	Sureste
	Tampico-Misantla
	Veracruz

Fuente: TEMA (2020)

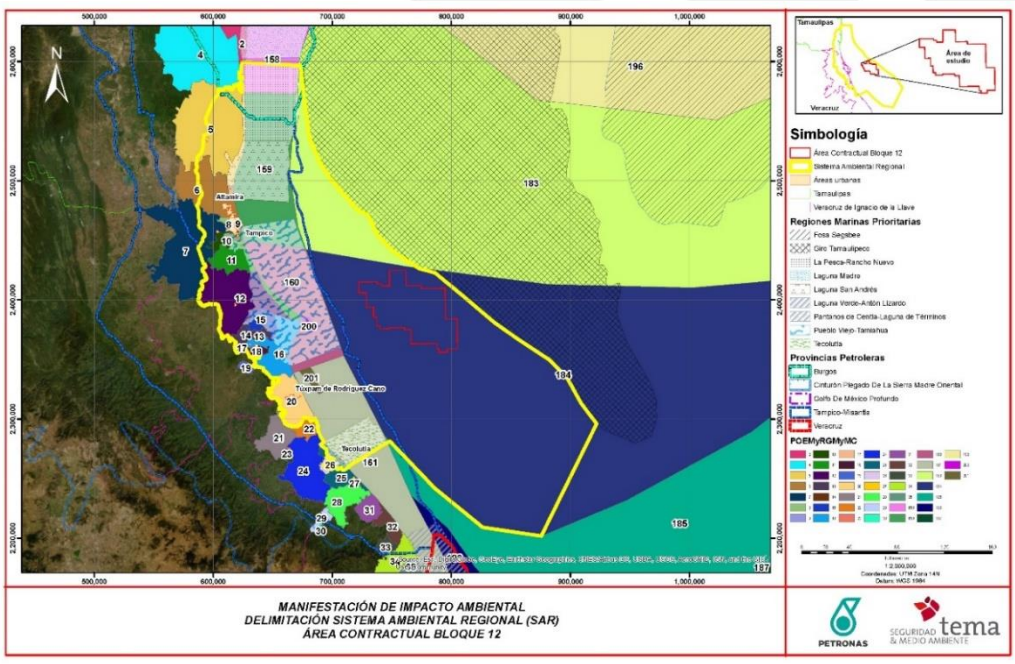


Figura IX-3. Propuesta del SAR del Área Contractual 12.

Fuente: TEMA (2020)

El área total del SAR contemplado para el Área Contractual 12 es de 6,185,686.26 ha. La superficie terrestre es de 980,116.10 ha, lo que representa el 15.8 % del SAR, mientras que 5,205,570.16 ha corresponden al área marina; es decir 84.2 %.

Los municipios que comprenden el SAR se presentan en la Tabla IX-8. De los 26 municipios, 5 se encuentran en el estado de Tamaulipas y 21 en el estado de Veracruz. La Figura IX-IX-4 muestra la ubicación de los municipios.

Tabla IX-8. Municipios que abarca el Sistema Ambiental Regional (SAR)

Estado	Municipios	Ha
Tamaulipas	Aldama	205997.98
	Ciudad Madero	4612.55
	Soto la Marina	6344.42
	Altamira	112059.13
	Tampico	11342.93
Veracruz	Álamo Temapache	287.02
	Cazones de Herrera	391.97
	Chinampa de Gorostiza	14016.35
	Chontla	102.22
	Citlaltépetl	108.42
	Gutiérrez Zamora	7551.16
	Naranjos Amatlán	13481.66
	Ozuluama de Mascareñas	197160.88
	Panúco	56986.11
	Papantla	712.45
	Pueblo Viejo	28306.93
	Tamalin	25805.70
	Tamiahua	79572.43
	Tampico Alto	83835.04
	Tancoco	287.17
	Tantima	32256.79
	Tantoyuca	10.24
	Tecolutla	10529.98
	Tempoal	29.77
	Tihuatlan	258.35
	Tuxpan	92215.89

Fuente: TEMA (2020)

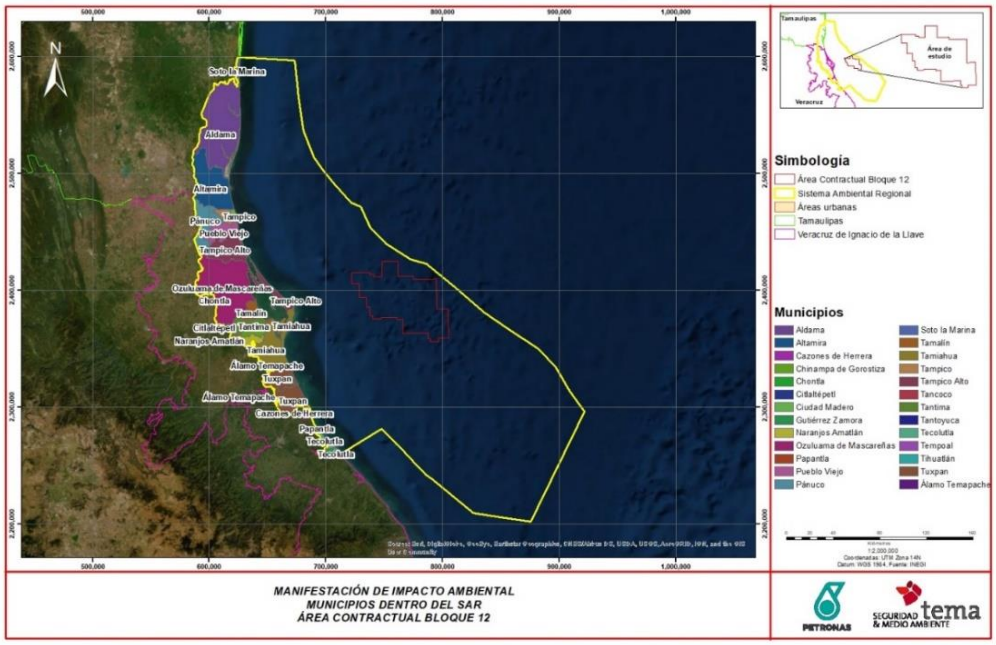


Figura IX-IX-4 Municipios que abarca el SAR

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3 Clima.

IX.4.3.3.1 Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004), el SAR comprende cuatro tipos de clima: Cálido húmedo, Cálido subhúmedo, Semicálido húmedo y Templado subhúmedo.

El 12% del territorio del SAR está regido por un clima cálido subhúmedo, que corresponde a 750, 727.13 ha presentes en la región centro y sur del SAR, comprendiendo toda la parte correspondiente del estado de Veracruz y una pequeña porción del sur del estado de Tamaulipas. El segundo clima más representativo se ubica en la zona correspondiente al estado de Tamaulipas del SAR con 194, 575.65 ha (3.15%), mientras que en menor proporción se pueden encontrar zonas al sur de Veracruz con un clima Cálido húmedo (0.56%) y Semicálido húmedo (0.001%), se muestra en la Figura IX-5.

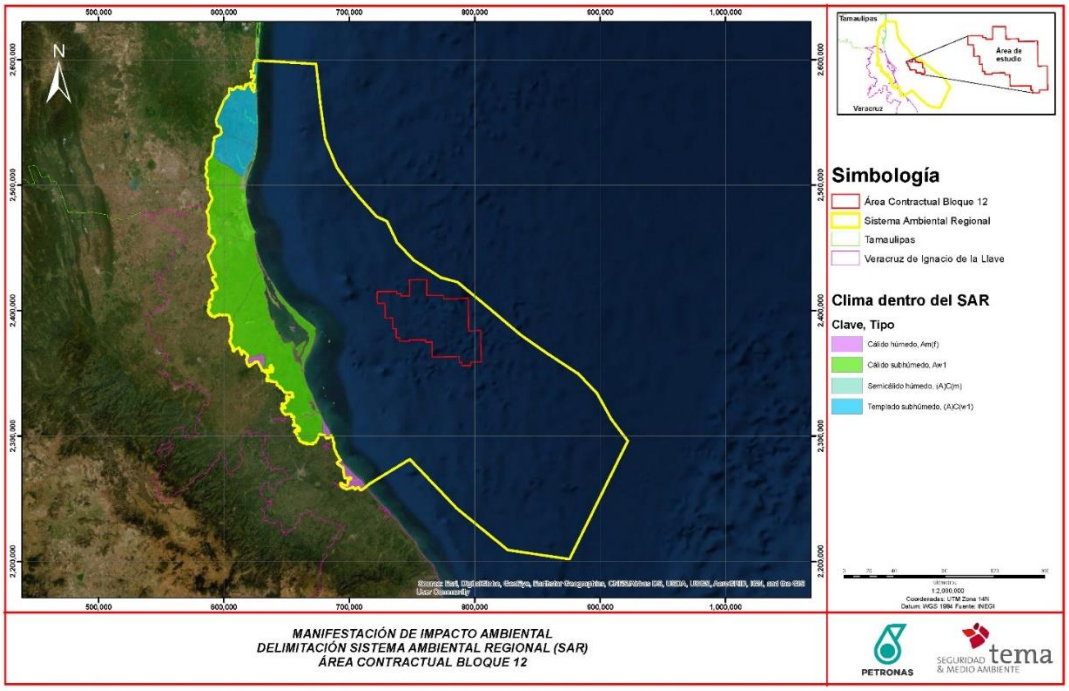


Figura IX-5. Tipos de clima dentro del Sistema Ambiental Regional

Fuente: TEMA (2020)

Estaciones meteorológicas

Además de la clasificación de Köppen modificada García (2004) se tomaron datos de las Estaciones Meteorológicas (EMA) de la CONAGUA, para caracterizar el clima del SAR.

La Tabla IX-9 muestra las estaciones consultadas; mientras que en la Figura IX-6, se presenta la ubicación de estas.

Tabla IX-9. Estaciones consultadas para el análisis meteorológico

No.	Clave	Nombre	X	Y	Estado	Municipio
1	30171	Tecolutla	707590.26	2265773	Veracruz	Tecolutla
2	30371	Gutiérrez Zamora II	699887.74	2262359	Veracruz	Gutiérrez Zamora
3	30038	Tuxpan	662389.95	2312634	Veracruz	Tuxpan
4	30190	Tuxpan de Rodríguez Cano	664381.54	2318499	Veracruz	Tuxpan
5	30377	Majagual	664791.36	2335852	Veracruz	Tamiahua
7	30357	Las Flores	649392.51	2353353	Veracruz	Tamiahua
8	30229	Tuxpam de Rodríguez Cano	661743.34	2317089	Veracruz	Tuxpan
9	30331	Tamiahua*	661365.13	2357840	Veracruz	Tamiahua
10	30340	Naranjos	636692.72	2361888	Veracruz	Naranjos Amatlan
11	30168	Tantima*	621011.92	2359152	Veracruz	Tantima

No.	Clave	Nombre	X	Y	Estado	Municipio
12	30319	El mercado	612574.24	2376405	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
13	30317	La laja	635124.09	2398165	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
14	30122	Ozulama	618927.71	2395757	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
15	30245	San Luciano*	626983.73	2417285	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
16	30325	La Puente	601890.79	2412587	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
17	30220	Quebrache	604191.39	2430591	Veracruz	Tampico Alto
18	30242	Mata de Chávez*	619392.3	2445368	Veracruz	Tampico Alto
19	30194	Villa Cuauhtémoc*	618556.55	2453565	Veracruz	Pueblo Viejo
20	30166	Tamos	603211.79	2457088	Veracruz	Panuco
21	30268	La Potosina	587796.55	2468982	Veracruz	Panuco
22	28111	Tampico	615531.61	2459665	Tamaulipas	Tampico
23	28138	Tancol	614744.22	2465815	Tamaulipas	Tampico
24	28004	Altamira*	609798.75	2477492	Tamaulipas	Altamira
25	28175	Altamira (GDE)	608576.39	2480041	Tamaulipas	Altamira
26	28025	Ejido tres de mayo*	601213.51	2477433	Tamaulipas	Altamira
27	28054	Esteros*	589791.95	2490714	Tamaulipas	Altamira
28	28130	El Barranco	612577.85	2495868	Tamaulipas	Altamira
29	28006	Barberena	585215.31	2501781	Tamaulipas	Altamira
30	28145	El Apuro	610766.75	2513082	Tamaulipas	Aldama
31	28203	Santa Juana	592046.82	2519323	Tamaulipas	Altamira
32	28206	El Chijol	598987.41	2530217	Tamaulipas	Aldama
33	28119	Aldama*	595707.57	2534602	Tamaulipas	Aldama
34	28003	Aldama (GDE)	594847.88	2535947	Tamaulipas	Aldama
35	28196	La Cabecera	609100.87	2539000	Tamaulipas	Aldama
36	28046	La Esperanza	607139.62	2562325	Tamaulipas	Aldama

* Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

Fuente: TEMA (2020)

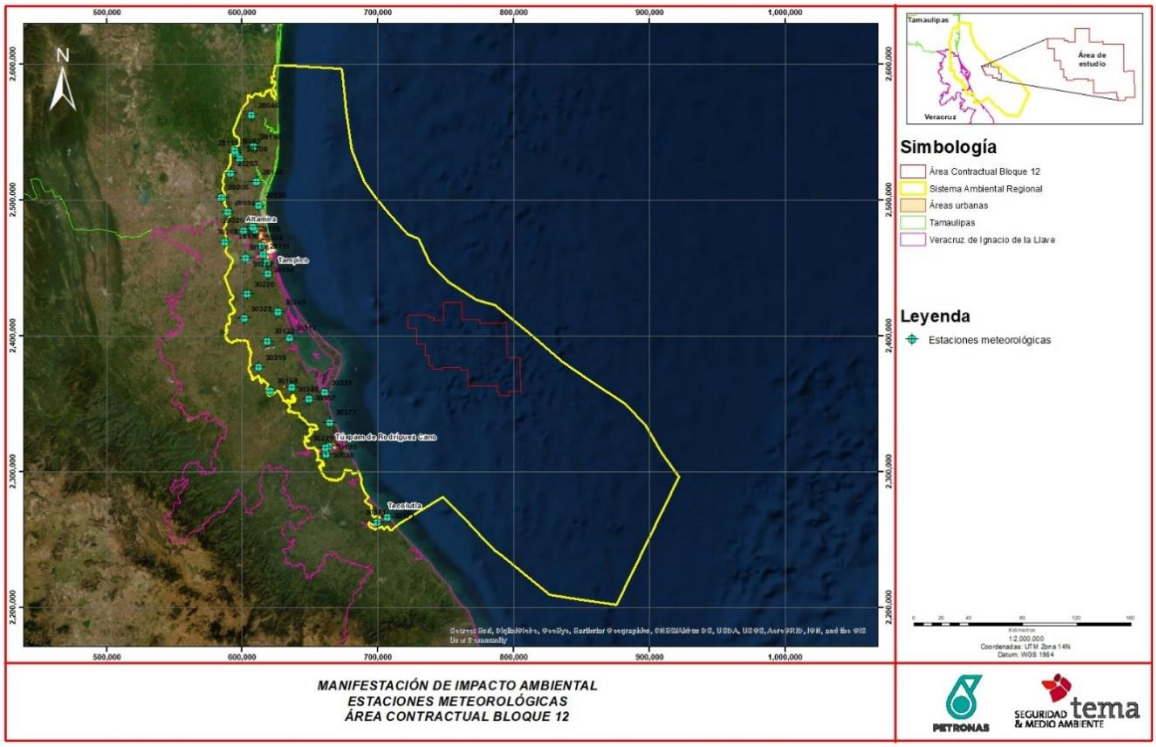


Figura IX-6. Estaciones meteorológicas.

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3.2 Temperatura media

Del registro de datos obtenido de las estaciones meteorológicas (Tabla IX-10), se realizó una gráfica de la temperatura media anual es de 29.34 °C en promedio para todo el SAR (Figura IX-8). Se observa que la mayoría de las estaciones registraron temperaturas medias promedio entre los 17 y 20° C. Se destaca las estaciones pertenecientes al estado de Veracruz, donde los datos la temperatura incrementa de 2 a 3 °C en comparación con el resto.

Tabla IX-10. Estaciones meteorológicas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	18.70	19.60	21.90	24.30	26.60	27.30	27.10	27.30	26.60	24.80	22.00	19.70	28.40
Gutiérrez Zamora II	19.48	20.79	23.14	24.62	26.32	26.66	26.70	27.20	26.51	25.24	23.57	21.23	29.40
Tuxpan	18.86	19.42	22.50	25.05	27.19	27.79	27.74	28.01	27.28	25.48	22.53	20.25	27.89
Tuxpan de Rodríguez Cano	19.13	20.51	22.54	24.95	27.06	27.70	27.39	27.56	26.73	25.01	22.03	20.02	28.57
Majagual	18.97	19.93	22.48	25.09	27.40	28.18	28.06	28.25	27.33	25.47	22.64	20.03	29.04
Las Flores	18.10	20.00	22.50	24.90	27.20	27.90	27.30	27.50	26.50	24.90	21.90	19.30	28.55

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tuxpam de Rodríguez Cano	20.70	22.10	24.50	27.00	28.10	28.70	28.60	28.90	28.40	26.70	24.10	22.00	30.38
Tamiahua*	17.40	18.70	21.10	24.10	26.80	27.70	27.60	27.40	26.60	24.70	21.90	19.20	27.67
Naranjos	20.50	22.20	23.80	26.00	27.70	27.90	27.30	27.50	26.70	25.60	23.70	21.60	30.41
Tantima*	19.00	20.00	23.10	26.10	28.10	28.60	27.80	28.10	27.20	25.10	22.40	19.90	28.88
El mercado	18.20	19.70	22.80	25.50	28.10	28.60	27.90	28.00	26.50	24.90	21.80	19.00	29.65
La Laja	21.50	22.60	25.20	27.80	30.00	30.80	30.40	30.70	29.70	28.10	25.10	22.00	26.99
Ozulama	18.50	19.50	21.90	24.80	26.20	26.40	26.50	27.10	25.90	24.10	21.50	19.60	28.54
San Luciano*	17.70	18.80	22.80	25.20	27.40	27.80	27.50	27.60	26.80	24.90	21.70	18.90	28.53
La Puente	18.80	19.90	22.60	25.40	27.60	28.00	27.50	27.70	26.20	24.40	21.70	19.50	28.95
Quebrache	18.10	19.50	22.80	25.40	28.00	28.30	27.70	27.90	26.80	25.00	21.80	19.50	29.97
Mata de Chávez*	18.40	19.00	23.10	25.30	28.00	28.50	28.10	27.70	26.70	25.40	22.20	20.30	29.36
Villa Cuauhtémoc*	24.80	24.70	27.80	28.90	30.00	30.60	30.30	30.30	30.30	29.70	27.60	26.30	31.15
Tamos	18.40	19.90	22.70	25.50	27.90	28.50	28.10	28.50	27.50	25.70	22.60	19.60	29.46
La Potosina	19.00	20.20	23.40	25.80	28.00	28.40	27.70	28.20	27.10	25.30	22.70	19.90	30.17
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
Tancol	18.90	20.10	22.60	25.30	27.40	28.40	28.20	28.50	27.60	25.90	22.50	19.70	28.96
Altamira*	17.50	19.20	22.00	25.80	27.30	28.10	27.90	28.10	27.20	25.10	22.50	19.30	28.97
Altamira (GDE)	18.50	20.30	22.70	25.30	27.50	28.50	28.00	28.60	27.30	25.50	22.40	19.80	29.65
Ejido tres de mayo*	18.10	19.10	23.30	25.70	28.20	28.70	28.50	28.50	28.00	25.60	22.60	19.60	29.33
Esteros*	18.90	20.70	23.30	26.00	28.30	28.90	28.60	28.80	28.00	25.80	23.10	20.20	30.53
El Barranco	18.20	19.40	22.50	24.80	27.60	28.30	28.10	28.30	27.40	25.50	22.70	19.20	29.24
Barberena	18.80	20.50	23.70	26.20	28.70	29.30	28.60	28.80	27.90	25.60	22.80	19.50	30.78
El Apuro	18.30	19.60	22.40	24.90	27.50	28.30	28.10	28.30	27.50	25.50	22.40	19.40	29.03
Santa Juana	19.10	20.50	23.10	25.90	28.30	29.00	28.50	28.60	27.50	25.30	22.50	19.70	31.07
El Chijol	18.80	20.40	22.90	25.30	27.80	28.50	27.80	28.20	27.20	25.00	22.30	19.40	30.55
Aldama*	17.30	18.70	21.80	25.20	27.20	28.00	27.60	27.70	26.60	24.20	21.10	18.40	29.29
Aldama (GDE)	19.10	20.00	22.60	24.90	27.40	28.30	28.00	28.00	26.90	24.40	21.50	19.10	30.05
La Cabecera	17.60	19.20	21.70	24.50	27.20	28.10	27.60	27.70	26.70	24.30	21.30	18.30	29.37
La Esperanza	17.20	18.40	21.60	24.50	27.00	27.90	27.70	27.90	26.70	24.00	21.00	18.10	29.46

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

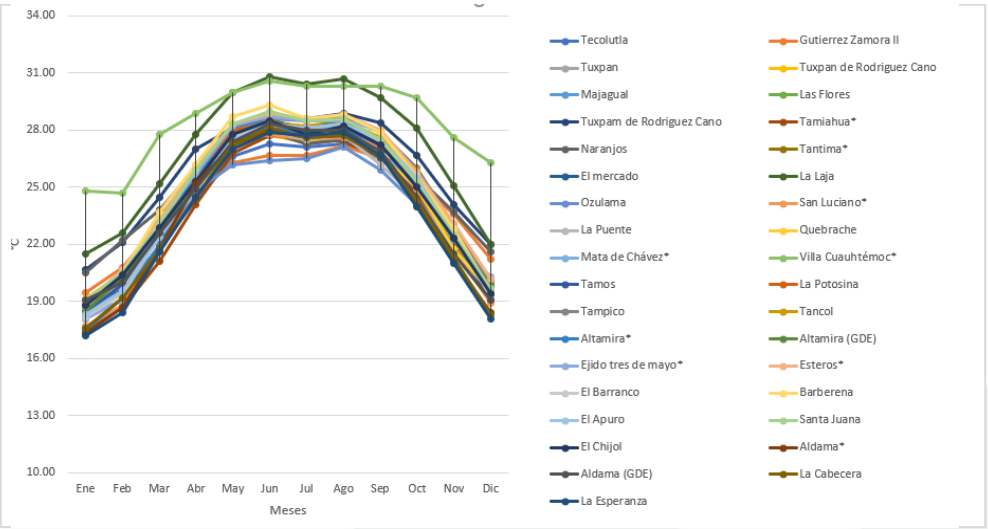


Figura IX-7. Gráfico de temperaturas medias de acuerdo con las EMA dentro del SAR.

Fuente: TEMA (2020)

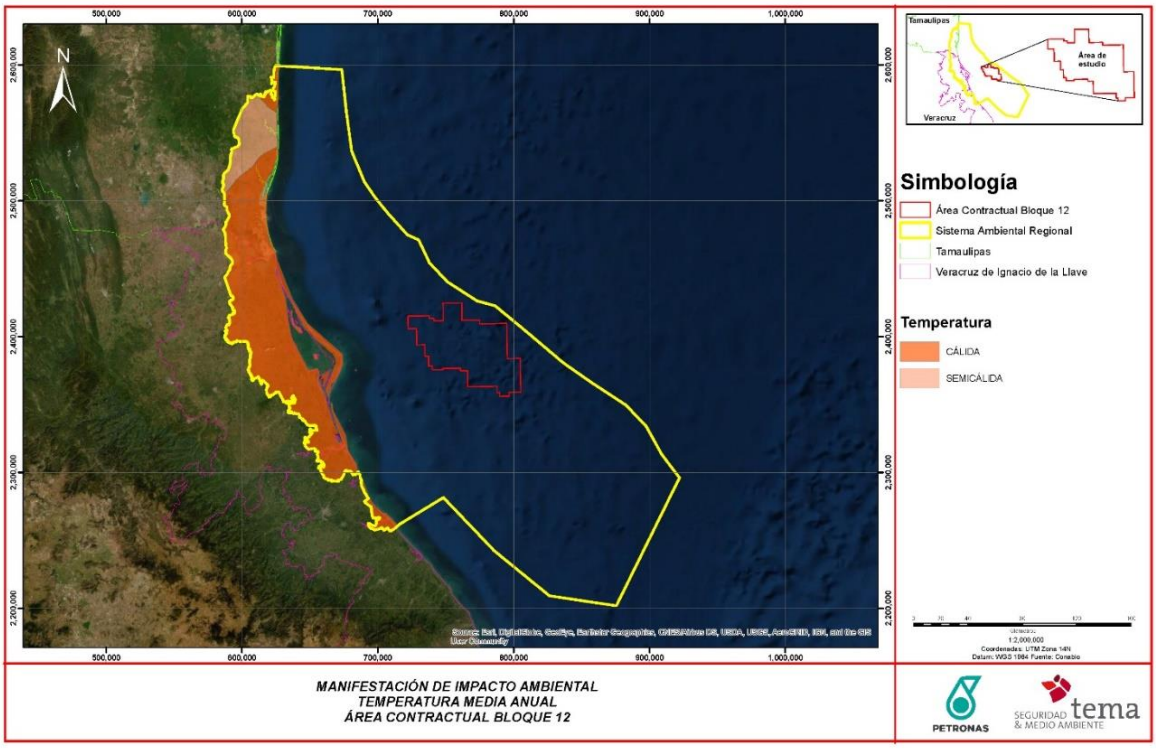


Figura IX-8. Temperatura Media Anual dentro del SAR.

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3.3 Temperatura mínima

Los datos obtenidos de temperatura mínima Tabla IX-11, muestran una tendencia de la temperatura similar a la temperatura media promedio (Figura IX-9), teniendo registros mucho más bajos, con un mínimo de 10.70°C en el mes de enero, incrementando periódicamente hasta los meses de junio a agosto, los cuales son los que presentan los mayores valores de la temperatura mínima, después del mes de agosto la temperatura decrece nuevamente llegando a ser hasta de 17.50°C para el mes de diciembre. Los meses más fríos son diciembre, enero y febrero. La estación meteorológica Villa Cuauhtémoc es la que dista entre la homogeneidad vista en el resto de los datos graficados, esto puede deberse a que está ubicada dentro de una laguna en el municipio de Pueblo Viejo, Veracruz.

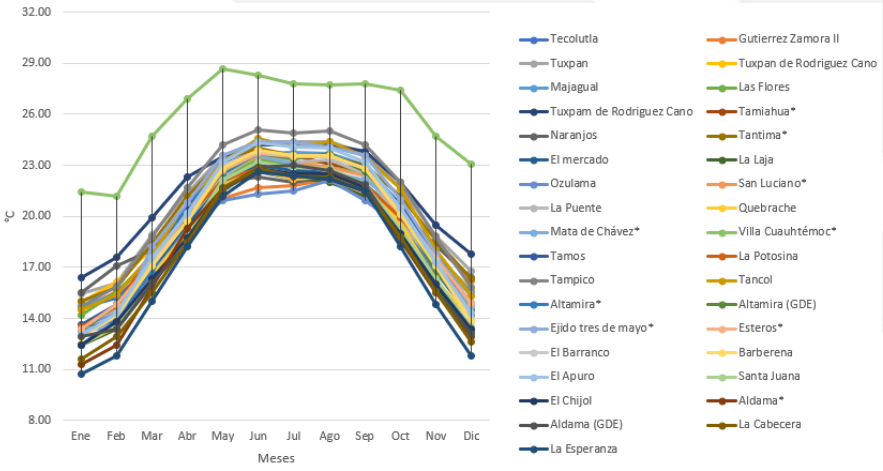


Figura IX-9. Temperaturas mínimas de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IX-11. Datos de temperatura mínima promedio del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	14.60	15.20	17.20	19.60	21.80	22.60	22.20	22.40	21.90	20.10	17.60	15.50	19.20
Gutiérrez Zamora II	14.55	15.58	17.40	19.43	21.05	21.67	21.82	22.17	21.68	20.17	18.35	16.23	160.50
Tuxpan	15.48	16.09	18.90	21.37	23.54	24.38	24.40	24.36	23.71	21.70	18.84	16.76	206.70
Tuxpan de Rodríguez Cano	14.94	16.14	18.07	20.47	22.61	23.40	23.18	23.22	22.46	20.53	17.64	15.69	210.60
Majagual	14.69	15.45	17.72	20.32	22.79	23.72	23.78	23.69	23.00	20.67	17.81	15.52	218.20
Las Flores	14.20	15.60	17.50	19.80	22.30	23.30	23.00	22.90	22.50	20.40	17.40	14.80	19.50
Tuxpam de Rodríguez Cano	16.40	17.60	19.90	22.30	23.50	24.20	24.20	24.20	23.80	22.00	19.50	17.80	21.30
Tamiahua*	13.30	14.60	16.90	20.00	22.90	23.80	23.60	23.10	22.70	20.50	17.80	15.30	19.50
Naranjos	15.50	17.10	18.00	20.20	22.00	22.30	22.00	22.30	21.60	20.30	18.30	16.40	19.70
Tantima*	15.00	15.80	18.40	21.20	23.30	24.00	23.60	23.50	23.00	21.20	18.60	16.30	20.30

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
El mercado	13.20	14.20	16.90	19.40	22.00	23.00	22.70	22.60	21.80	19.70	16.70	14.10	18.90
La Laja	12.40	13.40	16.00	18.90	21.70	22.60	22.30	22.00	21.20	19.00	15.80	13.30	18.20
Ozulama	13.50	14.40	16.50	19.30	20.90	21.30	21.50	22.10	20.90	19.40	16.60	14.80	18.40
San Luciano*	13.10	13.90	17.80	20.40	22.80	23.50	23.20	22.90	22.40	20.10	16.90	14.50	19.30
La Puente	13.60	14.50	17.10	19.80	22.30	23.70	23.20	23.30	22.50	19.70	17.00	14.50	19.30
Quebrache	12.50	13.50	16.50	19.10	21.90	22.70	22.20	22.30	21.80	19.60	16.20	14.00	18.50
Mata de Chávez*	13.40	13.60	17.80	20.00	23.00	23.60	23.10	22.60	22.10	20.70	17.50	15.40	19.40
Villa Cuauhtémoc*	21.40	21.20	24.70	26.90	28.70	28.30	27.80	27.70	27.80	27.40	24.70	23.10	25.80
Tamos	13.60	14.80	17.60	20.60	23.10	23.80	23.50	23.60	22.90	20.70	17.60	14.90	19.70
La Potosina	13.50	14.70	17.90	20.00	22.10	22.80	22.30	22.50	21.90	19.90	17.40	14.80	19.20
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
Tancol	14.50	15.40	17.80	20.80	23.20	24.60	24.10	24.40	23.50	21.60	18.00	15.30	20.30
Altamira*	12.40	14.00	16.70	20.80	22.50	23.70	23.60	23.50	22.80	20.30	17.30	14.30	19.30
Altamira (GDE)	13.30	14.80	17.10	20.00	22.60	23.70	23.40	23.70	22.60	20.40	16.70	14.50	19.40
Ejido tres de mayo*	13.20	13.70	18.20	20.80	23.60	24.40	24.30	24.10	23.60	21.00	17.80	14.70	20.00
Esteros*	13.40	14.80	17.30	20.20	22.70	23.70	23.50	23.50	22.80	20.30	17.50	14.90	19.60
El Barranco	13.00	14.10	17.30	19.70	23.00	23.80	23.60	23.50	22.80	20.50	17.40	14.00	19.40
Barberena	12.90	14.20	17.10	19.70	22.80	23.90	23.60	23.60	22.80	20.10	17.10	13.80	19.30
El Apuro	13.00	14.30	17.60	20.20	23.20	24.30	24.10	24.00	23.20	20.50	17.30	14.30	19.70
Santa Juana	12.40	13.60	16.00	19.00	22.10	23.20	22.90	22.80	21.90	19.20	16.30	13.50	18.60
El Chijol	12.40	13.80	16.30	18.70	21.60	22.80	22.50	22.50	21.70	19.00	16.00	13.40	18.40
Aldama*	11.30	12.40	15.80	19.30	21.60	22.60	22.40	22.20	21.40	18.60	15.50	12.90	18.00
Aldama (GDE)	12.90	13.40	16.10	18.40	21.50	22.90	23.00	22.70	21.90	18.70	15.60	13.10	18.40
La Cabecera	11.60	12.90	15.50	18.50	21.70	22.80	22.40	22.30	21.50	18.80	15.60	12.60	18.00
La Esperanza	10.70	11.80	15.00	18.20	21.20	22.60	22.40	22.20	21.50	18.20	14.80	11.80	17.50

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020

IX.4.3.3.4 Temperatura máxima

En el caso de la temperatura máxima se sigue la misma tendencia que en los casos de temperatura media y mínima presentando, para este caso, un rango de 21.5°C hasta 34.8°C, siendo el mes de junio el más caluroso (Figura IX-10). La tendencia registrada es homogénea dentro de todo el SAR. El mes de enero muestra los datos más bajos, incrementando a lo largo del año hasta llegar al mes de junio, para posteriormente descender paulatinamente hasta el término del año (Tabla IX-12).

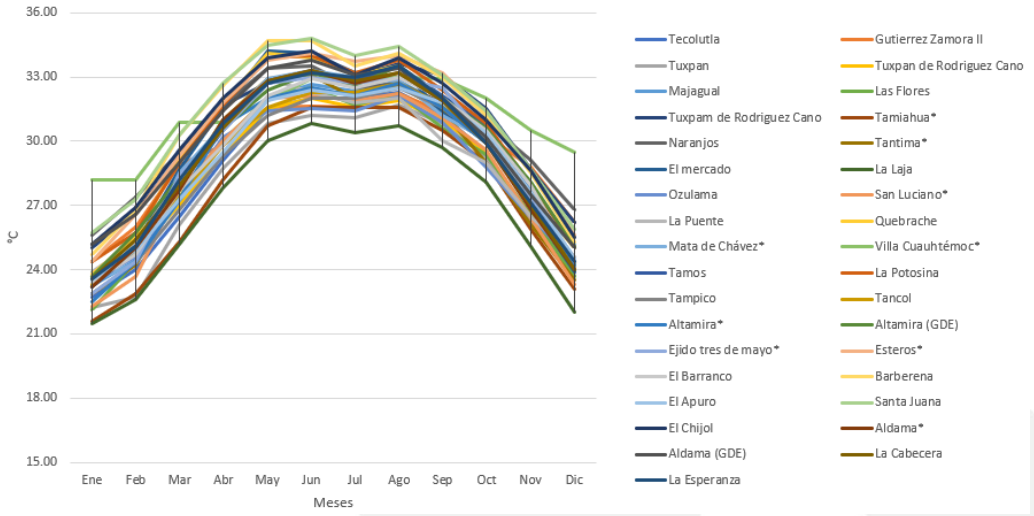


Figura IX-10. Gráfica de Temperaturas máximas de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IX-12. Datos de temperatura máxima promedio del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	22.70	24.00	26.50	29.10	31.50	32.00	32.00	32.30	31.20	29.50	26.40	23.90	28.40
Gutiérrez Zamora II	24.40	26.01	28.88	29.80	31.58	31.66	31.58	32.22	31.34	30.31	28.80	26.23	245.30
Tuxpan	22.25	22.74	26.11	28.72	30.84	31.20	31.07	31.66	30.85	29.25	26.21	23.75	277.20
Tuxpan de Rodríguez Cano	23.31	24.88	27.02	29.42	31.51	31.99	31.60	31.90	31.00	29.49	26.42	24.35	302.90
Majagual	23.24	24.42	27.24	29.86	32.01	32.63	32.34	32.80	31.66	30.27	27.46	24.54	318.10
Las Flores	22.10	24.40	27.40	30.00	32.00	32.50	31.70	32.20	30.60	29.40	26.60	23.70	28.60
Tuxpam de Rodriguez Cano	25.00	26.70	29.20	31.70	32.70	33.20	33.00	33.60	33.10	31.50	28.70	26.20	30.40
Tamiahua*	21.60	22.90	25.30	28.20	30.70	31.60	31.60	31.60	30.50	29.00	25.90	23.10	27.70
Naranjos	25.60	27.40	29.50	31.70	33.40	33.50	32.50	32.70	31.80	30.90	29.10	26.80	30.40
Tantima*	22.90	24.20	27.80	31.00	32.90	33.10	32.00	32.60	31.40	29.00	26.10	23.50	28.90
El mercado	23.20	25.20	28.70	31.60	34.20	34.10	33.20	33.50	31.30	30.00	26.90	23.90	29.70
La Laja	21.50	22.60	25.20	27.80	30.00	30.80	30.40	30.70	29.70	28.10	25.10	22.00	27.00
Ozulama	23.50	24.60	27.30	30.20	31.40	31.50	31.40	32.10	30.90	28.80	26.40	24.40	28.50
San Luciano*	22.30	23.70	27.70	30.00	32.00	32.10	31.90	32.20	31.10	29.60	26.40	23.30	28.50
La Puente	23.90	25.30	28.20	30.90	32.90	32.30	31.80	32.00	30.00	29.00	26.50	24.60	29.00
Quebrache	23.80	25.50	29.20	31.80	34.10	33.90	33.10	33.50	31.90	30.40	27.40	25.00	30.00
Mata de Chávez*	23.40	24.30	28.50	30.70	32.90	33.30	33.00	32.80	31.20	30.10	26.90	25.20	29.40

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Villa Cuauhtémoc*	28.20	28.20	30.90	30.90	31.90	32.90	32.90	33.00	32.90	32.00	30.50	29.50	31.20
Tamos	23.20	24.90	27.90	30.50	32.70	33.20	32.80	33.50	32.10	30.70	27.60	24.40	29.50
La Potosina	24.40	25.70	29.00	31.70	33.90	34.00	33.20	33.80	32.40	30.80	28.00	25.10	30.20
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
Tancol	23.30	24.90	27.40	29.80	31.60	32.30	32.30	32.70	31.70	30.30	27.00	24.20	29.00
Altamira*	22.50	24.40	27.30	30.70	32.00	32.50	32.10	32.70	31.60	29.90	27.70	24.20	29.00
Altamira (GDE)	23.70	25.70	28.30	30.60	32.40	33.20	32.60	33.50	32.00	30.60	28.10	25.10	29.70
Ejido tres de mayo*	22.90	24.40	28.40	30.50	32.70	33.00	32.70	32.90	32.50	30.20	27.40	24.40	29.30
Esteros*	24.40	26.60	29.30	31.80	33.80	34.10	33.70	34.00	33.20	31.20	28.60	25.60	30.50
El Barranco	23.40	24.70	27.70	29.80	32.10	32.90	32.50	33.00	32.00	30.50	27.90	24.40	29.20
Barberena	24.70	26.80	30.30	32.60	34.70	34.70	33.50	34.10	33.00	31.20	28.50	25.30	30.80
El Apuro	23.50	24.90	27.30	29.50	31.90	32.40	32.10	32.50	31.80	30.40	27.60	24.50	29.00
Santa Juana	25.70	27.30	30.30	32.70	34.50	34.80	34.00	34.40	33.10	31.40	28.70	25.90	31.10
El Chijol	25.20	26.90	29.60	32.00	33.90	34.20	33.10	33.90	32.70	31.00	28.60	25.50	30.60
Aldama*	23.20	25.00	27.70	31.00	32.80	33.30	32.70	33.20	31.90	29.90	26.80	24.00	29.30
Aldama (GDE)	25.20	26.60	29.00	31.40	33.40	33.80	33.10	33.40	32.00	30.20	27.50	25.00	30.10
La Cabecera	23.60	25.40	27.90	30.60	32.80	33.30	32.80	33.20	31.90	29.90	27.00	24.00	29.40
La Esperanza	23.60	25.10	28.20	30.80	32.70	33.20	33.00	33.50	32.00	29.90	27.10	24.40	29.50

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

IX.4.3.3.5 Precipitación

Dentro del SAR se caracterizaron 4 tipos de climas, de los cuales se tiene una zona de transición climática por el tipo de geomorfología, vegetación y microclima.

De acuerdo con los datos de precipitación (Tabla IX-13), la época de lluvias coincide con los picos de temperatura máxima, siendo constantes del mes de junio a agosto (con registros desde 100 hasta 230 mm de agua). El mes más lluvioso es septiembre con datos de hasta 400 mm de agua en la estación Tantima, ubicada en la parte norte.

Los meses con menor registro de lluvia son los correspondientes al invierno (diciembre, enero y febrero) y primavera (marzo, abril y mayo), a pesar de esto en la Figura IX-11 se logra ver que llueve todo el año.

Tabla IX-13. Datos de Precipitación dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	50.40	50.10	50.60	57.10	79.40	126.60	151.00	147.60	332.70	219.30	120.00	65.90	1450.70
Gutiérrez Zamora II	55.93	70.92	33.54	91.49	85.34	125.67	122.92	121.97	325.26	225.40	75.98	79.20	1032.10
Tuxpan	43.46	40.27	25.10	26.55	45.07	157.19	190.62	169.22	303.19	191.49	96.76	34.67	1137.90
Tuxpan de Rodríguez Cano	34.57	34.79	42.17	49.80	60.04	160.55	133.57	120.23	312.70	183.54	64.25	39.31	1101.80
Majagual	37.99	37.20	18.39	34.63	75.12	159.09	184.15	190.21	308.53	204.60	87.00	37.57	1237.00
Las Flores	37.50	49.80	17.60	35.80	87.10	119.90	172.00	157.40	297.50	187.80	70.30	39.30	1272.00
Tuxpam de Rodríguez Cano	39.50	50.00	38.60	54.10	78.90	207.50	170.80	179.90	266.40	132.20	87.10	50.60	1355.60
Tamiahua*	45.70	29.60	28.60	38.00	64.10	194.10	157.90	182.10	276.20	130.50	81.40	61.50	1289.70
Naranjos	38.10	41.90	24.40	60.40	74.30	146.90	175.30	174.20	291.30	156.90	78.00	52.70	1314.40
Tantima*	59.20	55.70	49.80	74.60	101.40	239.30	222.90	190.60	404.60	172.40	102.10	79.40	1752.00
El mercado	36.80	32.40	22.00	34.10	57.60	140.70	134.20	152.70	258.40	140.90	58.80	50.10	1118.70
La Laja	32.60	21.90	17.10	33.40	65.00	167.20	195.80	181.00	299.00	184.40	67.80	44.70	1309.90
Ozulama	32.40	33.00	19.40	48.40	52.00	231.00	202.60	164.50	325.50	141.40	68.90	52.30	1371.40
San Luciano*	50.30	25.90	10.20	25.20	73.30	220.70	201.90	195.90	327.10	146.40	63.60	74.60	1415.10
La Puente	31.70	21.70	17.30	21.30	40.30	126.70	129.90	129.80	190.30	111.80	40.10	40.90	901.80
Quebrache	31.20	27.40	15.60	19.10	67.60	160.90	202.40	139.40	257.80	134.80	38.20	40.20	1134.60
Mata de Chávez*	33.30	24.80	7.20	26.80	53.90	141.80	157.20	148.80	311.10	124.20	36.60	47.10	1112.80
Villa Cuauhtémoc*	22.60	21.60	13.60	19.70	38.90	143.30	126.90	95.10	234.80	100.90	43.20	52.10	912.70
Tamos	30.50	20.80	16.60	17.10	46.50	165.20	142.50	160.20	239.50	112.70	42.30	37.00	1030.90
La Potosina	26.00	23.20	15.10	24.40	43.90	122.20	137.00	112.20	213.30	90.00	27.70	29.90	864.90
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
Tancol	24.50	16.50	10.60	25.50	50.90	138.70	140.10	125.60	275.30	112.00	35.90	34.60	990.20
Altamira*	25.00	15.90	13.80	12.90	45.70	173.60	117.80	156.40	213.20	65.40	43.60	26.80	910.10
Altamira (GDE)	39.90	15.40	17.00	27.30	38.10	143.70	151.60	128.70	243.50	113.70	28.70	28.70	976.30
Ejido tres de mayo*	21.00	13.50	5.40	15.60	55.80	168.20	143.40	166.10	180.10	97.00	26.40	52.20	944.70
Esteros*	25.50	16.20	13.80	17.60	39.20	179.00	141.20	159.50	213.40	81.90	27.10	28.00	942.40
El Barranco	24.20	16.20	12.30	24.40	50.40	150.70	176.30	153.90	229.00	111.40	31.20	29.70	1009.70
Barberena	30.90	15.50	11.10	22.10	40.50	142.20	181.70	134.50	179.40	85.30	30.80	25.90	899.90
El Apuro	28.70	16.50	10.20	17.10	47.50	136.70	165.50	160.30	194.30	97.90	27.00	26.80	928.50
Santa Juana	23.60	11.60	7.30	18.10	40.70	134.40	139.90	147.70	185.10	76.60	19.20	25.00	829.20
El Chijol	31.10	15.40	15.20	20.90	43.30	162.90	180.40	164.50	169.00	80.40	32.80	18.70	934.60
Aldama*	19.30	10.30	11.80	17.50	37.40	168.70	173.10	131.20	181.60	68.20	34.50	17.60	871.20

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Aldama (GDE)	10.40	9.00	15.80	17.00	28.80	107.10	118.20	116.10	92.70	54.50	15.60	14.70	599.90
La Cabecera	28.60	15.60	16.20	23.20	45.40	153.70	144.20	151.30	200.70	94.50	34.00	21.00	928.40
La Esperanza	27.10	21.20	15.70	31.60	55.30	169.80	155.20	150.10	194.90	120.10	41.00	26.70	1008.70

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

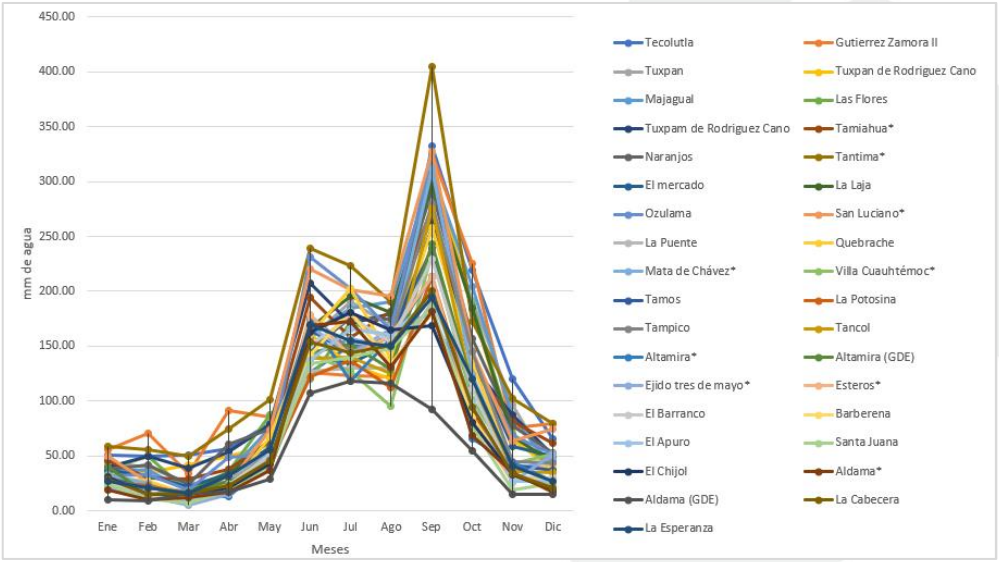


Figura IX-11. Precipitación de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La Tabla IX-14 muestra el rango de precipitación sé que presenta en el SAR. Existe una mayor cantidad de lluvia registrada en la región de Tuxpan, Veracruz. La cantidad de lluvia disminuye hacia el norte del estado y la parte correspondiente al estado de Tamaulipas donde hay un rango desde 600 hasta 1200 mm de agua, mientras que en gran parte del territorio Veracruzano se han registrado hasta 2000 mm de agua (Figura IX-12).

Tabla IX-14 Rangos de precipitación anual dentro del SAR

Rango de Precipitación	Área (Ha)	%
1200 a 1500 mm	340124.89	5.50
1500 a 2000 mm	47118.15	0.76
600 a 800 mm	184929.82	2.99
800 a 1200 mm	449071.32	7.26

Fuente: TEMA (2020)

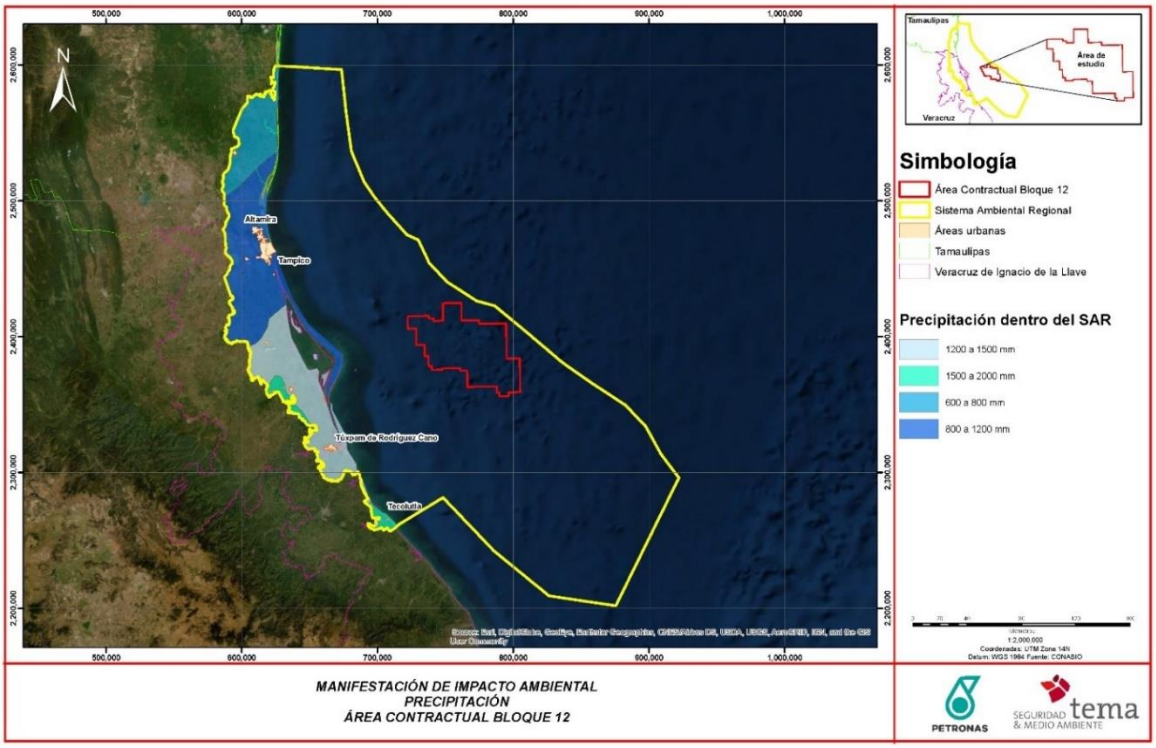


Figura IX-12. Precipitación presente dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3.6 Evaporación

Los datos de evaporación presentados en el SAR (Tabla IX-15), muestran un comportamiento similar al registro de la temperatura máxima, por lo que es de esperarse que en épocas de temperaturas más elevadas exista una mayor cantidad de evaporación (Figura IX-13).

La estación San Luciano ubicada en Ozuluama, Veracruz, registró los datos más bajos con 50.40 mm de evaporación en el mes de enero (que concuerda con la temperatura, tal como se mencionó anteriormente), mientras que la estación El Apuro, ubicada en Aldama, Tamaulipas registró los datos más elevados de evaporación con un máximo de 183.60 mm de agua en el mes de mayo.

Tabla IX-15 Datos de niebla dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	9.70	9.50	10.20	10.00	12.20	8.30	8.10	8.00	5.80	6.10	7.40	9.00	104.30
Gutiérrez Zamora II	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.71	0.60
Tuxpan	0.89	0.78	0.38	0.50	0.70	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.08	0.83	3.70

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tuxpan de Rodríguez Cano	4.15	2.61	2.21	1.87	1.74	0.63	0.96	1.10	1.21	1.79	1.57	2.45	19.70
Majagual	1.14	0.70	1.57	0.77	0.52	0.15	0.35	0.29	0.26	0.70	0.15	0.25	6.20
Las Flores	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20
Tuxpam de Rodríguez Cano	3.70	2.30	2.40	1.60	1.30	1.10	1.00	0.60	0.80	0.90	3.00	3.00	21.70
Tamiahua*	1.50	0.90	0.30	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	3.80
Naranjos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tantima*	1.10	0.90	1.20	0.70	0.30	0.40	0.60	0.30	0.60	0.40	1.00	1.10	8.60
El mercado	1.00	0.70	1.50	1.60	2.00	1.20	1.70	0.90	1.30	2.00	1.40	1.50	16.80
La Laja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ozuluama	13.70	14.50	17.00	15.70	14.00	12.70	13.80	12.70	13.10	11.70	11.30	13.80	164.00
San Luciano*	1.10	1.20	0.60	0.80	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	2.80	7.60
La Puente	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10
Quebrache	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
Mata de Chávez*	1.50	2.40	0.80	0.30	0.20	0.10	0.00	0.00	0.30	0.30	2.10	1.90	9.90
Villa Cuauhtémoc*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamos	5.50	3.70	2.40	0.50	0.30	0.10	0.10	0.10	0.40	1.40	3.70	5.90	24.10
La Potosina	4.70	3.30	1.40	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.10	1.30	4.00	4.90	20.50
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
Tancol	0.20	0.20	0.00	0.10	0.30	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10	0.40	0.40	2.00
Altamira*	0.90	0.80	0.80	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.30	0.20	1.30	2.10	6.70
Altamira (GDE)	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.80
Ejido tres de mayo*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
Esteros*	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.30
El Barranco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Barberena	4.20	4.30	4.20	3.00	3.20	3.30	5.70	5.10	4.50	5.00	4.40	4.20	51.10
El Apuro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
Santa Juana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Chijol	4.10	4.10	4.40	3.90	4.30	1.80	1.50	0.80	0.90	1.80	2.60	4.60	34.80
Aldama*	0.80	1.40	0.90	0.80	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	0.60	1.60	1.20	13.30
Aldama (GDE)	0.70	0.80	0.90	0.20	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30	3.20
La Cabecera	0.20	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.50	0.10	0.50	2.00
La Esperanza	2.10	1.40	1.20	1.70	2.60	1.40	1.30	1.00	1.10	1.30	1.00	1.70	17.80

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

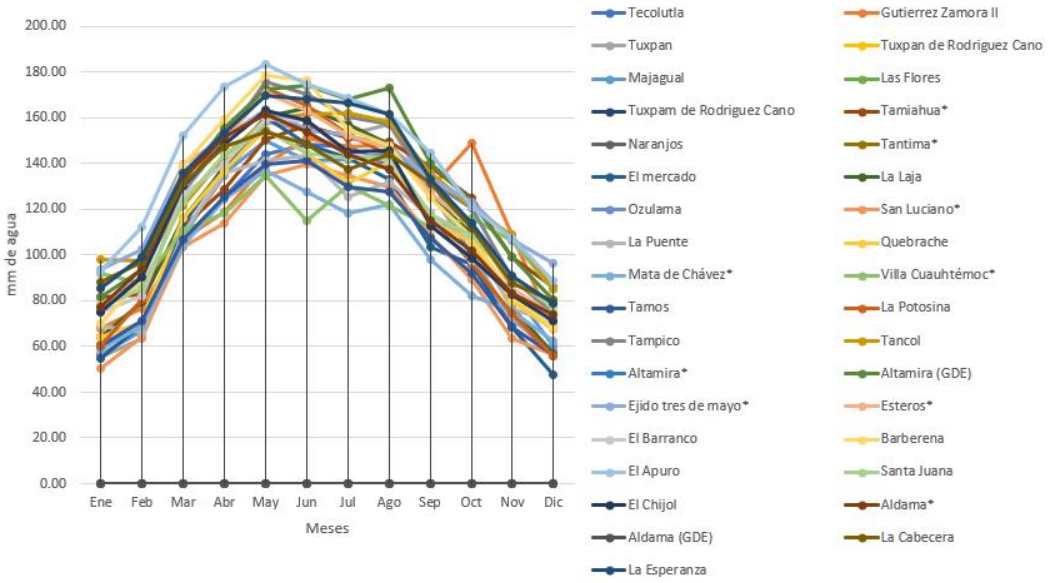


Figura IX-13. Gráfico de evaporación de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.4 Viento.

IX.4.3.4.1 Aire

El viento es el movimiento del aire como resultado de las diferencias de presión atmosférica y temperatura. Entre los factores o condiciones que afectan la dinámica del viento se encuentran la rotación terrestre y la fricción del aire con la superficie terrestre (Inzunza, 2006).

Una variable importante del estudio del aire es el movimiento vertical del viento, en específico cuando asciende, debido a la formación de nubes, que a su vez cuando se añaden otras variables como zonas de baja presión y temperaturas elevadas, se producen fenómenos meteorológicos como los ciclones y tornados.

Uno de los fenómenos atmosféricos que representa al Golfo de México son los Frentes Fríos (FF) o mejor conocidos como Nortes debido de dónde provienen estos vientos. Estos fenómenos comienzan su aparición en la época de otoño y finalizan en la primavera, siendo el invierno la mayor presencia en el incremento de la magnitud del viento. La circulación que se genera en el Golfo de México induce vientos de gran intensidad en dirección norte con una magnitud mayor a los 100 km/h y con descensos de temperatura de 2°C hasta 15°C en un lapso de 24 h llegando a permanecer estas condiciones por un par de semanas. Otra característica asociada a los nortes es la

precipitación debido a la humedad atmosférica y la sobreposición de la masa de aire caliente sobre la del aire frío (Luna, 2016).

Debido a la ubicación del SAR, éste es propenso a la llegada de Frentes Fríos. De acuerdo con el Resumen Anual de Frentes Fríos que afectaron Aguas y Costas Mexicanas (2018 -2019) de la Secretaría de Marina, la temporada de FF comprendió desde mediados de septiembre 2018 hasta mayo 2019 con un total de 60, siento el FF No. 10 el más intenso de la temporada, impulsado por un anticilón con centro de 1034 mb con vientos sostenidos de 45.0 nudos (83.3km/h) y olas de 20.0 ft (6.0 m) en el oeste del Golfo de México. La EMA emplazada en Isla Sacrificios, Veracruz; registró viento sostenido de 42.1 nudos (77.9 km/h) y rachas de 52.7 nudos (97.6 km/h) el 13 de noviembre de 2018 a las 12:00 horas. De los lugares más afectados se menciona al puerto de Tuxpan, Veracruz.

Dentro de la ubicación del SAR se encuentran 7 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional las cuales reportan datos característicos de la dinámica del viento. En la Tabla IX-16, se presentan los promedios de los datos obtenidos para cada estación.

Tabla IX-16. Datos característicos de aire

ESTACION	Dirección del viento (°)	Dirección de ráfaga (°)	Humedad relativa (%)	Temperatura del aire (°c)	Presión Atmosférica (bar)	Rapidez de ráfaga (km/h)	Velocidad del viento (Km/h)
B. del Toro	182.96	182.68	86.76	21.72	1014.27	Sin datos	Sin datos
Citlaltepec	101.75	240.5	Sin datos	20.25	998.88	12.73	2.73
Madero	101.12	103.21	86.02	23.13	1014.44	Sin datos	Sin datos
Tampico	95.84	128.09	83.19	23.4	1014.08	Sin datos	Sin datos
Tuxpan	61.31	88.29	88.08	23.5	1013.88	Sin datos	Sin datos
Ursulo Galván	130.7	114.74	81.58	22.88	1012.11	Sin datos	Sin datos
Huejutla	156.38	143.44	98.78	18.1	1008.87	2.97	0.6
Promedio	118.58	142.99	87.40	21.85	1010.93	7.85	1.67

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (2020)

Con base a los resultados de la Tabla anterior, se elaboró la rosa de vientos que se presenta en la Figura IX-14. con el programa WRPLOT de Lakes Environment ®.

Los resultados indican una dirección del viento dominante hacia el Norte, Nornoroeste y Sureste, con una velocidad máxima de 8.80 m/s y velocidad mínima de 0.50 a 2.10 m/s.

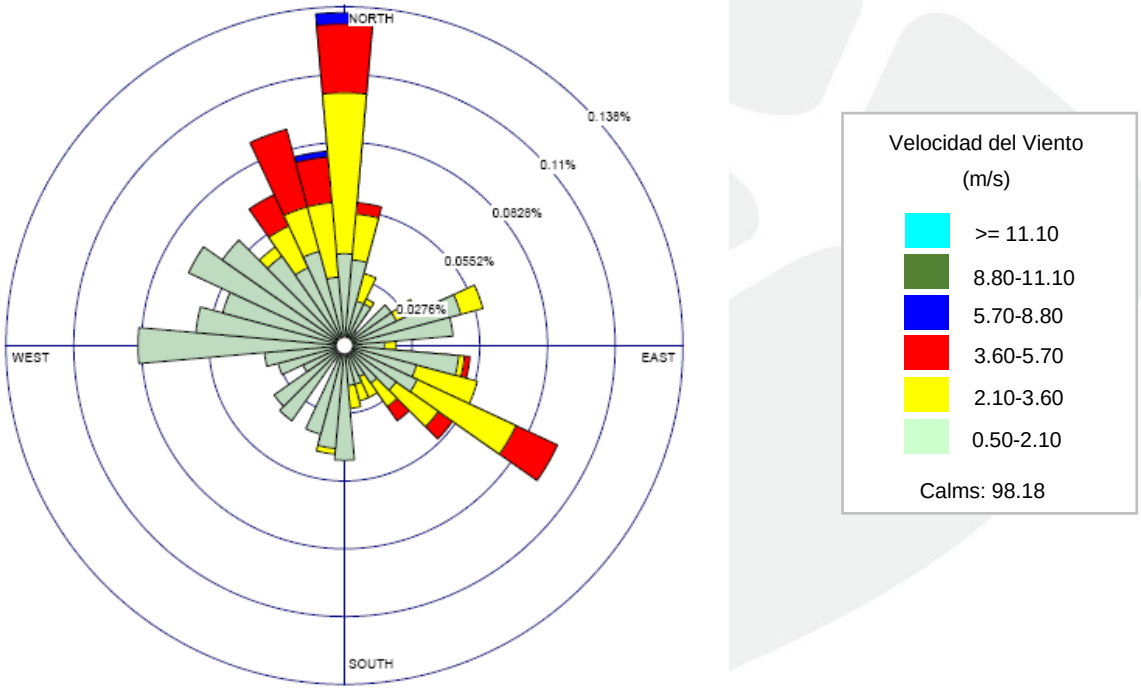


Figura IX-14. Rosa de vientos para el SAR del Bloque 12

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.4.2 Tormentas

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, 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 se acercan poco a las costas deltaicas de Campeche y Tabasco, afectando 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.

En la Figura IX-15 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.

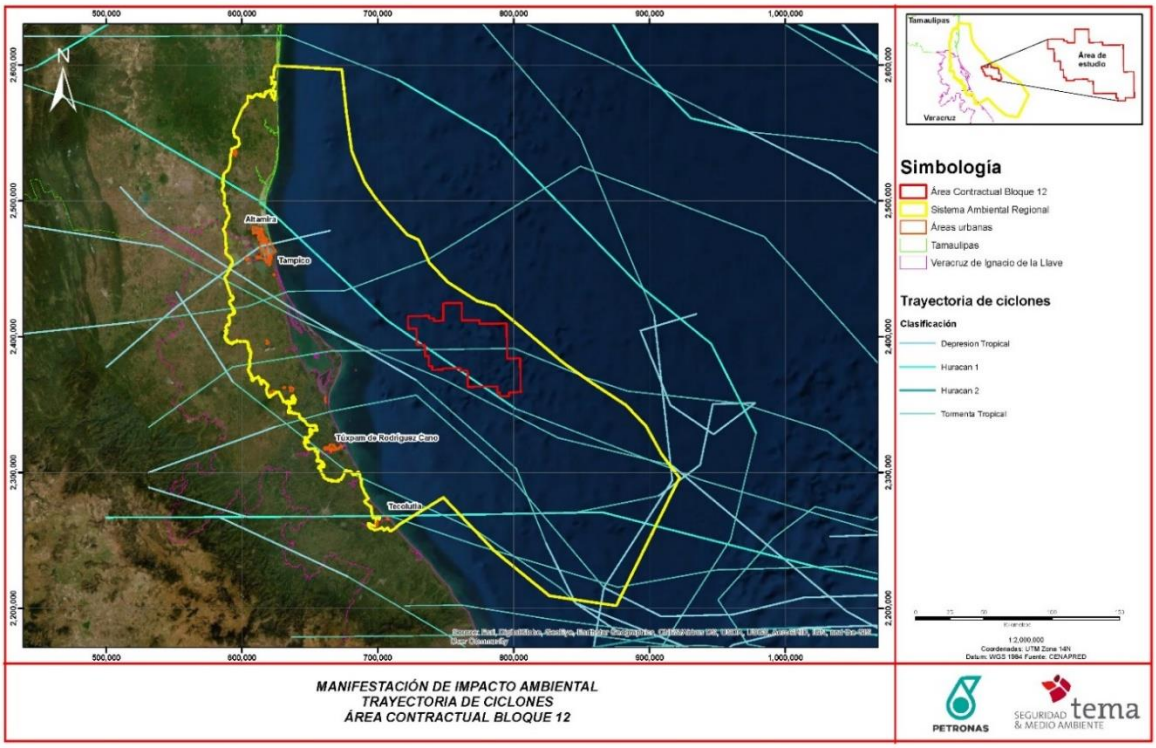


Figura IX-15. Grado de riesgo por ciclones tropicales.

Fuente: TEMA (2020)

La Tabla IX-17 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 IX-17. 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. Qro.	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
2008	Marco	TT	Misantla, Ver.	Ver. y SLP	6-7 octubre	65

Año	Nombre	Categoría	Lugar de Entrada a Tierra	Estados Afectados	Periodo	Vientos Máximos Sostenidos km/h
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	Horconcitos, 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.	NL., 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., Queretaro, SLP., Edomex., Mor., Tam., CDMX., Ver.	2-6 Agosto	130
2017	Franklin	TT	Punta Herrero, Qroo.	Yuc., Qroo., Ver., Tam., 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.

IX.4.3.5 Datos Topográficos y Sísmicos.

IX.4.3.5.1 Fisiografía

El estado de Veracruz está conformado por dos extensas planicies (norte y sur), donde se forman los sistemas montañosos de la Sierra Madre Oriental hacia el noroeste, el Eje Neovolcánico hacia el oeste y la Sierra Madre del Sur y Sierra de Chiapas, hacia el sur-sureste. En el caso de las planicies costeras, estas son el 73 % del territorio, el 27% restante lo conforman las regiones montañosas. La planicie del sur comprende las regiones Llanura de Sotavento (de Veracruz a Acayucan), la Sierra de Los Tuxtlas y el Istmo de Tehuantepec, abarcando un rango de altitud que va desde el nivel del mar hasta los 350 m e, incluso, los 1 700 m en la Sierra de Los Tuxtlas (Soto y Geissert, s.f.).

Lo que marca el límite entre las planicies costeras del altiplano mexicano son las zonas montañosas, siendo la más extensa la sierra Pico de Orizaba–Cofre de Perote, la cual se prolonga por la sierra de Chiconquiaco y el macizo de Palma Sola hasta la costa del Golfo de México.

En la parte sur del estado, se elevan sierras de 1 000 a 2 000 m de altitud y mesetas con cuestas, de 200 a 1 000 m de altitud, al igual que la Sierra de Los Tuxtlas, donde su máxima altura se alcanza en el Volcán de San Martín con 1 700 msnm.

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, para fines prácticos se mencionan las correspondientes al SAR, 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).

La Figura IX-16 presenta que un 100% del SAR contempla la Llanura Costera del Golfo Norte es la provincia y subprovincia.

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).

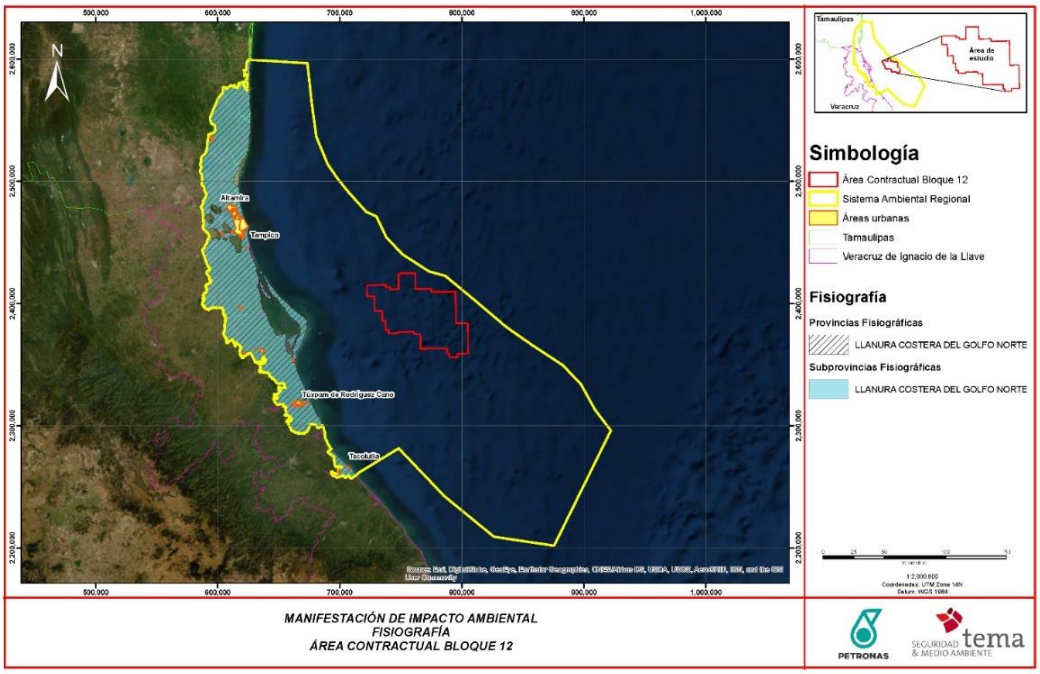


Figura IX-16. Provincias y subprovincias fisiográficas

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.5.2 Edafología

EL SAR se ubica en una gran 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 carta edafológica escala 1:250 000 (INEGI, 2014), en el SAR se encuentran 20 tipos de suelo, los cuales pueden ser clasificados con base a las propiedades de sus horizontes en 11 tipos de suelo.

De los principales suelos que se presentan dentro del SAR, el tipo Vertisol Pelico se encuentra con mayor proporción sumando aproximadamente el 6.72 % del total, tal como se muestra en la Figura IX-17 con una extensión de aproximadamente 415, 542.38 Ha, de todo lo que comprende el SAR. En segundo lugar, se tiene al Regosol Eutrico con 153, 353.07 Ha (2.48%). En tercer lugar, se encuentra el Regosol Calcarico con el 1.22% (75, 373.03 Ha), el Feozem Halpico cuenta con el 0.95% presente en todo el SAR, siendo un total de 58, 876.69 Ha. El 084% (516, 68.3785 Ha) es de agua, mientras que el resto del tipo de suelos corresponde a un porcentaje menor al 0.80% (Tabla IX-18).

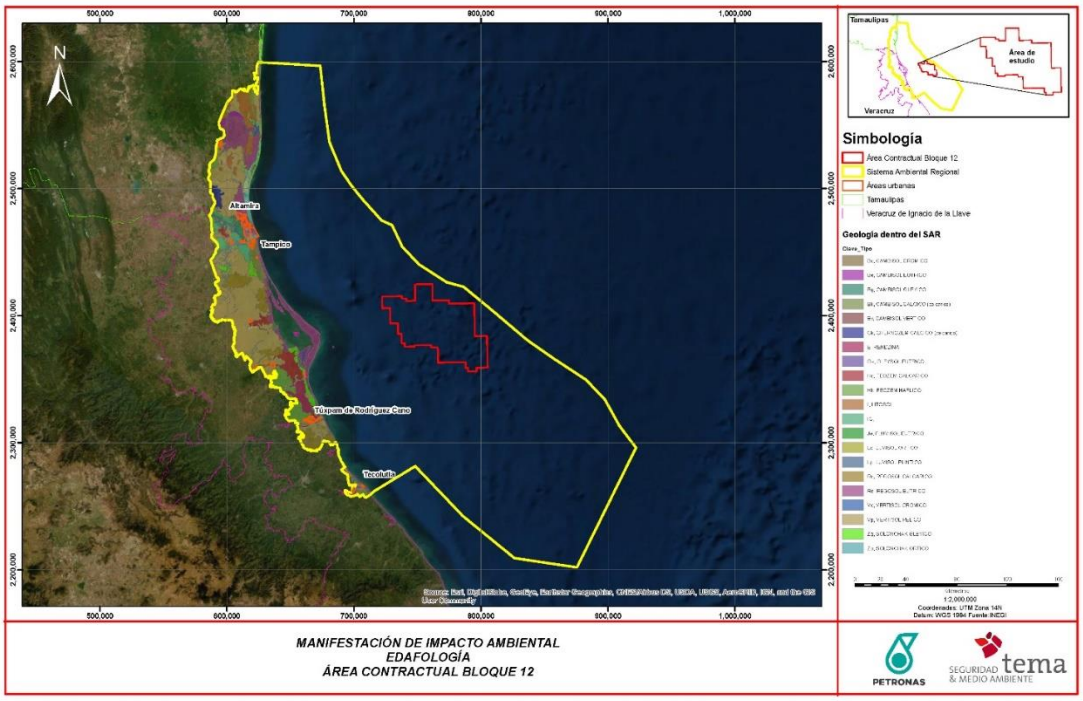


Figura IX-17. Edafología presente dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IX-18. Edafología existente dentro del SAR

Edafología	Área (Ha)	%
Agua	516, 68.3785	0.84
Cambisol Cálcico (Calcarico)	19, 029.2137	0.31
Cambisol Crómico	186.390823	0.00
Cambisol Eutrico	10, 747.7493	0.17
Cambisol Gleyico	19, 287.2378	0.31
Cambisol Vertico	1, 226.76145	0.02
Chernozem Calcico (Calcarico)	11, 128.6274	0.18

Edafología	Área (Ha)	%
Feozem Calcarico	40, 575.6436	0.66
Feozem Haplico	58, 876.6948	0.95
Fluvisol Eutrico	1, 599.54805	0.03
Gleysol Eutrico	4, 270.73666	0.07
Litosol	48, 613.932	0.79
Luvisol Ortico	968.319837	0.02
Luvisol Plintico	579.025053	0.01
Regosol Calcarico	75, 373.0361	1.22
Regosol Eutrico	153, 353.075	2.48
Rendzina	24, 972.6632	0.40
Solonchak Gleyico	24, 523.0011	0.40
Solonchak Ortico	19, 440.2741	0.31
Vertisol Cromico	4, 050.82799	0.07
Vertisol Pelico	415, 542.382	6.72

Fuente: TEMA (2020)

A continuación, se hace una breve descripción de los tipos de suelo que presentes el SAR:

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.

Chernozem. Los Chernozems acomodan suelos con una capa superficial gruesa, negra rica en materia orgánica. Muchos tipos corresponden a suelos negros calcáreos. Son principalmente sedimentos eólicos y eólicos retrabajados (loess). Se dan en ambientes o regiones con un clima continental con inviernos fríos y veranos calientes, que están secos por lo menos al final del verano; en planicies llanas a onduladas con vegetación de pasto altos (bosque en la zona norte transicional). El perfil de estos suelos se desarrolla como horizonte superficial mólico pardo oscuro a negro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico; con carbonatos secundarios o un horizonte cálcico en el subsuelo. Los Chernozems centrales, profundos son considerados como de los mejores suelos, esto de acuerdo con edafólogos rusos. Son utilizados para cultivos arables,

estos suelos constituyen un recurso formidable para el futuro. La preservación de la estructura del suelo favorables a través de las labranzas oportunas y riego cuidadoso en bajas tasas se previene el desgaste y la erosión. La aplicación de fertilizantes P se requiere para altos rendimientos. El trigo, cebada y maíz son los cultivos principales junto con otros cultivos alimenticios y vegetales. Parte del área de Chernozem se usa para la cría de ganado. En el cinturón templado norte, el período de crecimiento posible es corto y los cultivos principales son trigo y bada, en algunos lugares en rotación con vegetales. El maíz es ampliamente cultivado en el cinturón templado cálido. La producción de maíz tiende a estancarse en años secos a menos que el cultivo se riegue adecuadamente.

Feozem: son suelos muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión, debido a su textura media, buen drenaje y ventilación. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica, aunque también pedregosos e inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente. Se desarrollan sobre todo en climas templados y húmedos, por lo que se encuentran recubriendo el Eje Neovolcánico Transversal y porciones de la Sierra Madre Occidental.

Fluvisol: acomodan suelos azonales genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales. El nombre Fluvisoles puede ser confuso en el sentido de que estos suelos no están confinados sólo a los sedimentos de ríos (latín fluvius, río); también pueden ocurrir en depósitos lacustres y marinos. En sí son suelos desarrollados en depósitos aluviales; del latín fluvius, río. El material parental: Predominantemente depósitos recientes, fluviales, lacustres y marinos. Se pueden encontrar en ambientas como planicies aluviales, abanicos de ríos, valles y marismas costeras en todos los continentes y en todas las zonas climáticas; muchos Fluvisoles bajo condiciones naturales se inundan periódicamente. El desarrollo de los perfiles es con evidencia de estratificación; débil diferenciación de horizontes, pero puede haber presente un horizonte superficial diferente. Los rasgos redoximórficos son comunes, en particular en la parte inferior del perfil.

Gleysol: Son suelos que se saturan de agua, lo que hace que desarrollen un patrón de color gléyico, siendo su horizonte diagnóstico. Debido a que se encuentran sumergidos durante la mayor parte del tiempo, pueden presentar un alto contenido de materia orgánica humificada. No obstante, en el caso de esta zona y por su proximidad a la costa, la materia orgánica no se acumula debido al arrastre con los eventos de marea alta, así como de precipitación máxima; ello también sugiere que estos suelos presentan acumulaciones de salitre. En este caso, la clasificación Gleysol eútrico, es característica por ser rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), al menos en alguna parte entre los 50 cm de profundidad.

Hay que considerar que, debido a su condición predominantemente arcillosa, presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación; esto se ve aumentado considerando que este suelo se ubica a lo largo de la línea costera del SAR, por lo que la vegetación que sustenta se conforma por plantas que soportan condiciones de hidro-morfismo. (INEGI, 2004).

Litosol: Este tipo de suelos entra en la categoría de los Leptosoles, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

Luvisol: Se consideran como suelos minerales muy débilmente desarrollados con materiales no consolidados. Son suelos muy someros y tampoco son muy ricos en gravas o con materiales fúlvicos. Su distribución regularmente se asocia a tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

De acuerdo con el subtipo Calcárico con el que se clasifica, éste suelo se encuentra enriquecido con carbonatos (cal), menor al 15 % en alguna parte entre 50 cm de profundidad. Esta condición provoca una consecuente sequedad y dureza del suelo, o cual es desfavorable para la germinación y el establecimiento de plantas. Además, el agua, al no poder penetrar en el suelo corre por la superficie provocando erosión (SEMARNAT, 2016).

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 úmbrico, 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.

Rendzina: Son suelos someros que se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm), que producen ruido con el arado por su pedregosidad.

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.

Vertisol: Este tipo de suelo se caracteriza por su alto contenido de arcillas 3:1, cuyo material es expandible en húmedo, formando superficies de deslizamiento llamadas facetas; mientras que, en seco, se colapsan y generan grietas en la superficie o a determinada profundidad. La textura del suelo pesada y el predominio de minerales de arcilla expandibles, resulta en un rango de humedad del suelo provocando stress hídrico y exceso de agua.

Estas características limitan al suelo, representando serias restricciones de manejo. Ello ha llevado a que la agricultura en este tipo de suelos, pueda llegar a incrementar los costos de su uso, debido a que obstaculiza la labranza por la adhesividad cuando el suelo está mojado y dureza cuando está seco; lo que provoca que sean susceptibles a la compactación, en particular cuando las operaciones de campo son realizadas con altos contenidos hídricos (Espinosa *et al*.; 2011).

IX.4.3.5.3 Provincias geológicas

Una provincia geológica es toda parte cartografiable 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.

Con base a ello, se identificaron las provincias geológicas que se presentan el SAR. La Tabla IX-19, muestra el porcentaje de superficie que abarca cada una. La provincia que presentan una mayor

extensión es Cordilleras Mexicanas, Tampico-Misantla, la cual cubre 27.04 % del SAR, abarcando parte de la superficie terrestre y marina (Figura IX-18).

Tabla IX-19. Provincias geológicas dentro del SAR

Provincia Geológica	Ubicación	Superficie (ha)	%
Alto de Tamaulipas	Terrestre	0.02	0.00
Tampico-Misantla	Terrestre	1672895.51	27.04
Cinturón Extensional Quetzalcóatl	Plataforma	1081049.20	17.48
Salina del Bravo	Golfo Profundo	23941.02	0.39
Burgos	Terrestre	234190.36	3.79
Cordilleras Mexicanas	Golfo Profundo	3173620.20	51.31

Fuente: TEMA (2020)

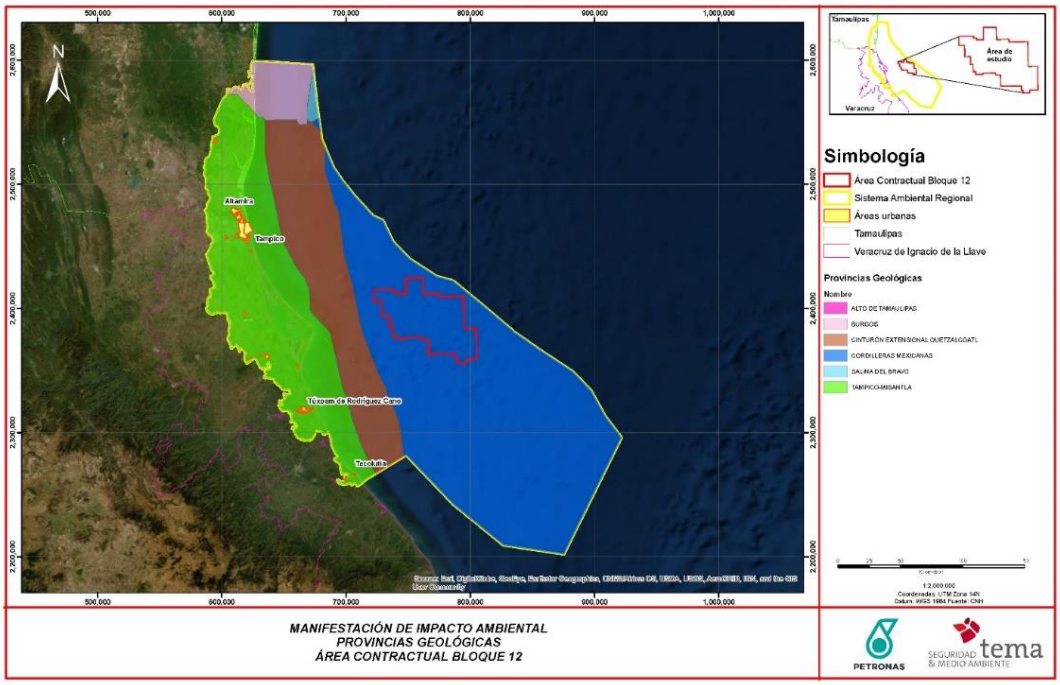


Figura IX-18. Provincias geológicas dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Alto de Tamaulipas: Esta provincia está conformada estratigráficamente por un basamento de rocas ígneas y metamórficas del Triásico con rocas carbonato – arcillosas del Jurásico y Cretácico con la secuencia Clástica del Cenozoico. La geología se conforma por rocas ígneas y metamórficas del basamento. En el Cretácico se depositaron las formaciones Tamaulipas Inferior, Horizonte Otates, Tamaulipas Superior y Agua Nueva de facies de cuenca y nerítica con aportes de terrígenos.

Burgos: Esta provincia geológica cuenta con aproximadamente 49, 800 km^2 se localiza en el margen noreste de la República Mexicana y geológicamente, la Cuenca Terciaria se extiende al norte hacia los Estados Unidos de Norteamérica y forma parte del denominado "Río Grande Embayment"; al oriente, se extiende hacia la Plataforma Continental del Golfo de México y al poniente, cubre la porción oriental de la Plataforma Mesozoica del Burro-Picachos (Echanove, 1986).

Se ha establecido una potente columna sedimentaria que abarca al Jurásico Superior, Cretácico y Terciario, con un espesor mayor de 5,000 m. El Mesozoico está representado por una secuencia de carbonates, terrígenos y evaporitas en el Jurásico Superior y en el Cretácico; mientras que, en el Terciario, se establece una secuencia predominantemente clástica, con alternancia de areniscas y lutitas, depositada en periodos sucesivos del Paleoceno al Reciente. La sedimentación terciaria se efectuó en etapas alternantes transgresivas y regresivas y que en general, constituyen un marco regresivo regional hacia el oriente (íbis, 1986).

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.

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 km^2 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.

Salina del Bravo: Se localiza en el sector noroccidental del Golfo de México, frente al delta del Río Bravo, en tirantes de agua que varían de 500 a 2,500 m. Incluye las subprovincias del Cinturón Subsalino y Mini-cuencas: El Cinturón Subsalino corresponde a un régimen compresivo de pliegues amplios por propagación de fallas inversas en sus crestas y flancos, con orientación preferencial NE-SW, nucleados por sal y cubiertos por canopies y lengüetas de sal alóctona. La cubierta de canopies ocurre por encima de los sedimentos del Eoceno Medio, por lo que la intrusión de cuerpos

de sal alóctona data de al menos esta misma edad. La zona de Mini-cuencas se localiza al occidente, representada por una franja, casi paralela al borde del talud continental, con la presencia de diapiros de sal o arcilla asociados a un régimen extensivo gravitacional con niveles de despegue someros sobre las arcillas del Eoceno Superior y creando estructuras de relleno sin sedimentario Neógeno y acuñamiento de sedimentos contra diapiros de sal o arcilla (CNH, 2015).

Tampico – Misantla: esta provincia geológica cuenta con un área de 57, 170 km^2 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.

IX.4.3.5.4 Provincia petrolera

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).

En el SAR se presentan 3 provincias petroleras (Tabla IX-20). La de mayor extensión es la del Golfo de México Profundo, la cual abarca una superficie de 56.36 % del SAR, seguida por la provincia Tampico-Misantla (39.71 %) y en menor proporción, la de Burgos (3.94 %). La Figura IX-19, muestra la distribución de estas provincias.

Tabla IX-20. Provincias petroleras dentro del SAR

Provincia Petrolera	Superficie (ha)	%
Golfo de México Profundo	3486129.93	56.36
Tampico-Misantla	2456078.34	39.71
Burgos	243477.99	3.94

Fuente: TEMA (2020)

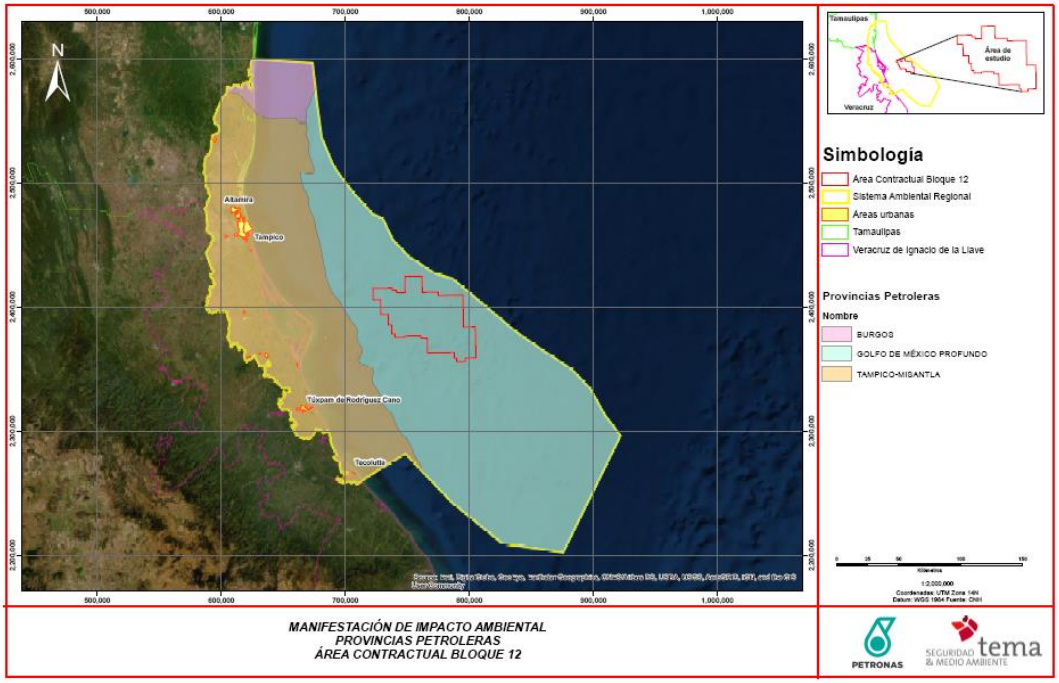


Figura IX-19. Provincias petroleras

Fuente: TEMA (2020)

La Provincia Petrolera 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.

En cuanto a la provincia de Burgos se ha obtenido producción en toda la columna sedimentaria; en el Jurásico Superior y en el Cretácico. Los yacimientos descubiertos a la fecha son aislados y poco significativos; sin embargo, los yacimientos en el Terciario son múltiples y de amplia extensión. La provincia se ha subdividido en franjas geológicas alargadas y subparalelas, que de poniente a oriente se les denomina; Jurásico-Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno y Mioceno. La Cuenca de Burgos es una provincia productora en desarrollo, con amplias perspectivas exploratorias y que ofrece múltiples oportunidades de incrementar las reservas potenciales y probadas, así como el de aumentar o sostener la plataforma de producción. Para lograr estos objetivos se requieren estudios geológicos que permitan: la localización y el desarrollo de nuevos campos; descubrimientos en yacimientos más profundos y/o más someros en campos conocidos; y el desarrollo y programación óptima y racional de la explotación de las reservas probadas, en los campos establecidos (íbis, 1986).

La Figura IX-20 representa el marco estratigráfico general del cinturón plegado perdido Cordilleras Mexicanas en aguas profundas Norte, la cual corresponde a la ubicación del SAR.

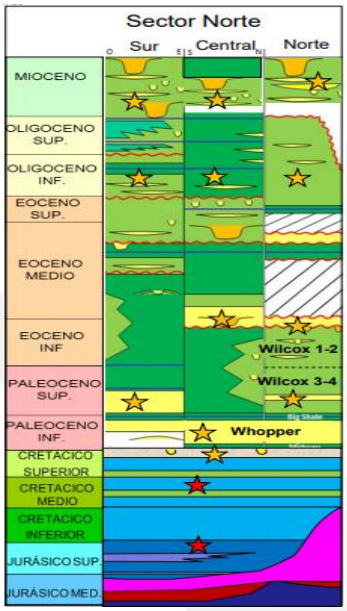


Figura IX-20. Marco estratigráfico general

La columna estratigráfica comprende:

Mioceno – Plioceno: Sedimentación en ambientes batiales a neríticos de facies dominantemente arcillosas y limolíticas de ambientes turbidíticos, con presencia de intercalaciones arenosas asociadas a abanicos y canales submarinos.

Oligoceno: Son intercalaciones delgadas de arenas de grano fino y arcillas depositadas en canales meandriformes y lóbulos distales, contemporáneos con los primeros episodios de deformación causada por el movimiento de sal alóctona. Por lo tanto, en esta época se modifica la configuración estructural por efecto de la deformación plástica de los cuerpos de sal.

Eoceno Medio – Superior: La sedimentación se llevó a cabo en un ambiente batial inferior, formando un sello de buen espesor en el Eoceno Medio, compuesto de arcillas con delgadas intercalaciones de limonitas en ambientes de cuenca hemipelágica. También existen en el Eoceno Superior capas delgadas con facies de lóbulos y desborde de canal.

Paleoceno – Eoceno Inferior: El Paleoceno corresponde a un periodo de bajo nivel del mar en el Golfo de México. Está principalmente compuesto por cuerpos de areniscas con amplia extensión lateral denominadas "Whopper", (equivalentes a la Formación Wilcox Inferior) en facies de canales y capas turbidíticas que evolucionan a un sistema de abanico submarino arenoso con lóbulos y canales amalgamados, con mayor contenido de arcillas hacia el Eoceno Inferior correspondientes a

un periodo alto del nivel del mar. Existen intervalos limo-arcillosos depositados en facies de cuenca hemipelágicos, intercalados en los intervalos arenosos del Paleoceno (Formación Midway y miembro "Big Shale").

Cretácico: Se identifican facies de carbonatos en ambientes de cuenca profunda con alta ciclicidad de fluctuaciones de nivel de mar. Hacia la parte intermedia se infiere un nivel de roca generadora secundaria de edad Turoniano, con alto contenido de materia orgánica depositada en un ambiente de cuenca anóxica. En el Cretácico Superior se identifican cuerpos calcáreo-arenosos de lóbulos turbidíticos distribuidos localmente.

Jurásico Superior: Corresponde a sedimentos principalmente carbonatados de facies de rampa interna a externa con variaciones laterales a dolomías y terrígenos depositados en la rampa intermedia. Hacia su cima se identifica una máxima transgresión compuesta por carbonatos de cuenca con alto contenido de materia orgánica, particularmente en el Tithoniano, horizonte característico de ambientes anóxicos.

Jurásico Medio: Constituido por el depósito de lechos rojos sobre un basamento ígneo - metamórfico, evolucionando a rocas evaporíticas de gran espesor durante la fase de apertura del Golfo de México.

IX.4.3.5.5 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 la plataforma de Tamaulipas y Veracruz, la cual tiene mucho 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 IX-21), muestra que el SAR presenta condiciones batimétricas que varían entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,700 m de profundidad en la zona marina. Asimismo, se observa que el Área Contractual 12 se encuentra a una profundidad entre 1, 400 m y 2, 300 m.

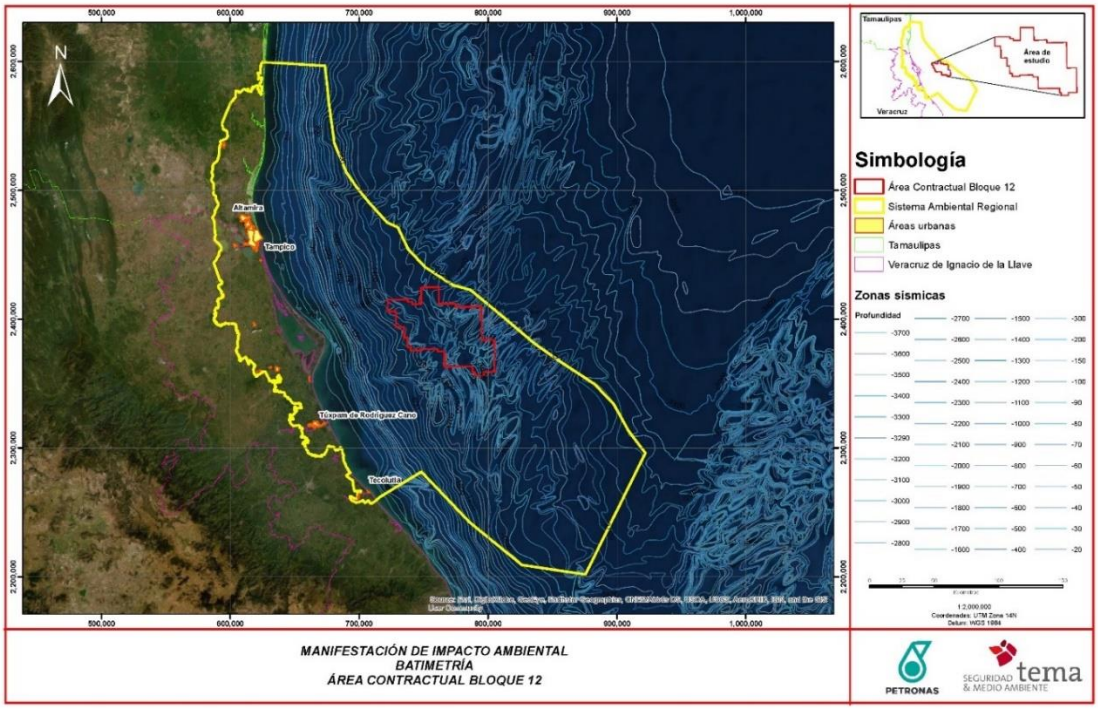


Figura IX-21. Batimetría dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

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 12. En este espacio existen algunos cañones submarinos cercanos al área de estudio. La segunda porción de mayor magnitud es la plataforma continental, en la cual se ubican algunas islas; y una pequeña área de pie del continente (Figura IX-22).

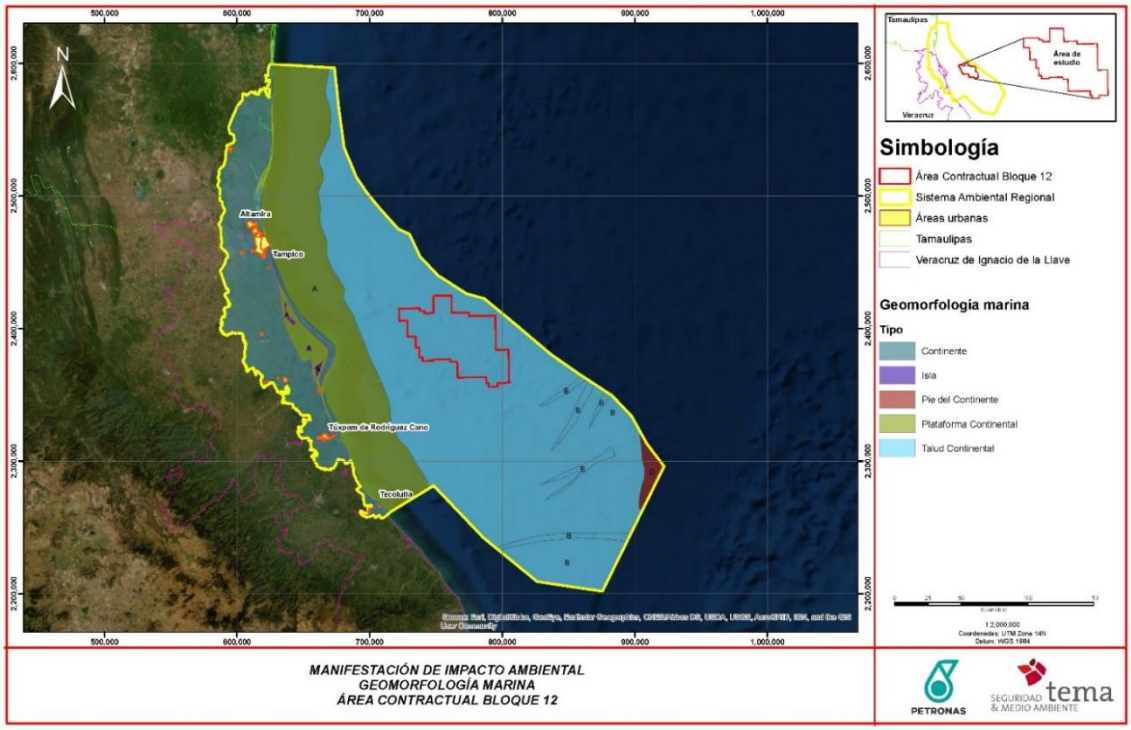


Figura IX-22. Geomorfología marina del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Sistema de Transporte Litoral

Sistema de Transporte Litoral

Las playas del Golfo de México, en la región en donde se ubica el SAR, son principalmente sitios de sedimentación, los cuales se agrupan principalmente en tres bandas paralelas a la costa del Golfo de México: 1, la que está en la zona litoral, 2, la zona de avance y retroceso del nivel del mar y 3, la existencia antigua de desembocaduras de ríos. La distribución de sedimentos en el Golfo de México se muestra en la Figura IX-23.

La historia geológica de la extensión marina de la Cuenca Tabasco-Campeche se asocia con la orogenia del Paleozoico Tardío, durante la cual se formaron cuencas y bahías hacia la costa. En el Cretácico se depositaron clastos carbonatados y terrígenos, predominando los carbonatos hacia el Este. La estructura de la plataforma es compleja y marcada por largos pliegues paralelos al límite externo de la plataforma continental relacionados con los movimientos verticales de la sal a través de los sedimentos suprayacentes.

El tipo de sedimentos del Litoral en el SAR se modifica conforme se avanza hacia el este del Golfo de México. En la zona profunda, los lodos terrígenos son el sedimento dominante y en la Península,

las arenas carbonatadas son las que dominan. Existen dos zonas de arenas carbonatadas pequeñas en los extremos NO y NE. El comportamiento de los resultados de materia orgánica es errático; no obstante, se infiere el que deba ser alto pues esta zona tiene una alta influencia continental ya que recibe la carga de los ríos que desembocan ahí.

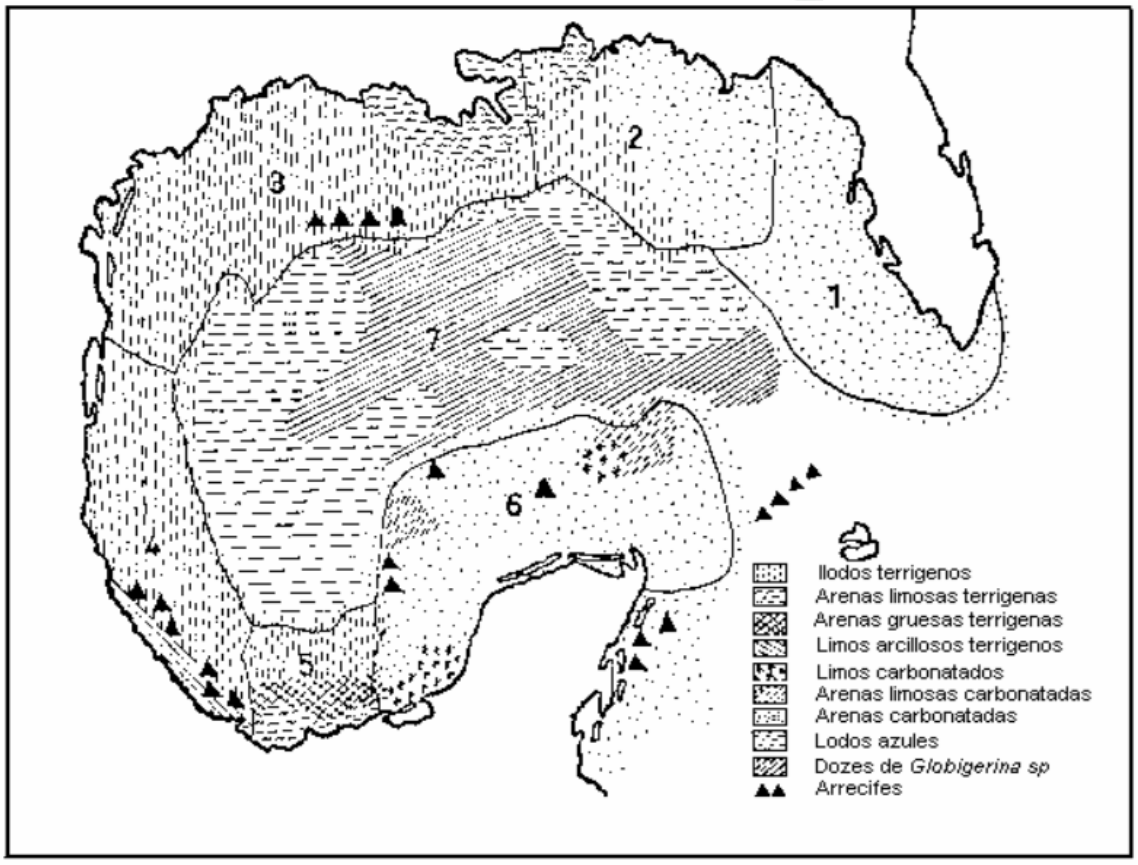


Figura IX-23. Sedimentos y su transporte en el Golfo de México

IX.4.3.5.6 Sismicidad

La Figura IX-24 muestra la regionalización sísmica de la República Mexicana. En ella incluye 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 IX-24. Regionalización Sísmica de la República Mexicana

Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la CFE (2017)

De acuerdo a lo anterior mencionado, los estados de Veracruz y Tabasco se ubican dentro de la zona peni-sísmica (Zona B) o de sismos poco frecuentes con baja vulnerabilidad de carácter catastrófico (Figura IX-24), mientras que una pequeña porción de la zona norte del estado de Veracruz y completamente 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 SAR 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 (Figura IX-25).

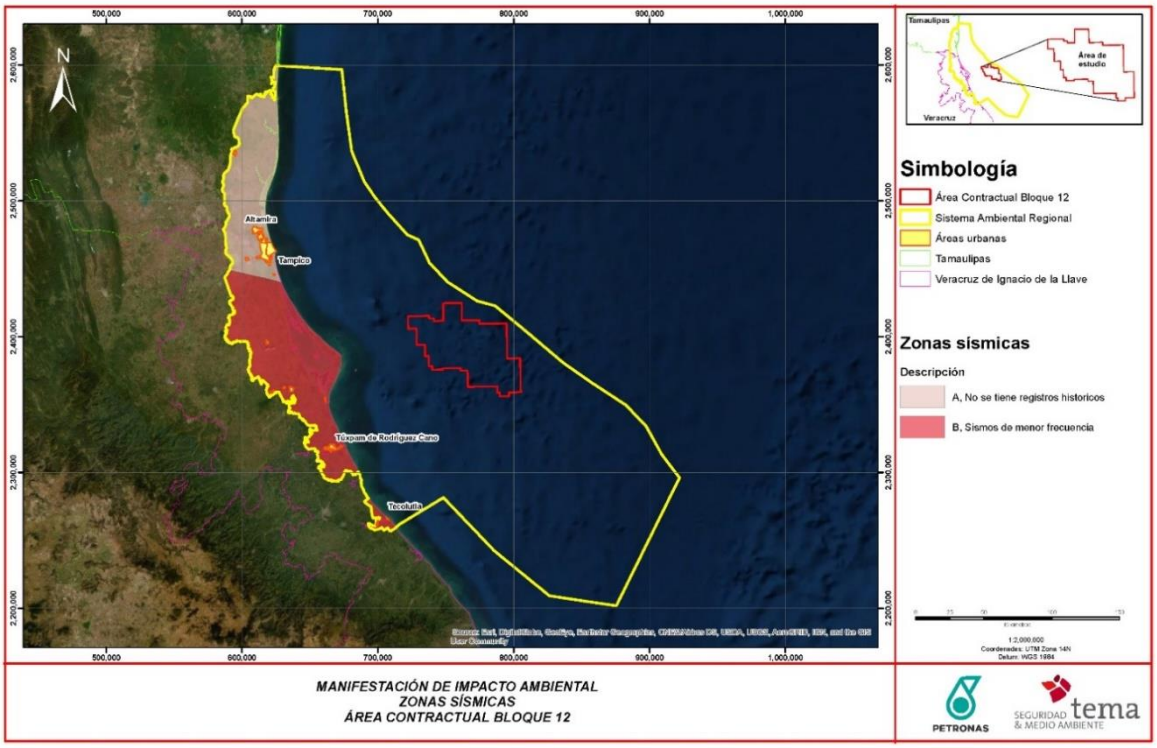


Figura IX-25. Zonas sísmicas dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

En la Tabla IX-21 se muestran los registros del Servicio Sismológico Nacional dentro de un periodo de 10 años (2009 al 2019), los cuales presentan una magnitud "baja" desde 4.0 a 4.8 en la escala de Richter. El sismológico ha reportado sismos mayores a una magnitud de 5.5 los cuales son considerados como sismos fuertes. Dentro de sus reportes se encuentran algunos en el estado de Veracruz, pero que no están cercanos a la región del SAR. En el caso de Tamaulipas no se encontraron datos del estado para el reporte mencionado.

Se identificaron registros de sismos en los municipios de Altamira, Tuxpan, Santiago Tuxtla, Gutiérrez Zamora y en las colindancias del puerto de Veracruz. En el resto de los municipios a los que pertenece el SAR no se encontraron registrados en la base del Sismológico Nacional.

Tabla IX-21. Datos de sismos presentados en los municipios que comprenden el SAR en un periodo de 10 años (2009 -2019)

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
14/02/2012	00:52:35	4.5	19.2733	-96.0913	16.1	10 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
24/06/2012	20:52:51	4.1	22.642	-97.9943	16.0	28 km al NORTE de ALTAMIRA, TAMS
11/02/2013	06:39:07	4.2	21.4968	-96.4687	16.1	114 km al NORESTE de TUXPAM DE RGZ CANO, VER
17/07/2013	07:33:52	4.0	20.9105	-94.7397	15.0	239 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
21/03/2014	06:02:10	4.0	18.2773	-95.4227	20.3	24 km al SUROESTE de SGO TUXTLA, VER
16/04/2015	07:20:12	4.2	21.0513	-94.5877	15.0	261 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
26/08/2016	07:23:36	4.8	19.7525	-95.3855	23.7	100 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
15/02/2017	03:56:38	4.8	19.3432	-96.2055	16.6	17 km al NOROESTE de VERACRUZ, VER
15/02/2017	11:24:53	4.0	19.366	-96.1255	7.1	18 km al NORTE de VERACRUZ, VER
30/10/2017	06:07:58	4.3	18.4143	-95.7357	38.7	5 km al NORTE de CARLOS A CARRILLO, VER
22/12/2017	12:58:09	4.3	20.3248	-97.1972	10.0	18 km al SUROESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
30/06/2018	01:14:44	4.4	21.419	-95.0705	15.0	235 km al NORESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
20/08/2018	17:50:22	4.2	21.3827	-94.8852	25.0	251 km al NORESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
08/03/2019	05:07:04	4.0	18.3855	-95.368	15.0	11 km al SUROESTE de SGO TUXTLA, VER

Fuente: Sismológico Nacional UNAM (2020)

IX.4.4 Análisis Preliminar de Riesgo.

El análisis preliminar de riesgos se considera como una herramienta eficaz para identificar de manera preliminar los peligros y amenazas en la fase de diseño del proyecto y/o instalación reconociendo las Sustancias Peligrosas, condiciones y posibles Peligros que conlleva el utilizar una determinada tecnología, así como las salvaguardas, medidas de seguridad, y protecciones consideradas para cada una de las áreas que conforman el Proyecto y/o Instalación. Siendo de particular interés, la implementación de las mejores prácticas nacionales e internacionales de ingeniería, códigos y estándares normalmente reconocidos, y en su caso, la aplicación hasta donde sea posible del Diseño inherentemente seguro. Algunos ejemplos de metodologías se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IX-22. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros

Tipo	Nombre
Metodología de Análisis de Riesgo Cualitativo	Identificación de peligros (Hazid)
	Lista de Verificación
	Revisión de Seguridad

IX.4.4.1 Análisis de Identificación de Peligros HazId.

Para este proyecto como Análisis preliminar de riesgo se elaboró la Identificación de Peligros con la metodología **Hazid** (ver Anexo 4e).

El estudio HAZID es una herramienta para la identificación de peligros, utilizada en el inicio de un proyecto tan pronto como están disponibles los diagramas de flujo del proceso, los balances de calor y masa, los trazos de diseño. También se requiere de la infraestructura existente, clima e información geotécnica, estos son una fuente de peligros externos.

La realización de un análisis HAZID puede involucrar entre otras, las siguientes etapas:

1. Definición del área de estudio.
2. Definición de los sistemas a analizar.
3. Definición de los subsistemas a analizar.
4. Sesiones HAZID.

Durante las sesiones, el equipo HAZID revisa cada uno de los peligros identificados y cada una de sus causas, consecuencias, salvaguardas y acciones, que son registradas en las hojas de trabajo HAZID.

Para desarrollar un estudio HAZID, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento del proyecto, de los departamentos de diseño, ingeniería, operaciones, seguridad y medio ambiente, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proyecto y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las actividades y etapas del mismo, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal, el medio ambiente y/o las instalaciones durante el ciclo de vida del proyecto.

Es conveniente que dicho líder no esté estrechamente involucrado en el diseño ni en los aspectos operativos para asegurar la objetividad del estudio. El director debe incitar a la discusión cuando sea necesario, al tiempo que debe dejar que los miembros del equipo descubran las soluciones buscadas.

El líder nombrado facilitará el progreso del estudio, informará al equipo de los objetivos y la metodología del mismo y los guiará durante todas las etapas para realizar el informe. En esencia, el HAZID debe revisar y escrutar cada una de las etapas operativas del proyecto, con suficiente detalle para identificar todos los riesgos.

El HAZID es una técnica cualitativa que permite identificar desviaciones del propósito original o postulados de accidentes que pudieran ocurrir durante el proyecto.

Para cada desviación identificada se incluye la siguiente información:

1. La lista de las posibles causas.
2. La lista de las consecuencias.
3. Evaluación previa del riesgo inherente empleando una matriz de ponderación de riesgos.
4. La respuesta del riesgo para asegurar que las salvaguardas son apropiadas.
5. Recomendaciones en caso de que el riesgo deba ser reducido.
6. Evaluación final del riesgo.

Para cada uno de los peligros identificados se realiza la evaluación del riesgo inherente (sin considerar las salvaguardas existentes o previstas) y del riesgo residual (teniendo en cuenta las salvaguardas existentes o previstas), valorando la severidad de las potenciales consecuencias para las personas, los activos, el medio ambiente y la imagen de la compañía, así como la probabilidad de que el riesgo se materialice.

Desarrollo de Sesiones.

Para la identificación de los riesgos en la instalación se utilizó la metodología cualitativa HAZID, aplicada por un grupo multidisciplinario, la cual tiene el objetivo principal el evaluar cualitativamente el número y cuales escenarios peligrosos o accidentales puedan producirse, identificando sus causas, consecuencias y posibles salvaguardas (sistemas de prevención o mitigación).

Integrantes del Equipo Multidisciplinario.

El presente estudio se realizó con la participación de un equipo multidisciplinario formado por personal de PETRONAS y Territorio y Medio Ambiente Ver Anexo 4f-IV.

Desarrollo de las Metodologías.

En las siguientes tablas se muestran los sistemas y los subsistemas analizados mediante la metodología HAZID, con la participación de un grupo multidisciplinario, para la Identificación de Peligros, Jerarquización y Evaluación de Riesgos para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12" se muestra en la Tabla IX-23.

Tabla IX-23.Número de Identificación de Nodos por la Metodología HazId.

Sistemas	Subsistema (Nodo)
1. Perforación de Pozos Exploratorios.	1. Diseño
	2. Construcción (Movilización / Desmovilización / Instalación)
	3. Operaciones Rutinarias (procesamiento, perforación, revestimiento, cementación, grúas y operaciones en plataforma, etc.)
	4. Operaciones No rutinarias (Pre-Arranque, mantenimiento mayor, paradas de emergencia, situaciones de emergencia y otros).

Resultados de la Identificación de Riesgos.

En la Tabla IX-24, se puede observar un resumen general del análisis desarrollado para el proyecto. En dicha información podrá detectase el nivel de análisis propuesto mismo que indica las diferentes causas identificadas por sistema y el número de consecuencias propuestos.

Tabla IX-24.Resumen General de la Aplicación de la Metodología Hazid

Sistema	Subsistema	Número de items de analizados			
		¿Qué pasa si…?	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
1. Perforación de los pozos Exploratorios.	1. Diseño.	1	3	17	1
	2. Construcción (Movilización / Desmovilización / Instalación).	2	5	11	1

Sistema	Subsistema	Número de items de analizados			
		¿Qué pasa si…?	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
	3. Operaciones rutinarias (Procesamiento de lodo, perforación, operaciones de recubrimiento, cementación, grúa y operaciones en	16	26	90	1
	4. Operaciones no rutinarias (Pre-arranque, Mantenimiento mayor, Paradas de emergencia, situaciones de emergencia and otros).	4	5	6	0

Una vez realizada la identificación de riesgos a través de la metodología de identificación HAZID, se procedió a realizar la jerarquización de riesgos

Jerarquización de escenarios de riesgos.

La Figura IX-27, muestra las matrices y el número de escenarios resultantes de la jerarquización de riesgos por la aplicación de la metodología HazId, Resaltando la zona donde se ubican clasificándolos como riegos: Intolerable, Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible y Aceptable en términos Generales.

DAÑOS AL PERSONAL

		CONSECUENCIA				
PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	E					
	D			1		
	C	5		2	3	2
	B	3		1	1	5
	A	2			1	

DAÑOS MEDIO AMBIENTE

		CONSECUENCIA				
PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	E					
	D		1			
	C	7	2	2		
	B	2	3	2		3
	A	3				

DAÑOS AL ACTIVO

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA 1	2	3	4	5
E					
D	1				
C	5	2	5		
B		3	2	1	3
A			1		2

DAÑOS A LA REPUTACIÓN

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA 1	2	3	4	5
E					
D	1				
C	7	3	1		
B	1	3	3		3
A			3		

Figura IX-26. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología HazId, Re-jerarquizado).

Después de realizar la jerarquización de Riesgos, para el proyecto denominado: “Exploración del Área Contractual 12”, se observa 1 escenario el cual cae dentro de la región de riesgo Alto (considerando el Riesgo Residual que es sin salvaguardas), para lo cual se desarrolla el siguiente escenario de Riesgo mostrado en la siguiente tabla:

Tabla IX-25.Escenarios de Riesgo identificados en Hazid.

No	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Instalación superficial	Sustancia involucrada
1	Fuga de gas y crudo ligero debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con posible incendio, heridas al personal y daño a los bienes.	Alto	1.1.1.1, 1.1.1.3, 1.1.1.2, 1.2.1.1, 1.3.1.2., 1.3.2.1, 1.3.3.1, 1.3.11.1, 1.3.11.2,	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero
2	Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.	Alto	1.1.1.1, 1.1.1.3, 1.1.1.2, 1.2.1.1, 1.3.1.2., 1.3.2.1, 1.3.3.1, 1.3.11.1, 1.3.11.2,	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero

En el análisis Hazid los peligros identificados de Alto riesgo por Pérdida de control de pozo/Integridad son considerados como escenarios de riesgo a simular. Las recomendaciones derivadas del análisis Hazid se presentan en el Anexo 4e.

IX.4.4.2 Antecedentes de Incidentes y Accidentes de Proyectos y/o Instalaciones Similares.

El análisis histórico de accidentes (AHA), esta metodología se utilizó para el análisis de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones semejantes al "Exploración del Área Contractual 12".

La Base de Datos Mundial de Accidentes Marítimos (WOAD), que almacena información sobre 6.451 accidentes ocurridos en la industria de hidrocarburos y gas en alta mar entre 1970 y 2012, contiene principalmente información sobre el Mar del Norte (57%) y el Golfo de México (26%) y, en menor medida, otras partes del mundo (17%).

Según la información de esta base de datos, se informaron los siguientes accidentes entre 1970 y 2012 organizados por tipo de unidad Tabla IX-26 muestra los accidentes relacionados con la perforación y exploración de campos petroleros y, por lo tanto, es más relevante para el Proyecto. La Tabla IX-27 muestra los accidentes en general que ocurrieron en la industria de hidrocarburos pero que no necesariamente involucran actividades de perforación y exploración.

Tabla IX-26. Accidentes totales asociados con la perforación y exploración por tipo de unidad (en el mundo de 1970 a 2012).

Tipo de unidad	Accidente	Incidente	Casi incidente	Evento insignificante	Total
Barcaza de perforación	66	22	0 0	2	90
Drillship	95	75	3	4 4	177
Equipo de perforación auxiliar	10	4 4	0 0	1	15
Instalación submarina	4 4	8	0 0	2	14

Fuente: Base de datos mundial de accidentes en alta mar.

Tabla IX-27. Accidentes generales en la industria de hidrocarburos.

Tipo de unidad	Accidente	Incidente	Casi accidente	Evento insignificante	Total
Isla artificial	2	1	0 0	0 0	3
Barcaza (sin taladrar)	63	34	2	1	100
Estructura de hormigón	83	432	78	138	731
Quemador	1	0 0	0 0	1	2
Unidad de almacenamiento y descarga de producción flotante de hidrocarburos (FPSO) construida desde un barco	25	102	9 9	32	168
Helicóptero	243	19	13	3	278
Plataforma de la chaqueta	746	916	128	259	2,049
Autoelevante	577	219	13	35	844
Boya de carga	13	19	2	5 5	39

Tipo de unidad	Accidente	Incidente	Casi accidente	Evento insignificante	Total
Unidad móvil (no equipo de perforación)	18 años	3	0 0	0 0	21
Otros	0 0	2	0 0	1	3
Otras estructuras fijas	4 4	6 6	0 0	2	12
Tubería	145	115	1	4 4	265
Semisumergibles	306	663	151	123	1,243
Sumergibles	19	5 5	0 0	1	25
Plataforma TLP	14	137	24	30	205
Estructura bien soportada	127	36	2	2	167

Fuente: Base de datos mundial de accidentes en alta mar.

Además, en su informe de 2017 sobre la seguridad de las operaciones de helicópteros en alta mar en el Golfo de México, la Conferencia Asesora de Seguridad de Helicópteros (HSAC) informa que ha habido 29 accidentes desde 1999, en los que 7 fueron mortales (24%): 15 muertes y 18 heridos.

El Centro Johns Hopkins para la investigación de las lesiones y la política de lesiones, parte de la Escuela de Salud Pública Bloomberg John Hopkins (JHSPH), informa que los helicópteros que trabajan con plataformas de perforación y buques de perforación en el Golfo de México fallan, en promedio, más de seis veces al año, lo que resultó en un promedio de 5 muertes al año de 1983 a 2009. Durante este tiempo, se produjeron 178 accidentes con 139 muertes, incluidos 41 pilotos y 3 copilotos. Los análisis determinaron que el resultado más común de fallas mecánicas en accidentes fatales y no fatales fue la pérdida de potencia del motor, que ocurrió en casi un tercio de los accidentes fatales. La mayoría de los aterrizajes forzados después de fallas mecánicas se produjeron en el mar, el 20% de los cuales resultó en el hundimiento del helicóptero a pesar de estar equipados con dispositivos de flotación activados por el piloto.

La Tabla IX-28 a continuación presenta algunos de los accidentes de helicópteros más recientes asociados con la industria petrolera en alta mar en el Golfo de México y el mundo.

Tabla IX-28. Accidentes de helicópteros en operaciones petroleras en el mundo.

Fecha	Helicóptero	Ubicación	Hechos	Porque
19 / enero / 1996	Eurocopter AS332	Aberdeen	El helicóptero volaba hacia las plataformas petrolíferas cuando fue alcanzado por un rayo que causó graves daños a su rotor de cola. El piloto se vio obligado a hacer un aterrizaje de emergencia en el mar. Todos sobrevivieron.	Externo
18 / nov / 1998	Helicópteros Asesa y Pegaso	Golfo de México, Campeche	Una colisión de dos helicópteros mientras transportaba a los directores de PEMEX entre plataformas marinas en la Sonda de Campeche. 20 muertes	Error operacional humano
2001	Aerosátiale AS332L1	El mar del Norte	El movimiento de la plataforma petrolera hizo que el helicóptero volcara mientras los rotores todavía giraban. 1 herido	Externo
16 / julio / 2002	Sikorsky S-76A	El mar del norte	Durante un vuelo a la plataforma petrolera Clipper, las palas del rotor principal se soltaron y causaron un choque de alta velocidad en el mar. 11 personas murieron	Técnico
19 / junio / 2003	BO-105	Golfo de México, Campeche	Un helicóptero se lanzó al mar debido a causas desconocidas después de despegar de la plataforma de Júpiter para repostar. 1 muerte	Desconocido
13 / abril / 2006	XA-TNE	Golfo de México, Campeche	Unos minutos después de despegar hacia la zona de la plataforma petrolera, un helicóptero sufrió una falla mecánica. La tripulación logró ejecutar un aterrizaje en el agua y fueron rescatados.	Técnico
27 / dic / 2006	Eurocopter AS365	Morecombe Bay, Inglaterra, Reino Unido.	Durante una operación nocturna de transporte de personal, el piloto se desorientó debido al mal tiempo, perdió altitud y se estrelló en el mar. Ambos pilotos y 5 pasajeros murieron	Operacional
1 / abril / 2009	Eurocopter AS332 L2 Super Puma	Escocia, Reino Unido	En el viaje de regreso desde la plataforma petrolera Miller, el piloto perdió el control del helicóptero debido a una falla repentina de la caja de engranajes del rotor principal, lo que provocó que el rotor se soltara. El helicóptero se estrelló contra el mar a gran velocidad. El accidente destruyó el helicóptero y murieron 16 pasajeros.	Técnico
2012	Eurocopter EC225	El mar del Norte	El piloto informó un problema con la caja de cambios y su intención de hacer un aterrizaje de emergencia en el mar. Sin muertes ni lesiones.	Técnico

Fecha	Helicóptero	Ubicación	Hechos	Porque
15 / febrero / 2015	Agusta Westland AW119 MK II	Golfo de México	El helicóptero de repente se desvió hacia la izquierda. Se ejecutó un aterrizaje de emergencia. No hubo muertos ni heridos. El helicóptero sufrió daños mecánicos.	Externo
18 / jun / 2015	Campana 407	Golfo de México	Fuertes vientos empujaron el helicóptero fuera del helipuerto y la plataforma de perforación cuando su motor estaba en marcha. El piloto resultó herido.	Externo
6 / febrero / 2015	Bell 206B	Golfo de México	Un helicóptero se estrelló contra el agua cerca de Galveston mientras regresaba de una plataforma por la noche. 1 de cada 3 personas desapareció. La causa fue un error piloto	Operacional
12 / ago / 2015	Sikorsky S-76C	Lagos, Nigeria	El helicóptero regresaba de una plataforma cuando se estrelló contra el lago. Razones desconocidas 6 muertes	Desconocido
3 / nov / 2015	Desconocido	Mumbai High Oil Field, India	El helicóptero estaba realizando pruebas de aterrizaje nocturno y se estrelló en el mar por razones desconocidas. Dos muertes	Desconocido
29 / abr / 2016	Airbus H225	Bergen, Noruega	Al regresar de una plataforma petrolera, el rotor principal del helicóptero se rompió. Como resultado, el helicóptero se estrelló y se quemó en una pequeña isla. Los 13 pasajeros murieron.	Técnico
27 / febrero / 2017	Campana 407	Golfo de México	El piloto no pudo mantener la altitud y se estrelló en el mar mientras regresaba para reparar el motor. 1 muerte (el piloto)	Operacional
2 / mayo / 2017	Campana 407	Golfo de México	Pérdida del rotor de cola, que provocó un aterrizaje de emergencia. Sin muertes ni lesiones.	Técnico
26 / sep / 2017	Desconocido	Cabinda, Angola	El helicóptero estaba en ruta hacia la plataforma Tombua-Landana y nunca llegó a su destino. El helicóptero se estrelló contra el mar. 6 muertes	Desconocido

Fuente: HSAC (conferencia consultiva de seguridad de helicópteros); Junta Nacional de Seguridad del Transporte y Aeroassurance

Operacional: un evento asociado con la operación del helicóptero.
Externo: un evento asociado con las condiciones climáticas.
Técnico: un evento asociado con una falla mecánica o del equipo.
Fuentes: HSAC, National Transportation Safety Board, Aeroassurance, oilandgasuk.co.uk

IX.4.4.3 Derrames importantes en aguas de los Estados Unidos.

Según el Bureau Ocean Energy Management (BOEM), se registraron 47 derrames importantes de 1,000 barriles de hidrocarburos entre 1964 y 2011 en aguas bajo la jurisdicción federal de los Estados Unidos. La Tabla IX-29 muestra los accidentes causados por reventones.

Tabla IX-29. Grandes derrames de hidrocarburos en aguas estadounidenses.

Notas	Fecha	Empresa	Nombre de la instalación	Clasificación USCG *	Derrame total (barriles)	Hidrocarburos y refinados (barriles)	Fluidos sintéticos (barriles)	Otros productos químicos (barriles)	Producto derramado	Porque
1, 3	1964-10-03	Signal Oil y Gas Company	Plataforma B	Mayor	5,100	5,100	0 0	0 0	Hidrocarburo	Clima, fuerza externa, huracán Hilda
1, 3	1964-10-03	Midwest Oil Corp. y / o Continental Oil Co.	Plataformas A, C y D	Mayor	5,180	5,180	0 0	0 0	Hidrocarburo	Clima, fuerza externa, huracán Hilda
1	1965-07-19	Pan American Petroleum Corp.	Cajón No. 7	Medio	1,688	1,688	0 0	0 0	Condensados	Falla en el equipo
1, 2	1969-01-28	Union Oil Company of California	Plataforma A Pozo No. A-21	Mayor	80,000	80,000	0 0	0 0	Hidrocarburo	Falla del equipo, error humano
dieciséis	1969-03-16	Mobil Produciendo Texas y Nuevo México	Pues no 3	Mayor	2,500	2,500	0 0	0 0	Hidrocarburo	Clima, colisión, fuerza externa, falla del equipo,

Notas	Fecha	Empresa	Nombre de la instalación	Clasificación USCG *	Derrame total (barriles)	Hidrocarburos y refinados (barriles)	Fluidos sintéticos (barriles)	Otros productos químicos (barriles)	Producto derramado	Porque
										error humano
1, 2, 5	1970-02-10	Chevron Oil Company	Plataforma C	Mayor	65,000	65,000	0 0	0 0	Hidrocarburo	Fuerza externa, falla del equipo, error humano, incendio
1, 2, 7, 8	1970-12-01	Shell Offshore, Inc.	Plataforma B Pozo No. B-21.	Mayor	53,000	53,000	0 0	0 0	Hidrocarburo	Falla del equipo, explosión, incendio, 36 lesiones, 4 muertes.
1	2007-10-21	Anadarko Petroleum Corporation	Pues no 1	Medio	1,061	0 0	1,061	0 0	Hidrocarburo sintético a base de aceite	Falla del equipo, pérdida de control del pozo
1,2,5,7,8	2010-04-20	BP Exploración y Producción Inc.	-	Mayor	Estar determinado	Estar determinado	Estar determinado	Estar determinado	Hidrocarburo	Bajo investigación

Fuente: Bureau Ocean Energy Management (BOEM).

Notas

1 Derrames menores causados por reventones: menos de 10,000 galones (menos de 238 barriles)

2 Derrames moderados que llegaron a tierra: 10,000 a 99,999 galones (238 a 2,380 barriles)

3 Derrames importantes causados por huracanes: 100,000 galones y más (2,381 barriles y más)

4 Daños provocados por huracanes: basados solo en el tamaño del derrame, sin evaluar los impactos
5 Explosión / fuego
6 colisión
7 Lesiones 8 Muertes

IX.4.4.4 Derrames de hidrocarburos de PEMEX

Las estadísticas de PEMEX fueron revisadas para encontrar incidentes locales relacionados. Según la empresa paraestatal mexicana Petróleos Mexicanos (PEMEX), los derrames reportados en la Tabla IX-30 ocurrieron en aguas bajo jurisdicción federal. El derrame de Ixtoc 1 es especialmente importante ya que es un incidente que ocurrió durante la perforación de un pozo.

Tabla IX-30. Derrames de hidrocarburos de PEMEX

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
1979	Ixtoc I, pozo exploratorio	Situado en el Golfo de México, a 965 kilómetros al sur de Texas ya 94 kilómetros de Ciudad del Carmen.	PEMEX estaba perforando un pozo de hidrocarburos a una profundidad de 3.63 kilómetros cuando se perdió la perforación y la circulación del lodo de perforación. En consecuencia, se perdió la estabilidad y se produjo una explosión de alta presión que provocó la pérdida de la contención. El hidrocarburo se incendió debido a una chispa y la unidad de perforación se derrumbó.	3,3 millones de barriles de hidrocarburos El hidrocarburo alcanzó zonas costeras.
1999	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 3% de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 1999 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible
2,000	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 7% de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 2000 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
2001	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 3% de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 2001 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible
2002	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 1% (200 toneladas) de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 2002 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible
2003	Indisponible	Indisponible	De acuerdo con el informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX para 2003, se produjeron 72 derrames de hidrocarburos en el mar, 2 como resultado de las actividades de PEMEX Refinery (PR) y 70 de PEMEX Exploration and Production.	1,022 barriles de hidrocarburos, asociados con 72 derrames.
2006	Indisponible	Indisponible	Según el informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX, se registraron 51 derrames de hidrocarburos en el mar en 2006.	Indisponible
2007	Bueno KAB-121	Situado a 32 kilómetros (20 millas) de la Terminal Marina Dos Bocas (TMDB) en el Municipio de Paraíso.	Como resultado del mal tiempo, la unidad de perforación autoelevada Usumacinta se estrelló contra el Kab-121, que estaba perforando el Kab 103, rompiendo así el árbol de Navidad y provocando un derrame de hidrocarburos y gas natural.	Indisponible
2011	Indisponible	Indisponible	Según el informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX, se registraron 12 derrames de hidrocarburos en el mar en 2011.	Un total de 40 barriles para los 12 eventos.
2012	Boya de amarre de un solo punto (SPM) número 3	Costa del Pacífico (Oaxaca)	El hundimiento de la boya de amarre de un solo punto número 3, desactivada desde 2008, derramó hidrocarburos en el mar en Salina Cruz.	Mil litros de hidrocarburos

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
2015	Akal-H	Bahía de Campeche, México	Derrame de gas y petróleo sin víctimas mortales o heridos. El accidente afectó la producción diferida de hidrocarburos por una suma de 15,000 barriles. La compañía petrolera controló el incendio con cuatro buques de respuesta a emergencias.	Indisponible

Fuente: Esta información sobre salud, seguridad y medio ambiente se tomó de los informes anuales de la empresa paraestatal PEMEX.

IX.4.4.5 Incidentes reportados por PCCMO.

Grupo Petronas, al que pertenece PCCMO, ha estado expandiendo sus proyectos de exploración y producción de recursos en el extranjero en diferentes partes del mundo, incluidas las Américas. La seguridad de los trabajadores y la protección y conservación del medio ambiente ocupan un lugar destacado en la lista de prioridades de Petronas, como lo demuestran sus políticas y su forma de hacer negocios. Petronas no ha registrado un evento importante de derrame durante sus proyectos y campañas de exploración y producción anteriores en las Américas.

IX.4.5 Identificación de Peligros, Evaluación y Análisis de Riesgos.

El Análisis de Riesgo de Proceso para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", en su etapa de Perforación, está integrado por una serie de metodologías cuyo objeto es el identificar las principales desviaciones durante el proceso de operación, el cual está dividido en diferentes etapas como:

- Análisis de Riesgo Cualitativo.
- Análisis de Riesgo Cuantitativo.

Dentro de cada una de las etapas se emplean diferentes metodologías, de acuerdo a las necesidades del proyecto se seleccionarán las más adecuadas.

IX.4.5.1 Análisis Cualitativo de Riesgo.

El proceso de realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos consiste en evaluar cuál es el impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados.

El nivel de riesgo se define como Cualitativo cuando se realiza una aproximación inicial que no refleja el rigor del análisis detallado objetivo. El nivel de riesgo se puede calificar como alto, medio o bajo, dependiendo del impacto que suponga para la consecución del proyecto y de la probabilidad de que el evento ocurra.

En función de las combinaciones entre impacto y probabilidad (Matriz de Impacto y Probabilidad) podremos determinar la importancia que debemos otorgar al riesgo evaluado. Además, nos permitirá planificar la realización del Análisis Cuantitativo.

IX.4.5.1.1 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

Elección de la Metodología.

Los criterios bajo los cuales se desarrollaron las diferentes etapas que integran el presente documento, correspondiente al proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", en su etapa de Perforación.se desglosan a continuación:

1 Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) empleados para el desarrollo de la metodología HazOp, fueron los proporcionados por PETRONAS.

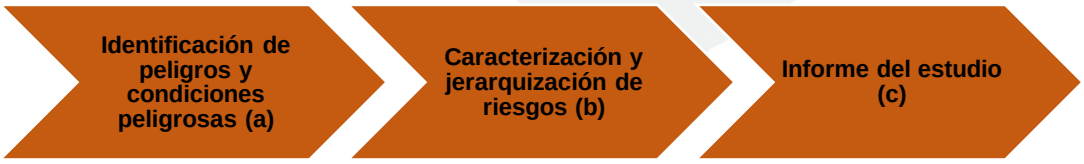
2 Para la estimación de valores de frecuencia y consecuencia se utilizaron las tablas propuestas por la Empresa Consultora Territorio y Medio Ambiente S.A. de C.V.

Lo antes descrito estará en apego a los siguientes lineamientos:

1 IEC 61882, Gestión de la confiabilidad - Estudios de peligro y operabilidad (HazOp).

2 Chemical Industries Association, Guía de Estudios de Peligros y Operabilidad, Reino Unido, 1987.

En la figura siguiente puede observarse las etapas a seguir para el desarrollo del presente estudio.



Del diagrama de bloques antes mostrado, se señala que la etapa de identificación de peligros y/o riesgos es la fase previa y decisiva de un Análisis de Riesgo cuyo propósito final es determinar una serie de eventos tipo denominado hipótesis accidentales que se pueden producir en una instalación.

Es importante señalar que, como alcance de este documento, se contempla el desarrollo y análisis de los incisos a), b), c), por lo que en este documento se hará mención de información resultante de la metodología de identificación de riesgos utilizada para el caso de estudio. El objetivo primordial para la utilización de esta metodología es el identificar la evolución del suceso iniciador (identificado a través de las sesiones de trabajo para la identificación de peligros HazOp) el cual dependerá de la naturaleza del escenario en el que sucede y de las condiciones de ocurrencia.

La base primordial es que, una vez identificado el suceso iniciador a través de esta técnica, se procederá a estudiar su evolución, los cuales estarán en función de factores condicionantes y que se agruparán de manera lógica y obtener un listado de los accidentes o eventos finales más característicos de la instalación cuya ocurrencia podrá ser debida a varias secuencias de evolución de iniciadores.

Para la elaboración del presente documento, el grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo aplicó para la identificación de riesgos la metodología HazOp.

El presente informe fue elaborado por la empresa Territorio y Medio Ambiente, S.A. de C.V., con base a la información proporcionada por PETRONAS, la cual desarrolló el diseño de la ingeniería referente al proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", así como de la información derivada de las sesiones HazOp llevado a cabo por el grupo multidisciplinario de trabajo para identificar los posibles riesgos del proceso.

Descripción y Desarrollo de la Metodología para la Identificación de Riesgos.

El Estudio de Riesgo y Operabilidad (HazOp) del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**, está integrado por una serie de metodologías cuyo objeto es el identificar las principales desviaciones durante el proceso, los cuales son:

- Metodología HazOp.
- Jerarquización de Riesgos.

La descripción de la metodología se da a continuación:

Metodología HazOp.

La técnica de análisis de peligros y operabilidad "HazOp" se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades puedan interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando separados. La técnica de análisis "HazOp" fue originalmente desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de 1970 en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales, posteriormente esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, AICHE 1999.

Para desarrollar un estudio HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de estas.

El HazOp (Hazard and Operability Study) es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación.

La metodología consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.). Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas se mencionan en la Tabla IX-31.

Tabla IX-31. Palabras Guía más Utilizadas en la Metodología HazOp.

Palabras Guía	
No/ninguna	Negación del intento de diseño
Más	Incremento cuantitativo
Menos	Decremento cuantitativo
Además de	Incremento cualitativo
Parte de	Decremento cualitativo
Inversa	Opuesto lógico del intento
Otro que	Sustitución completa

Como se mencionó anteriormente, cuando las palabras guía se combinan con las variables de proceso, sugieren desviaciones o problemas potenciales.

Para cada desviación identificada se debe incluir la siguiente información:

1 La lista de las posibles causas.

2 La lista de las consecuencias.

3 La respuesta automática del sistema ante la desviación.

4 El tipo de señalización (acústica/visual) que puede permitir la detección de la anomalía.

5 Recomendaciones para evitar las causas o limitar las consecuencias.

6 Comentarios: cualquier tipo de anotación para completar alguno de los puntos.

La aplicación de esta metodología implica la formación de un equipo multidisciplinario (seguridad, operación, ingeniería, mantenimiento, etc.). Las hojas de trabajo correspondiente a la aplicación de la metodología HazOp para el proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**.

Terminología Utilizada en el Estudio HazOp.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo para la identificación de peligros y jerarquización de riesgos mediante la metodología HazOp, se utilizan varios términos con significado especial:

- **Nodo:** Son los puntos o secciones donde el proceso cumple con una función específica de diseño. Los nodos normalmente son secciones de tubería, recipientes u otro equipo (la amplitud del nodo depende de la experiencia del equipo de trabajo y de la experiencia que se tenga del proceso). La selección de nodos los define usualmente el líder del estudio antes de las reuniones de trabajo.
- **Parámetro:** Es un aspecto del proceso que lo describe físicamente, químicamente o en términos que digan que está sucediendo.
- **Intención:** La intención define como se espera que el sistema opere en el nodo. La intención provee un punto de referencia para desarrollar desviaciones.
- **Palabra Clave:** Esta es una palabra o frase utilizada para calificar o cuantificar la intención y asociada a parámetros para describir desviaciones.
- **Desviación:** Es la pérdida de la intención de diseño y es descubierta aplicando sistemáticamente las palabras guía a cada parámetro en cada nodo.

Los objetivos del HazOp son:

- Identificación de peligros, donde se identifican las características de los materiales de la planta, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
- Identificación de problemas de operabilidad, donde se identifican los problemas potenciales, operativos, los cuales podrían ocasionar que se falle en alcanzar la productividad y metas de diseño.

Método de Árboles de Fallos.

Los árboles de fallos constituyen una técnica ampliamente utilizada en los análisis de riesgos en la medida que proporcionan resultados cualitativos y cuantitativos.

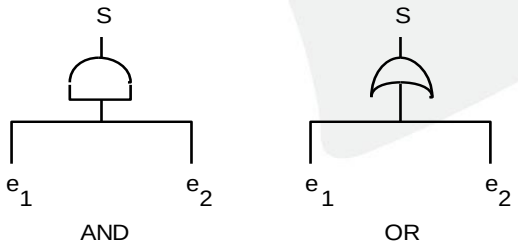
Esta técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Algebra de Boole que permite determinar la expresión de un suceso estudiado en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él.

El primer paso consiste en identificar el suceso "no deseado" o suceso TOP que ocupará la cúspide de la estructura gráfica representativa del árbol. De la definición clara y precisa del TOP depende todo el desarrollo del árbol.

Con este TOP se establecen de forma sistemática todas las causas inmediatas que contribuyen a su ocurrencia. Se han definido de esta forma los llamados sucesos intermedios que, a su vez, pueden ser descompuestos en sus causas directas. En la representación del árbol estos sucesos intermedios se reseñan en los recuadros rectangulares. La unión entre dos distintos sucesos se realiza mediante puertas lógicas.

Los dos tipos más elementales corresponden a las puertas AND y OR. La puerta OR se utiliza para indicar un "O" lógico. El símbolo es el indicado más abajo y significa que la salida lógica S ocurrirá siempre y cuando ocurra por lo menos una de las dos entradas lógicas e1, e2.

La puerta AND se utiliza para indicar un "Y" lógico. El símbolo es el indicado más abajo. Para que ocurra la salida lógica S es necesario que ocurran conjuntamente las dos entradas lógicas e1, e2.



Se suelen numerar las puertas del árbol para facilitar su identificación.

El proceso de descomposición de un suceso intermedio se repite sucesivas veces hasta llegar a los sucesos básicos o componentes del árbol. Estos son eventos que no requieren mayor desglose, bien porque su análisis no proporcionará información adicional, o bien porque su tasa de fallo se puede encontrar directamente en los bancos de datos de fiabilidad disponibles. Los sucesos básicos representan indistintamente un fallo de un equipo, un error humano de operación o incluso la ocurrencia de un suceso externo (incendio, terremoto, etc.), en cuyo caso, el dato utilizado es una frecuencia de aparición. En la representación del árbol se suelen indicar en círculos y se numeran para mayor comodidad.

En el análisis cabe destacar dos fases bien diferenciadas. La primera consiste en la elaboración del árbol, y es donde se deben integrar todos los conocimientos sobre el funcionamiento y operación de la instalación.

La segunda fase consiste en cuantificar el árbol de fallos. Para ello se reduce la lógica del árbol hasta obtener las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la ocurrencia del propio TOP. Cada una de estas combinaciones, también llamadas conjunto mínimo de fallos ("minimal cut-set" en la nomenclatura anglosajona), corresponde a la intersección lógica (en Algebra de Boole) de varios sucesos elementales. Como por hipótesis de los árboles de fallos se supone que los sucesos básicos son mutuamente independientes (es decir que la ocurrencia de uno de ellos no tiene influencia sobre la ocurrencia de otro), la probabilidad de un conjunto mínimo de fallos viene dada por el producto de las probabilidades de los sucesos elementales que los componen.

A su vez el suceso TOP viene representado por la unión lógica de todos los N conjuntos mínimos de fallos y se evalúa su probabilidad –P (TOP)- aplicando la fórmula correspondiente:

$$P\,(TOP) = \sum_{i=1}^{N} Ci - \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} Ci * Cj + \sum_{i=1}^{N-2} \sum_{j=i+1}^{N-1} \sum_{k=i+2}^{N} Ci * Cj * Ck + \cdots$$

$$\ldots + (-1)^{N-1} * Ci * Cj * \ldots * C_N$$

Donde Ci designa la probabilidad de un conjunto mínimo de fallos:

$$Ci = \prod_{s=1}^{P} a_s$$

Siendo así la probabilidad de s-ésimo suceso básico del conjunto mínimo de P sucesos (o de orden P).

El cálculo de frecuencia obtenido de los árboles de fallos se ha basado en la bibliografía existente, concretamente se ha utilizado el SERH (Safety Equipment Reliability Handbook, 3ª edición; 2007) y en OREDA (Offshore Reliability Data 4ª. Edición 2002) Los criterios utilizados para determinar las probabilidades de fallo de los instrumentos y válvulas, son los siguientes:

Para las válvulas se han utilizado tasas de fallo al operar medio (abierto o cerrado) y falla no detectada.

Por otra parte, el cálculo de frecuencias para un determinado evento se encuentra asociado al Tipo Ce elemento que origina el fallo, es decir, como criterio general para el desarrollo del mismo se considera lo siguiente:

Para el cálculo de frecuencia para una determinada válvula o cualquier otro Tipo Ce componente que está en stand-by y sólo opera en caso de demanda, se considera la obtención de PFD (Probabilidad de Falla a la Demanda) por medio de la obtención de λ (Tasa de Fallo) de las bases de datos SERH y OREDA, y multiplicándolo por el factor 8,769 para obtener la tasa de fallos por año.

Método de los Árboles de Eventos (o Sucesos).

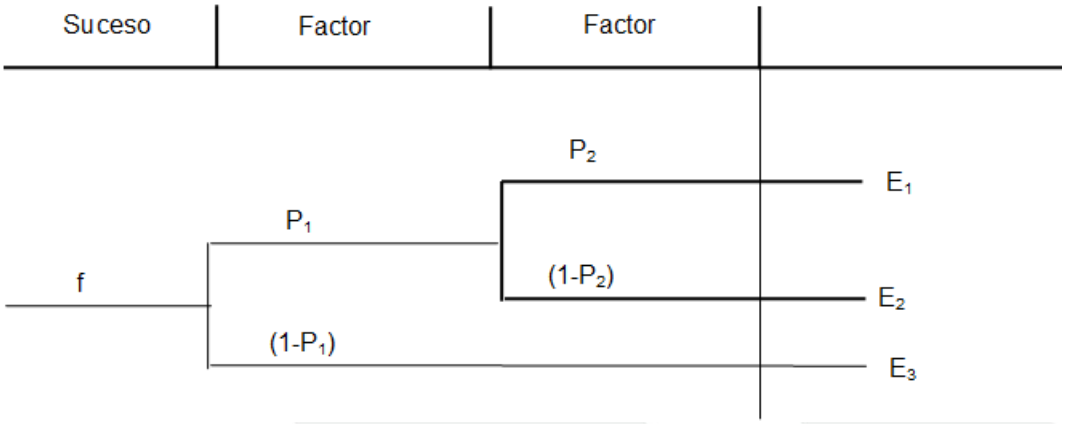
El árbol de eventos o análisis de secuencia de sucesos es un método inductivo que describe de forma cualitativa y cuantitativa la evaluación de un suceso iniciador hasta el accidente final en función de las características del iniciador, del entorno y de los sistemas de protección.

Partiendo del fallo inicial o iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias accidentales que conducen a los posibles eventos. La construcción y evaluación del árbol comienza por la identificación de los factores condicionantes y sus probabilidades de ocurrencia (éxito/fallo) de cada uno de ellos (incluso, si es preciso, recurriendo a un árbol de fallos).

A continuación, se colocan cada uno de los N factores identificados como cabezales y partiendo del iniciador se plantea sistemáticamente para cada uno de ellos dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso (con probabilidad P) y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del suceso (probabilidad 1-P).

Se obtienen así 2N combinaciones o secuencias. Sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los "cabezales" se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente, si bien este criterio es difícil de aplicar en algunos casos. El árbol de sucesos representado a continuación pretende ilustrar su construcción y evaluación:



Dónde:

f = frecuencia del suceso iniciador

Pi = probabilidad de ocurrencia (éxito) del suceso i

1-Pi = probabilidad de no ocurrencia (fallo) del suceso i

fEi = frecuencia del evento Ei, con

fE1 = f*P1*P2

fE2 = f*P1*(1-P2)

fE3 = f*(1-P1)

Para un determinado evento se suman las frecuencias de las distintas secuencias que conducen a él.

Premisas y Criterios para el Desarrollo de la Metodología.

Los criterios bajo los cuales se desarrollaron las diferentes etapas que integran el presente documento correspondiente a la evaluación de consecuencias para el proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**, se desglosan a continuación:

1 Los documentos como: Procedimientos de servicios y Planos de Localización, empleados para el desarrollo de las metodologías de identificación de riesgos.

2 Para la estimación de valores por consecuencia, se han considerado todos los eventos que representen mayores riesgos al personal y a las instalaciones. Dichos eventos son los que se encuentren dentro un riesgo No tolerable, Importante o Moderado, todos estos eventos serán modelados mediante el software PHAST, versión 8.22.

3 Los criterios técnicos considerados para la simulación de los eventos seleccionados (composición de la mezcla, comportamiento de fuga, etc.) están contenidos en la sección referente a la estimación de consecuencias de este documento (Capítulo 4.5.2.2).

Para lo antes descrito, se han considerado criterios y estándares nacionales e internacionales como:

- IEC-61882 "Hazard and operability studies, Application guide",
- TNO-CPR-16E Methods for the Determination of Possible Damage.
- Guideline for quantitative risk assessment, Purple book, CPR 18E, 2004.
- "Guidelines" books were the Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis (CPQRA Guidelines)), 2000.

En este apartado se enuncia el desarrollo de la metodología utilizada para la Identificación de riesgos del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**.

Para el desarrollo de las sesiones de trabajo HazOp, se usará la matriz de PETRONAS.

Matriz de riesgo HSE de Petronas (HSERM)

La Matriz de riesgo del Grupo Petronas (Tabla IX-32) se aplica para la evaluación cualitativa del riesgo de los peligros para determinar la Calificación del Riesgo. Los riesgos se evalúan en términos de la gravedad de las consecuencias (el peor de los casos) y la probabilidad (histórica) graficada en los ejes X e Y. La intersección de los valores de consecuencia y probabilidad indica la clasificación de riesgo del peligro; en otras palabras**, bajo, medio, alto o muy alto**. La matriz aparece a continuación.

Tabla IX-32. Matriz de Riesgos de PETRONAS.

		Menor			Mayor		
Consecuencias		**Severidad**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
		Personal	Lesión leve	Herida leve	Lesión mayor	Fatalidad única	Múltiples fatalidades
					Principales efectos sobre la salud * Discapacidad parcial permanente	Incapacidad permanente total	Incapacidad permanente total múltiple
		Medio Ambiente	Ligero impacto	Impacto menor	Impacto Moderado	Impacto Mayor	Impacto masivo
		Activo	Leve daño	Daños menores	Daño local	Daño mayor	Daño extenso
		Reputación*	Ligero impacto	Impacto limitado	Impacto considerable	Gran impacto nacional	Gran impacto internacional
PROBABILIDAD	E Muy Probable	El incidente ha ocurrido varias veces al año en la OPU	E1 MEDIO	E2 ALTO	E3 MUY ALTO	E4 MUY ALTO	E5 MUY ALTO
	D Probable	El incidente ha ocurrido en la OPU, o más de una vez al año en Petronas	D1 BAJO	D2 MEDIO	D3 ALTO	D4 MUY ALTO	D5 MUY ALTO
	C Probable	El incidente ocurrió en Petronas, o más de una vez al año en la industria global.	C1 BAJO	C2 BAJO	C3 MEDIO	C4 ALTO	C5 MUY ALTO
	B Improbable	El incidente ha ocurrido en la industria global.	B1 BAJO	B2 BAJO	B3 BAJO	B4 MEDIO	B5 ALTO
	A Altamente Improbable	Nunca ha ocurrido en la industria global, pero aún podría	A1 BAJO	A2 BAJO	A3 BAJO	A4 BAJO	A5 MEDIO

Como se muestra en la Tabla IX-32, el eje vertical Y de la Matriz de Riesgo muestra la probabilidad de que la consecuencia potencial ocurra en el "peor de los casos" para el peligro identificado. La probabilidad se evalúa en una escala de A a la E (A: menos frecuente, E: más frecuente). La frecuencia de probabilidad se basa en la ocurrencia histórica real de una consecuencia similar al "peor caso" en la OPU (Unidad Operativa del Grupo Petronas), o PETRONAS, o la industria global. Por lo tanto, en ausencia de datos históricos de ocurrencia, pero donde no se puede descartar la posibilidad de tal ocurrencia, la probabilidad se considera A.

Del mismo modo, la posible consecuencia del peligro se mide, en términos de gravedad, como P, E, A, R. (Personas, Medio Ambiente, Activos, Reputación) Esto se hace seleccionando una gravedad en el eje horizontal X para el "peor - caso "consecuencia que el peligro podría tener en P, E, A, R. La escala" 1 "a" 5 "indica el nivel de gravedad incremental para la consecuencia.

Desarrollo de Sesiones.

Para la identificación de los riesgos en la instalación se utilizó la metodología cualitativa HazOp, aplicada por un grupo multidisciplinario, la cual tiene el objetivo principal el evaluar cualitativamente el número y cuales escenarios peligrosos o accidentales puedan producirse, identificando sus causas, consecuencias y posibles salvaguardas (sistemas de prevención o mitigación).

Los planos utilizados fueron proporcionados por PETRONAS, y estos son los más recientes con los que se cuentan.

Integrantes del Equipo Multidisciplinario.

El presente estudio se realizó con la participación de un equipo multidisciplinario formado por personal de PETRONAS y Territorio y Medio Ambiente Ver Anexo 4f-IV.

Desarrollo de las Metodologías.

El número de nodos y subsistemas identificados para la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12" se muestra en la Tabla IX-33.

Tabla IX-33. Número de Identificación de Nodos por la Metodología HazOp.

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
1. PISO DE PERFORACIÓN Y TORRE DE PERFORACIÓN.	Piso de Perforación: Sección de la subestructura de la instalación que congrega el equipamiento crítico para la perforación. (1) unidad. Torre de perforación Guía vertical de movimiento de lastre de tuberías al pozo. (1) unidad	
1A Sistema de Lastre y Sistema de Sentina	**Sistema de Lastre** Tipo de Tanques: Tanques de Lastre. No. De Tanques diferenciados: 6 -. Capacidad de volumen del Tanque No.1 de lastre de agua, de doble fondo, central: 1,381 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 1 de lastre de agua en proa, popa, centro, babor y estribor: 12, 192.1 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 2 de lastre de agua en proa, popa, centro, babor y estribor: 12,694.9 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 3 de lastre de agua, babor y estribor: 3,488.2 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 3 de lastre de agua de sustento, babor y estribor:8,893.0 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 4 de lastre de agua, babor y estribor: 4,347.2 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 4 de lastre de agua de sustento, babor y estribor:8,897.0 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 5 de lastre de agua, babor y estribor: 2,240 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 5 de lastre de agua de sustento, babor y estribor: 11,443.8 m^3 -. Capacidad combinada de Tanques No. 6 de lastre de agua, babor y estribor: 5,682.8 m^3	

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	-. Capacidad de tanque de popa babor 1,675.5 m^3 -. Capacidad de tanque de popa estribor 1,605.1 m^3 -Bombas de lastre (Unidades): 2 (dos). -Capacidad de descarga de cada bomba de lastre: 2,500 m^3/h -Motores eléctricos de soporte: 2 (dos) sets. -E-ductor de lastre de agua 1 (uno) - * **Sistema de Sentina** -. Equipos eliminadores de agua de Sentina (Unidades) 2 (dos) -. Capacidad de descarga de cada bomba: 100 m3 / h -. Pozos de sentina con alarma de nivel sensorial programado 2 (dos) unidades -. Número de tanques ubicados en cuarto de máquinas para el manejo de agua de sentina: 3 (tres) -. Capacidades de los tanques de agua de sentina: 1) Depósito de agua de sentina ubicado en parte frontal de la sala (20 m^3), 2) Depósito de agua de sentina del cuarto de máquinas, (50 m^3), 3) Depósito de agua de sentina separado del cuarto de máquinas. (10 m^3) -. Equipo de bombeo asociado al desplazamiento de agua de sentina, en condiciones normales de operación o en caso de emergencia: -2 Bombas de 340 m^3/h de capacidad ubicadas en sección delantera de área de bombas, 1 bomba de 5 m^3/h situada en la parte delantera de equipos auxiliares del cuarto de máquinas, 2 bombas de capacidad de 500 y 240 m3/h, ubicada respectivamente en sección posterior del cuarto de máquinas, con equipo de agua de lastre y agua de sentina. **Derrick / Mástil** máxima carga de elevación de la torre de perforación: 1,134 metros desde el centro de los pozos auxiliares. 907 mts desde el centro de un pozo. Paquetes de perforación por acomodo en la torre. 2 (doble paquete) Carga dinámica máxima para gancho de pozo principal: 1.134 t	

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	Mesa rotativa (En área de perforación principal Fabricante: NOV (National Oilwell Varco). Modelo RST-755 Velocidad a 40 GPM de flujo hidráulico:5 RPM Máxima presión hidráulica de trabajo aplicada: 3000 psi. Velocidad intermitente máxima velocidad a 115 GPM de flujo hidráulico: Capacidad de carga rotativa: 1,000 Toneladas cortas (700 Ton). Máxima apertura en el rango de 75-1/2" con adaptador de buje 75-1/2" X 49-1/2" Máximo torque continuo a 5 RPM: 45,000 pie-libra (61,011 N-m) Máximo torque de respaldo bloqueado: 120,000 pie-libra (162,698 N-m) Distancia entre pozos centrales y torre de perforación: 12, 2 m	
2.SISTEMA DE LODO DE ALTA PRESIÓN	**SISTEMA DE LODO DE ALTA PRESIÓN** **Bombas de transferencia / Bombas de mezcla** - Cantidad No: 5 Bombas de transferencia de lodo. - Creación/Modelo: National Tríplex – 14-P-220 7,500 psi) - Motores Eléctricos: 2 motores eléctricos vinculados a cada bomba - Tipo/Tamaño Motor eléctrico. :1,150 Caballos de fuerza. - Válvulas de relevo: Modelo Titan 44000-02 BX, asociadas a las bombas **Bombas de Carga Centrifuga** - Cantidad No.: 5 Bombas de Carga Centrifuga - Creación/Modelo (de cada bomba): NOV (National Oilwell Varco) Mission Supreme-2500 - Capacidad de salida de cada bomba: 150 Caballos de fuerza.	

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	- Potencia de bombeo hp: 134 m^3/ h **Control operacional de sistema de lodo de alta presión** **-. Paneles de control y monitoreo de las bombas de lodo**: (6 unidades) 1 panel de control en la cabina del perforador y 1 panel de control ubicado en el lugar de ubicación y servicio de cada bomba. **-. Paro de emergencia de bombas de lodo en funcionamiento** (2 botones) 1 en el pozo principal /auxiliar y 1 asociado a cada equipo en su ubicación. **-. Paro de emergencia de bomba de lodo** local (1 botón), detiene el funcionamiento de la bomba local y el funcionamiento de sus auxiliares asociados - Paro de emergencia en piso de Perforación. (3 a 4 botones) Cuando se activa alguno de los botones en piso de perforación todas las bombas de lodo y sus equipos asociados se detienen, hasta que el sistema sea reseteado, se puede operar nuevamente. **Sistema de ventilación en área de bombas de lodo** -. **Tipo de Ventilación**: 2 elementos suministradores de aire al área y 2 elementos extractores de aire viciado. **-. Alarma diferencial**: Si/ No: No (se realiza monitoreo de presión negativa).	
3. SISTEMA DE LODO DE BAJA PRESIÓN	Unidades mezcladoras de lodo (4) cuatro) Ubicación de las unidades mezcladoras: Area de contrapozos de lodo 12 y 6 Unidades de bombeo de mezcla de lodo (4) cuatro) Características de las bombas de mezclado: Capacidad centrifuga de bombeo de 227 m^3/h de fluido lodoso. Unidad Mezcladora Venturi: 1 (una) Maquina cortador de sacos: 1 (una) Bombas de trasferencia de mezcla (las requeridas para el volumen a preparar) Bombas remotas operadas por válvulas (las requeridas para el volumen a preparar) Fluidos requeridos según volumen y mezcla a proporción: agua de mar, base de control de dilución base aceite, agua de perforación, mezcla de salmuera, lodo conforme a requerimiento del pozo.	
4. ALMACENAMIENTO DE BARITA Y CEMENTO.	Cemento: i (una) unidad de bombeo independiente es proporcionada por un tercero. Capacidad de unidad cementera proporcionada par alimentación de trompo: 15,000 WP Presencia de indicadores de presión en tubería conductora de cemento. Al almacenamiento.	Almacenamiento de barita y cemento

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	Bombas de transferencia de lodos con capacidad de 227 m3/h de fluido mediante accionamiento centrifugo horizontal.	
5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE DIESEL.	Capacidad de almacenaje aproximada: 6,000 m3 Cantidad de tanque s de emisión de Diesel marino: 2 (dos) Taza de descarga de Diesel a los generadores de cuarto de máquinas: 113.4 m^3 Líneas derivadas a tanque de emergencia: 1 (una) Unidad de purificación del sistema de alimentación de Diesel: 4 (cuatro) Unidades Alfa-laval S-936	Tanque de Diesel para unidad de cementación, tanque de cemento de arranque, unidad de cementación, y unidad de mezclado
6. SEPARADOR GAS-LODO	**Ubicación: Piso de perforación.** **Capacidad de operación: 5 m3/s** **Presión de diseño: 14.8 bares.** **Origen de 2 líneas de descarga: Desde el múltiple de estrangulación.** **Origen de 1 línea de lodo caliente de 4 pulgadas: Desde bombas de transferencia de lodo.**	
7. MANIFOLD DE ESTRANGULACIÓN.	**Ubicación en la instalación**: Piso de perforación **Principal interconexión**: con el preventor de descontrol de pozos (BOP) **Equipo asociado**: separador Gas lodo mediante líneas de entrada.	

Con base en las premisas, consideraciones y la descripción de la metodología, en el anexo 4f se presenta el reporte completo de las hojas de trabajo HazOp del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**.

Resultados de la Identificación de Riesgos.

La siguiente información corresponde a los resultados obtenidos de las sesiones de trabajo del grupo multidisciplinario de trabajo para la identificación de riesgos del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**.

En la Tabla IX-34, se puede observar un resumen general del análisis desarrollado para el proyecto. En dicha información podrá detectase el nivel de análisis propuesto mismo que indica las diferentes causas identificadas por nodo y el número de consecuencias propuestos.

Tabla IX-34. Resumen General de la Aplicación de la Metodología HazOp.

Nodo	Desviación	Número de items analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
1. Piso de perforación y torre de perforación.	1. Más Peso (carga en el gancho) en sarta de perforación.	6	9	12	9
	2. Menos Peso (carga en el gancho) en sarta de perforación.	2	5	5	2
	3. Más Velocidad (Ritmo de penetración) en sarta de perforación.	2	2	8	5
	4. Menos Velocidad (Ritmo de penetración en sarta de perforación).	2	4	4	0
	5. Mas Torque (de rotaria) en sarta de perforación.	7	25	19	3
	6. Menos torque (de rotaria) en sarta de perforación.	3	4	7	0
	7. Presencia de gas en el lodo en Línea de Flote.	3	5	31	9
	8. Presencia de gas Sulfhídrico (H2S) en el lodo. en Línea de Flote.	2	3	24	6
	9. Más Flujo de lodo a la salida en Línea de Flote.	3	4	27	7

Nodo	Desviación	Número de items analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
	10. Menos Flujo de lodo a la salida en Línea de Flote.	5	19	13	3
	11. Alta Temperatura del lodo a la salida. en Línea de Flote.	3	5	14	2
	12. Alta Densidad del lodo a la salida en Línea de Flote.	3	8	6	0
	13. Baja Densidad del lodo a la salida en Línea de Flote.	3	5	22	10
	14. Mas Flujo de lodo a la salida, al sacar la tubería. en Línea de Flote.	2	2	10	2
	15. Menos Flujo de lodo a la salida, al sacar la tubería. en Línea de Flote.	1	1	4	1
	16. Más flujo de lodo a la salida (con pozo en observación) en línea de flote.	1	1	11	1
	17. Más presión barrena de perforación.	1	4	1	0
	18. Menos presión barrena de perforación.	2	2	2	0
	19. (Caudal inverso). Barrena de perforación.	1	0	0	0
	20. Alta Presión (línea de stand-pipe).	2	6	4	0
	21. Baja Presión (línea de stand-pipe).	2	4	2	0
2. Sistema de lodo de alta presión.	1. Alta presión (bombas de lodos).	4	11	4	0
	2. Alta temperatura (bombas de lodos).	1	5	1	0
	3. Más emboladas por minuto (EPM) (bombas de lodos).	2	6	8	0
	4. Menos emboladas por minuto (EPM) (bombas de lodos).	1	5	1	0
3. Sistema de lodo de baja presión.	1. Alta temperatura (presas de lodos).	3	7	7	0
	2. Baja temperatura (presas de lodos).	1	0	0	0

Nodo	Desviación	Número de items analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
	3. Alto nivel de lodos (presas de lodos).	4	10	4	7
	4. Bajo nivel de lodos (presas de lodos).	7	9	33	4
	5. Alta densidad de lodo (presas de lodos).	4	13	12	0
	6. Baja densidad de lodo (presas de lodos).	3	3	29	5
4. Almacenamiento de barita y cemento.	1. Más presión (Silos de Barita/Cemento).	5	20	17	0
	2. Menos presión (Silos de Barita/Cemento).	4	10	5	0
5. Sistema de distribución de diésel.	1. Más nivel.	1	2	2	0
	2. Menos nivel.	2	3	4	0
6. Separador gas - lodo	1. Más presión,	1	5	6	0
	2. Menos presión.	1	0	0	0
7. Manifold de estrangulación.	1. Más Presión.	2	6	14	0
	2. Menos presión.	1	1	6	1

Es importante señalar que la utilización de la metodología de jerarquización de riesgos durante el desarrollo del Análisis HazOp, tiene como base la experiencia del grupo multidisciplinario, dicha jerarquización es la pauta para el análisis cuantitativo a desarrollar, de igual forma como parte de este estudio será necesario el llevar a cabo la selección de los principales escenarios de riesgo, conforme a los resultados de la matriz de ponderación de riesgos tomando como base aquellos escenarios que se encuentren dentro de la zona intolerable o Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible (de acuerdo a la matriz utilizada en el presente estudio).

Para mayor detalle de los resultados de las sesiones de trabajo, ver las hojas de trabajo HazOp en el Anexo 4F.

IX.4.5.1.2 Jerarquización de Escenarios de Riesgos.

Un peligro a menudo puede tener más de una consecuencia en forma de consecuencias primarias, secundarias y terciarias. Por ejemplo, las consecuencias del procesamiento de incidentes de seguridad pueden incluir lesiones / fatalidades, daños ambientales, daños a los activos y/o pérdida

de la reputación de la empresa. La gravedad de todas las posibles consecuencias se evaluará durante la evaluación del riesgo.

Las siguientes reglas se aplicarán al determinar el nivel de gravedad de la posible consecuencia:

- Suponiendo que no se hayan implementado barreras de control o recuperación:
- Se realizará una evaluación individual para cada una de las categorías P, E, A, R.
- El resultado plausible del "peor de los casos" se elegirá entre todas las posibles consecuencias.

Al mismo tiempo, para cada uno de los receptores (P, E, A, R), se consideran diferentes características de gravedad para definir el nivel de gravedad. La Tabla IX-35 y la Tabla IX-36 muestran los criterios utilizados para definir el nivel de severidad incremental para "Daño a las personas", "Daño a los activos" y "Efecto ambiental", respectivamente.

Tabla IX-35. Daño a las Personas: Características de Gravedad.

Clasificación	Rango	Descripción
Menor	1	• Casos "que no requieren atención" o primeros auxilios • Lesiones ocupacionales que resultan en molestias notables, irritación menor o efectos temporales después de la exposición.
	2	• Casos que no requieren atención médica • Casos de días laborables perdidos o trabajo restringido que duren 4 días calendario o menos. • Enfermedad ocupacional con efectos reversibles en la salud como intoxicación o dermatitis crónica • Resultado positivo de la vigilancia de los efectos biológicos sin efectos permanentes sobre la salud.
Mayor	3	• Casos de días laborables perdidos o trabajo restringido que duren más de 4 días calendario. • Enfermedad ocupacional con efectos irreversibles en la salud que resultan en una discapacidad parcial permanente, como la pérdida de audición causada por el ruido ocupacional, trastorno crónico de la espalda o lesiones debido al estrés repetitivo.
	4	• Fatalidad por lesiones o enfermedades profesionales. • Lesión que resulta en incapacidad total permanente • Enfermedad ocupacional con efectos irreversibles en la salud que resultan en una discapacidad total permanente, como asbestosis, silicosis o insuficiencia renal o cardíaca debido a la exposición a productos químicos.
	5	• Fatalidad por lesiones o enfermedades profesionales. • Enfermedad ocupacional Nota1, incluido el cáncer con efectos irreversibles en la salud que resultan en una discapacidad total permanente, como asbestosis, silicosis o insuficiencia renal o cardíaca debido a la exposición a productos químicos.

Fuente: Procedimiento de identificación de riesgos y análisis de riesgos, Petronas, 2017

Notas: 1. Enfermedades profesionales, incluido el cáncer en trabajadores expuestos a peligros similares en la propia Unidad Operativa.

Tabla IX-36. Daño a los Activos: Características de Gravedad.

Clasificación	Rango	Descripción
Menor	1	Costo directo del daño inferior a 25,000 USD
	2	Costo directo del daño entre 25,000 USD y 99,999 USD
Mayor	3	Costo directo del daño entre 100,000 USD y 999,999 USD
	4	Costo directo del daño entre 1,000,000 USD y 9,999,999 USD
	5	Costo directo del daño mayor o igual a 10,000,000 USD

Fuente: Procedimiento de identificación de riesgos y análisis de riesgos, Petronas, 2017

La Tabla IX-37 anterior, Costo directo del daño se refiere al costo atribuido al accidente, como, por ejemplo, el costo de reemplazar el equipo perdido, la limpieza, la reparación ambiental y la respuesta de emergencia. Esto no incluye los costos indirectos, como la pérdida de oportunidades comerciales, la pérdida de materias primas / productos, etc. Tampoco incluye el costo de la falla del componente que causó el incidente si el componente no fue dañado por un incendio o una explosión.

Tabla IX-37. Efecto Ambiental: Características de Gravedad.

Clasificación	Rango	Descripción (satisface cualquiera de los criterios)
Menor	1	Ligero impacto • DIscarga[Nota1] que entra en contacto con el suelo o el agua en el área donde tuvo lugar la descarga, pero con efectos adversos insignificantes en el medio ambiente.
	2	Impacto menor • Descarga que entra en contacto con el suelo o el agua, desbordando el área donde tuvo lugar la descarga, pero aún en el sitio de la compañía Nota 2, lo que resulta en efectos ambientales temporales limitados. Este efecto no impide que otros usuarios aprovechen el entorno. • Emisión o descarga de una fuente regulada / autorizada con una sola violación de los estándares de la compañía o los estándares de otros, pero sin exceder los estándares regulatorios.
Mayor	3	Impacto localizado • Descarga no limitada al sitio de la compañía, lo que resulta en una perturbación y efectos temporales en el uso beneficioso del medio ambiente. Evidencia del efecto fuera del sitio o daño ambiental, pero en un área limitada.

Clasificación	Rango	Descripción (satisface cualquiera de los criterios)
		• Emisión o descarga de una fuente regulada / autorizada que excede los estándares reglamentarios Nota3. • El derrame de petróleo / productos químicos en el drenaje público o en el agua cercana provoca la muerte de los peces, pero no una perturbación significativa o la pérdida del uso beneficioso del agua, o la pérdida de especies protegidas o sensibles. • La calidad del agua producida excede el límite regulatorio para aceites y grasas. • La calidad del efluente tratado del Sistema de tratamiento de efluentes excede el límite regulatorio de la demanda química de oxígeno (DQO). • La calidad de emisión NO excede los límites reglamentarios.
	4	Mayor impacto • Descarga al medio ambiente que resulta en una perturbación significativa o impide que se formen receptores públicos haciendo un uso beneficioso del medio ambiente. Evidencia de daño ambiental severo, como: - Efectos extendidos y discernibles de áreas más allá del sitio de la compañía; o - La operación se ha vuelto subestándar o inadecuada para uno o más de sus propósitos, incluido el sustento de las poblaciones de vida silvestre; o - Interfiere con otros usuarios, causando pérdida de ingresos, impactos en la salud pública o demandas judiciales. • Requiere medidas extensivas o esfuerzos a gran escala para restaurar el ambiente contaminado a su estado original o un nivel de riesgo aceptable. • Emisión o alta de una fuente regulada / autorizada que comete una violación grave o repetitiva de las normas regulatorias con posibles sanciones o procedimientos legales.
	5	Impacto masivo • La descarga alcanza áreas de importancia ecológica designada o un área exterminadora que resulta en: - Pérdida significativa del uso beneficioso del medio ambiente y / o pérdida de receptores públicos; o - Pérdida de especies raras, amenazadas o endémicas. • Daño irreparable a largo plazo o efectos ambientales prolongados. • Emisión o descarga de una fuente regulada / autorizada que comete una violación prolongada o repetitiva de las normas regulatorias con posibles sanciones legales o procedimientos con un posible cierre de instalaciones.

Fuente: Procedimiento de identificación de riesgos y análisis de riesgos, Petronas, 2017

Notas:

1. La descarga se refiere tanto a sólidos como a líquidos.

2. El sitio de la compañía incluye todas las áreas dentro del control de operación de la OPU.

3. Incumplimiento de los estándares / límites reglamentarios, incluidos, entre otros, las emisiones al aire y la descarga de efluentes. Cuando los requisitos reglamentarios del país anfitrión no estén disponibles, se aplicarán los límites / estándares de la compañía.

4. Las descargas en pozos o cuencas diseñadas para la retención de hidrocarburos o químicos no contarán como derrames.

El uso beneficioso significa los usos del medio ambiente o de cualquiera de sus elementos o segmentos que conducen a la salud pública, el bienestar o la seguridad y que requieren protección contra los efectos de los desechos, descargas, emisiones y depósitos.

Un área de importancia ecológica es un espacio geográficamente definido que es reconocido, dedicado y administrado, legalmente o no, para lograr la conservación a largo plazo de sus valores culturales y los elementos naturales que pertenecen a su ecosistema. Esto incluye parques nacionales y estatales, áreas con especies endémicas o migratorias, reservas de biosfera y patrimonio cultural de la UNESCO, etc.

Cuando se han evaluado los niveles de consecuencia (en el peor de los casos) y la probabilidad (histórica), se grafican en un gráfico utilizando los ejes X e Y en la matriz HSERM (Tabla IX-32). La intersección de los valores de consecuencia y probabilidad indica la clasificación de riesgo del peligro; en otras palabras, bajo, medio, alto o muy alto. La Tabla IX-38 define la calificación de riesgo correspondiente y establece las acciones de mitigación de riesgo y la respuesta a implementar.

Tabla IX-38. Definición de Calificación de Riesgo.

Calificación de riesgo	Tolerancia e Intervención
Bajo	• El riesgo es tolerable. • Monitorear a nivel operativo utilizando el procedimiento / control interno requerido por HSEMS. • Tomar medidas correctivas de acuerdo con la disponibilidad de recursos.
Medio	• Realizar una evaluación de Barreras de control y recuperación. • El riesgo tolerable es respaldado por una demostración de nivel ALARP. • Monitoree usando el procedimiento / control interno requerido por HSEMS.

Calificación de riesgo	Tolerancia e Intervención
Alto	• Fomentar la reducción de riesgos mediante la aplicación de barreras de control y recuperación adecuadas. • El riesgo tolerable es respaldado por una demostración de nivel ALARP. • Revisión y aprobación de los criterios ALARP.
Muy Alto	• El riesgo no es tolerable • Mitigue el riesgo mediante el uso de barreras de control y recuperación para reducir el riesgo de tolerancia / ALARP • Revisión y aprobación de los criterios ALARP

Los objetivos de la Revisión de Riesgos de las Instalaciones son:

- Identificar, seleccionar, evaluar y clasificar los riesgos más importantes con el potencial de ocasionar daños al personal y/o a la población, el medio ambiente, el producto manejado y la instalación.
- Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos.
- Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo.

La Figura IX-27, muestra las matrices y el número de escenarios resultantes de la jerarquización de riesgos por la aplicación de la metodología HazOp. Resaltando la zona donde se ubican clasificándolos como riegos: Intolerable, Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible y Aceptable en términos Generales.

DAÑOS AL PERSONAL

		CONSECUENCIA				
PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	E					
	D					
	C					
	B	1		2		
	A	43	6	10		34

DAÑOS MEDIO AMBIENTE

		CONSECUENCIA				
PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	E					
	D					
	C					
	B	3				
	A	53	1	5	34	

DAÑOS AL ACTIVO

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA 1	2	3	4	5
E					
D					
C					
B			3		
A	4	18	15	56	

DAÑOS A LA REPUTACIÓN

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA 1	2	3	4	5
E					
D					
C					
B	1		2		
A	50	4	5		34

Figura IX-27. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología HazOp, Re-jerarquizado).

Después de realizar la jerarquización de Riesgos, para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", se observan 2 escenarios los cuales caen dentro de la región de riesgo Muy alto (considerando el Riesgo Residual que es sin salvaguardas), para lo cual se desarrollan los siguientes escenarios de Riesgo mostrados en la siguiente tabla:

Tabla IX-39. Escenarios de Riesgo identificados en Hazop.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Instalación superficial	Sustancia involucrada
1	**E.01**	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2”, con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Muy Alto	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero
2	**E.02**	Fuga de Gas y derrame de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2”, con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Muy Alto	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero

De acuerdo con el listado de los Escenarios de Riesgo, se establece la tipificación de escenarios en casos más probables, los peores casos (liberación masiva de toda la sustancia manejada o ruptura total del ducto y/o recipiente) y de ser aplicable, los casos alternos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IX-40. Escenarios de Riesgo Identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Tipo de Caso
1	E.01*	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Caso Más Probable
2	E.02*	Fuga de Gas y derrame de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Peor Caso
3	E.03	Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.	Peor Caso

*En el Análisis HazId los peligros identificados de Alto riesgo por pérdida de control de pozo (escenario 1 Tabla IX-25) es considerado en los escenarios E.01 y E.02 de riesgo a simular.

IX.4.5.2 Análisis Cuantitativo de Riesgos.

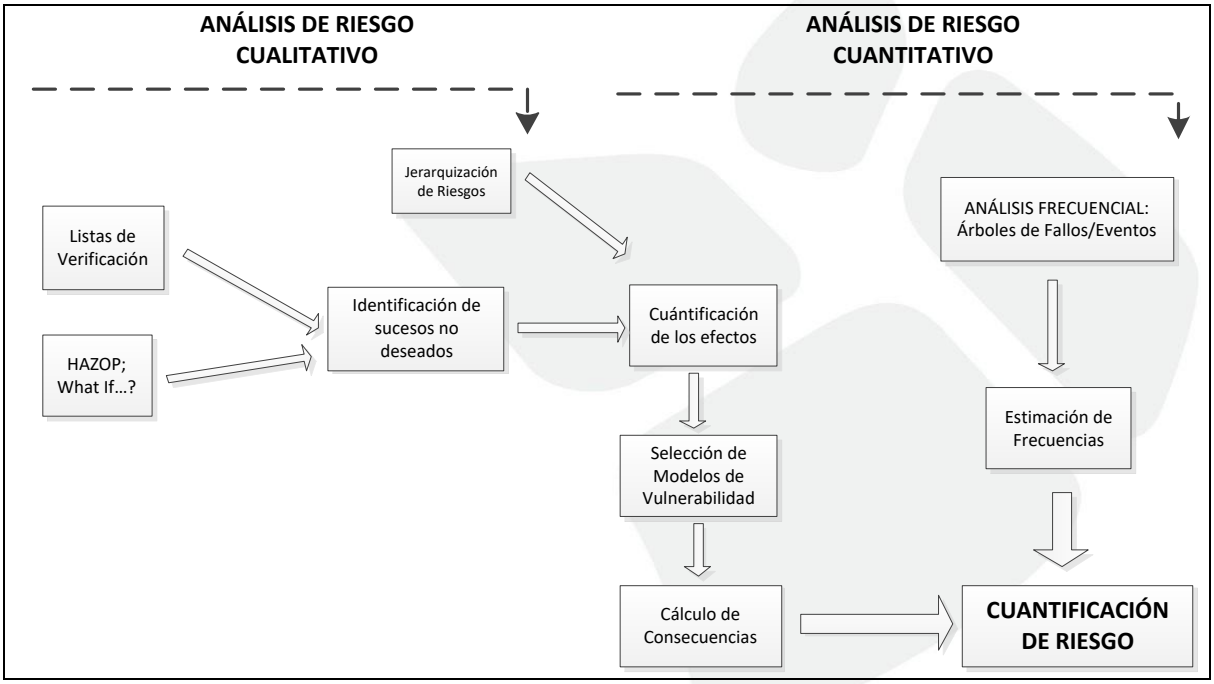
En este apartado se tratan brevemente los métodos que permiten cuantificar la probabilidad de que tenga lugar un determinado tipo de accidente. No basta con identificar todos los posibles accidentes, sus causas y sus cadenas de evolución. Tampoco es suficiente poder predecir los efectos de un accidente supuesto y un determinado conjunto de circunstancias.

El Análisis Cuantitativo de Riesgos se realiza primero sobre los Riesgos definidos como prioritarios en el proceso. Analiza el efecto de esos Riesgos, y les asigna una cuantificación numérica. Lo que permite tomar decisiones en caso de incertidumbre.

A diferencia del análisis cualitativo o semi-cuantitativo, el valor numérico obtenido mediante un ACR (Análisis Cuantitativo de Riesgos) puede compararse numéricamente con criterios de aceptación, establecidos de forma reglamentaria o considerados como válidos en un contexto de buenas prácticas de actividades industriales. El Análisis Cuantitativo de Riesgo es una metodología que

cuantifica la probabilidad esperada de ciertos eventos de mayor riesgo identificados mediante análisis HazOp en este estudio.

La metodología para elaborar un análisis cuantitativo de riesgo es la siguiente:



IX.4.5.2.1 Análisis Detallado de Frecuencias.

El objetivo de esta metodología es el de cuantificar la frecuencia de ocurrencia para los eventos identificados en la Región ALARP o escenarios de pérdida de contención durante la aplicación de la metodología de identificación de riesgos HazOp utilizando datos bibliográficos, o bien la técnica de árbol de fallos. Asimismo, se definirán las posibles secuencias accidentales desencadenadas por un determinado suceso iniciador mediante el empleo de la técnica del árbol de eventos.

Árbol de Fallas y Eventos.

La memoria de cálculo de los árboles de fallas y la obtención de las frecuencias directas para los escenarios hipotéticos planteados, se presentan en el Anexo 4h.

Los resultados del análisis de frecuencias después de aplicar las técnicas de árbol de eventos se presentan en la Tabla IX-41, la cual resume la frecuencia de ocurrencia de la totalidad de los

escenarios accidentales planteados, es decir la probabilidad de que ocurran los diferentes sucesos que pudieran suscitarse en caso de presentarse una fuga en los nodos analizados.

Tabla IX-41. Frecuencia de Ocurrencia Resultantes del Análisis Frecuencial de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia (Eventos / año)
E.01	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	**5.07×10^{-09}**
E. 02	Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	

Para calcular la frecuencia de ocurrencia del evento final, se multiplica el valor calculado en el árbol de fallas por la probabilidad de cada uno de los eventos o capas de protección presentes en la instalación que se pudieran ocasionar en cada hipótesis, por ejemplo: Los resultados del análisis de frecuencias después de aplicar las técnicas de árbol de eventos se presentan en la Tabla IX-42, la cual resume la frecuencia de ocurrencia de la totalidad de los escenarios accidentales planteados, es decir la probabilidad de que ocurran los diferentes sucesos que pudieran suscitarse en caso de presentarse una fuga en los nodos analizados.

Tabla IX-42. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia evento iniciador (Eventos / año)	Frecuencia de ocurrencia evento final (Árboles de eventos) (Eventos / Año)	
E.01	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	**5.07×10^{-09}**	Formación de nube tóxica con facilidad en el control	**5.05E-09**
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	**1.05E-12**
			Jet fire (Incendio de chorro), problemas en el control del fuego	**1.06E-14**
E.02	Fuga de Gas y derrame de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	**5.07×10^{-09}**	Explosion de la nube de vapor (UVCE)	**5.65E-13**
			Flash fire (flamazo)	**8.48E-13**
			Incendio de chorro (Jet Fire), relativa facilidad en el control y extinción	**1.27E-11**

A partir del **Análisis Frecuencial** se puede observar que los escenarios (evento final) resultaron ser de probabilidad muy baja (del orden de 5.05×10^{-09} a 1.06×10^{-14}) que corresponden al evento con mayor frecuencia de ocurrencia "Formación de nube inflamable con facilidad en el control" hasta la de menor probabilidad que corresponde a Jet fire (Incendio de chorro), problemas en el control del

fuego. La totalidad de los eventos analizados su frecuencia de ocurrencia es Improbable o se pueden catalogar como de probabilidad extremadamente rara.

Para el análisis cuantitativo de Riesgo se han desarrollado árboles de fallas y de eventos, los cuales corresponden a los escenarios propuestos ponderado como No tolerables, la memoria de cálculo de los árboles de fallas y eventos se pueden visualizar en el Anexo 4h.

Para el **escenario 3** no se desarrolló un análisis frecuencial debido a que los daños identificados en el Hazid son hacia la instalación y en caso de ocurrir un derrame el impacto es al medio ambiente.

IX.4.5.2.2 Análisis Detallado de Consecuencias.

El objetivo del análisis de consecuencias es cuantificar el impacto negativo de un evento potencialmente peligroso para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales. Los diversos tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones en las que haya sustancias peligrosas pueden producir tres tipos de fenómenos, los cuales son:

- Fenómenos de tipo térmico: Radiación térmica.
- Fenómenos del tipo químico: Fuga o derrames incontrolados de sustancias toxicas o contaminantes.
- Fenómenos del tipo mecánico: Ondas de presión y proyectiles.

El análisis de consecuencias evalúa los diferentes tipos de accidentes potenciales en establecimientos industriales que manejan sustancias peligrosas que pueden producir eventos peligrosos los cuales son:

- Fugas o derrames incontrolados de sustancias peligrosas: líquidos o gases en depósitos y conducciones.
- Evaporación de líquidos derramados.
- Dispersión de nubes de gases, vapores y aerosoles.
- Incendios de charco o "Pool Fire"
- Dardos de fuego o "Jet Fire"
- Deflagraciones no confinadas de nubes de gases inflamables o "UVCE"
- Estallido de depósitos o "BLEVE"
- Explosiones físicas y/o químicas.

- Vertido accidental al medio ambiente de sustancias contaminantes, procedente de fugas o derrames incontrolados.

Normalmente, un accidente de estas características se produce a partir de algún suceso menor que trae como consecuencia la pérdida de contención de algún recipiente, depósito o tubería que contiene alguna sustancia, lo que produce la fuga o derrame de esta sustancia al exterior. También es posible un incendio previo o simultáneo a una fuga o incluso, una explosión previa a la fuga o al incendio. No obstante, en la mayoría de los casos el primer suceso consiste en una fuga incontrolada de producto.

Los eventos por analizar dentro de este documento son los que hayan sido calificados en una zona ALARP o en su defecto como una pérdida de contención cerca de algún poblado o instalación.

Para el Análisis de Consecuencias de los accidentes identificados en el Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", se utilizó el software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) 8.22 de DNV, que implementa diferentes algoritmos matemáticos y modelos de fuga, dispersión, incendio, explosión, etc.

El software Phast® es una herramienta para análisis de riesgos de procesos que permite predecir las consecuencias de inflamabilidad, explosividad y toxicidad a partir de:

- Descargas atmosféricas de diseño y rutinarias.
- Descargas atmosféricas accidentales y peligrosas.

Los modelos de descarga consideran:

- Flujos de líquidos, gases o de dos fases.
- Materiales individuales o mezclas.
- Comportamiento estable o dependiente del tiempo.
- Descargas en interiores de edificios.

Los modelos de dispersión predicen:

- Formación de aerosoles.
- Condensación y formación de charcos.
- Nubes densas.

Los modelos de inflamabilidad predicen:

- Niveles de radiación.

- Zonas de deflagración.
- Niveles de sobrepresión.

Los modelos incluyen:

- BLEVE's y bolas de fuego.
- Dardos de fuego.
- Incendio de charcos.
- Deflagraciones.
- Explosiones de nubes de vapor.

Los modelos tóxicos predicen:

- Concentración en función de la distancia a favor del viento.
- Concentración en función del tiempo en cualquier punto dentro de la nube.
- Vistas superiores de la nube.

Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.

Los vapores y gases emitidos por la mezcla gas-aceite, pueden generar una dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash Fire y jet Fire).

La Tabla IX-43 muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (LC).

Tabla IX-43. Índices de mortalidad y lesiones presentadas por dispersión tóxica.

Índice de Mortalidad	Lesiones
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad bajo (1 %)	Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras. Daño a los ojos: Conjuntivitis.
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %)	Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia y ulceraciones diversas. Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera. Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas.
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica.	Lesiones irreversibles. Bloqueo físico permanente de alvéolos. Muerte en un corto tiempo.

La Tabla IX-44 presenta los umbrales olfativos y de seguridad en un evento de dispersión de nube tóxica para el Sulfuro de Hidrógeno, considerado sustancia química peligrosa de acuerdo con su TLV-TWA e I.P.V.S. (IDLH).

Tabla IX-44. Umbrales Olfativos y de Seguridad para Sustancias Químicas Peligrosas.

Nombre y Fórmula	Umbral Olfativo (ppm)	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)	I.D.L.H. (ppm)
Sulfuro de Hidrógeno	0.0047	10*	15	100* (30 min)

* Substancias con un nivel de seguridad por el umbral olfativo aceptable, pues más del 50 % de los individuos olerán la sustancia antes de alcanzar unos niveles de concentración que puedan suponer riesgos agudos o crónicos, datos tomados de NIOSH 2003.

Flamazo (Flash Fire).

Cuando se trata de líquidos inflamables que se vaporizan o de fugas de gases más densos que el aire, la nube de gas se diluye en el aire existente, haciendo que en determinados instantes y zonas existan mezclas de combustible y comburente en condiciones de efectuar la combustión. Si en una de estas zonas se encuentra un punto de ignición puede desprenderse la cantidad de calor

necesaria para acelerar la velocidad de combustión de forma que se produzca una explosión, denominada o UVCE en su acrónimo inglés.

También es posible si la cantidad premezclada es muy grande, que se produzca una llamarada o "flash fire", sin efectos explosivos, pero con una intensa radiación.

Los efectos por radiación térmica se muestran en la Tabla IX-45.

Tabla IX-45. Efectos Presentados a Diferentes Niveles de Radiación Térmica.

Intensidad de Radiación kW/m^2	Descripción
1.4	No se presentan molestias, aún durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al sol en verano y al medio día.
5	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado
9.5	El umbral de dolor en una persona se alcanza después de 8 segundos de exposición; después de 20 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado.
12.5	Energía mínima requerida para que la madera se prenda, por contacto por fuego. Tubería de plástico se funde.
25	Energía mínima requerida para provocar la ignición de la madera, por exposición prolongada (es decir, se prende por la pura exposición a este nivel de radiación. No se requiere ponerle fuego como, por ejemplo, con un cerillo)
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso.

La Tabla IX-46 muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla IX-46. Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (kW/m^2)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado

Radiación (kW/m^2)	Material
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

Así mismo, la Tabla IX-47 muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado "Flash Fire".

Tabla IX-47. Efectos del Flash Fire.

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20 % como mínimo de quemaduras importantes. En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20% de esta superficie que comprendería la cabeza 7 %; manos 5 % y los brazos 8 %). En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

Explosión de Nube de Gas No Confinada (UVCE) y Confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Asimismo, las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica.

Dardo de Fuego (Jet Fire).

Ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica. Este evento es poco probable que pueda ocurrir para una línea de conducción de crudo, sin embargo, si el crudo contiene dentro de su composición un alto porcentaje de gas, provocaría la ocurrencia de este evento. Para este evento ver lo descrito en radiación térmica.

Cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio o estrechamiento, se produce una típica descarga en tobera del chorro gaseoso (jet), con un máximo de velocidad en la garganta, que puede igualar a la velocidad del sonido si el cociente entre la presión atmosférica y la presión dentro del recipiente es inferior al valor crítico. Tras el orificio tiene lugar la disminución de la velocidad del gas, al ensancharse la sección de paso. Si una descarga de gas combustible entra en ignición se produce el dardo de fuego

Los efectos perniciosos de estos accidentes son fundamentalmente los siguientes:

- La radiación térmica generada por los incendios.
- Los efectos de los posibles gases tóxicos generados en la combustión.
- Las ondas de sobrepresión generadas por una explosión de nube inflamable.

El modelo utilizado, PHAST versión 8.22, permite calcular la velocidad de combustión y la radiación térmica que sufre un receptor sometido a un determinado incendio. El modelo calcula la forma y la intensidad de la flama, y se obtiene un amplio intervalo de resultados de radiación. El software considera para el dardo de fuego el modelo cónico.

Explosión de Nube de Vapor.

El término "explosión de nube de vapor" (en inglés VCE, de "Vapour Cloud Explosión") es usado para definir la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, dando lugar a temperaturas muy elevadas, y generando una onda de presión.

En general, la mayoría de los combustibles tienen pesos moleculares mayores que el aire y, por consiguiente, se comportan como nubes pesadas que se mueven a ras de suelo y pueden encontrar fácilmente una fuente de ignición.

Para que tenga lugar la explosión de la nube, debe producirse la mezcla entre el combustible y el aire dentro de los límites de inflamabilidad. Si el punto de ignición está muy cerca del origen de la fuga el resultado será un incendio de chorro o de charco, según las características de la fuga.

Se considera que la máxima probabilidad de formación de una nube explosiva ocurre cuando el periodo de tiempo entre el inicio de la fuga y la ignición está comprendido entre 1 y 15 minutos, si bien se encuentran documentados accidentes en los que se estima que dicho período fue de menos de un minuto, en unos casos, y entre 16 y 30 minutos, en otros (Lees, 1996).

Por otro lado, la magnitud de la onda de sobrepresión generada depende de la velocidad de propagación de la llama (frente de reacción). Cuanto mayor sea ésta, mayor será la sobrepresión alcanzada. La velocidad de propagación de la llama depende, a su vez, de la forma en que se inicie y progrese la combustión. Según ocurra ésta, el resultado puede ser una deflagración o, en condiciones más especiales, una detonación.

Para cumplir con los objetivos de este documento se considera el llevar a cabo como parte del análisis de consecuencias la evaluación de las posibles distintas afectaciones por la explosión de nube de vapor a través del método Multi energía (TNO, 1997).

Dicho método se utiliza para la determinación de las magnitudes peligrosas de las ondas de presión procedentes de la explosión de nubes de vapor, teniendo en cuenta que, cuando éstas se inflaman, las mayores sobrepresiones se generan en regiones congestionadas o confinadas de la nube.

Método Multi Energía.

La secuencia de aplicación del método Multi energía es la siguiente:

- Selección del nivel de la explosión de 1 (deflagración más débil) a 10 (detonación) en función de la reactividad del combustible, ubicación de la nube, cantidad y dimensiones de los obstáculos y energía de la fuente de ignición, entre otros.

- Determinación de la energía de la explosión a partir de la cantidad de sustancia combustible en la nube que se encuentra entre los límites de explosividad y de su entalpía de combustión.
- Cálculo de la "distancia escalada" (R', adimensional), que depende de la energía de la explosión y de la distancia (z, metros) a la que se desean conocer las magnitudes peligrosas de la onda de presión.

Para lo anterior, la experimentación en este campo presenta grandes dificultades técnicas y económicas, lo que justifica la escasa bibliografía publicada sobre explosiones de Modelo Multi energía.

Criterios para Seleccionar el Nivel de Explosión Apropiado.

La principal dificultad del procedimiento radica en la selección del nivel de explosión apropiado para cada caso, dada la diversidad de parámetros que influyen en el proceso.

La intensidad de la explosión depende de la masa y reactividad del combustible, de la congestión y/o confinamiento de la nube, de la intensidad de la fuente de ignición y de parámetros relacionados con la geometría de la zona obstruida.

Los criterios aportados por algunos autores pueden constituir una ayuda para seleccionar el nivel adecuado. El criterio más simple es el propuesto por TNO en el caso de ausencia de información sobre los factores mencionados anteriormente, consiste en seleccionar el nivel 7 cuando la explosión se produzca en una región obstruida, y el 3 en una zona sin obstáculos.

Dependiendo de la cantidad de información disponible y del grado de precisión requerido se pueden seguir otros criterios, destacando los de Kinsella (1993) y Baker (1996), recomendables cuando sólo se dispone de información cualitativa, y especialmente las de las guías GAME (1998) y GAMES (1998), que son las que se utilizan en este trabajo, en los casos que se disponga de información más amplia.

Kinsella (1993) tiene en cuenta el nivel de obstrucción de la nube, clasificándolo en alto, bajo y nulo; la existencia o no de confinamiento entre paredes paralelas y la energía de la fuente de ignición, distinguiendo entre fuerte (si es debida al venteo de una explosión en el interior de una conducción o situación análoga), y débil (si es debida a una llama, chispa o superficie caliente).

La Tabla IX-48 contiene los criterios que serán utilizados para el desarrollo de este documento, considerando para este análisis como el criterio más desfavorable en caso de ocurrir un escenario de pérdida de contención en la plataforma.

Tabla IX-48. Criterios para Seleccionar el Nivel de la Explosión más Idóneo, Según Kinsella.

Obstrucción			Confinamiento entre planos paralelos	Energía de la fuente de ignición		Nivel de las figuras 1.5 a 1.7
Alta	Baja	Nula		Débil	Alta	
Sí	-	-	Sí	-	Sí	7-10
Sí	-	-	-	-	Sí	7-10
Sí	-	-	Sí	Sí	-	5-7
-	Sí	-	Sí	-	Sí	5-7
-	Sí	-	-	-	Sí	4-6
-	-	Sí	Sí	-	Sí	4-6
Sí	-	-	-	Sí	-	4-5
-	-	Sí	-	-	Sí	4-5
-	Sí	-	Sí	Sí	-	3-5
-	Sí	-	-	Sí	-	2-3
-	-	Sí	Sí	Sí	-	1-2
-	-	Sí	-	Sí	-	1

El modelo matemático de simulación PHAST para el caso de evaluar en evento de explosión de nube de vapor a través del modelo multi energía utiliza los siguientes parámetros:

Resistencia No Confinada.

El programa puede realizar el modelado de explosión de las partes de la nube que no cubren un área de confinamiento fuerte, y marcar la casilla si desea llevar a cabo este modelo.

Si usted marca la casilla, debe establecer el grado de confinamiento de las partes libres de la nube. Los valores típicos son 1 (totalmente confinados, espacios cerrados, cuartos, por ejemplo) y 2 (confinamiento ligero, por ejemplo, cercas, muros de contención, o setos).

Para el caso de este estudio se consideró el utilizar como criterio un confinamiento ligero utilizando el valor 2 en PHAST.

Fuentes Confinados por Onda Expansiva.

En PHAST se puede modelar hasta siete fuentes de explosión confinados.

Para este caso solo se consideró un espacio semi confinado. Marcando la casilla de una fuente en particular para incluir en el cálculo:

Para este caso y para cada una de las simulaciones realizadas se procedió a proporcionar la siguiente información para la fuente utilizada:

Fuerza de Confinamiento.

Es el grado de confinamiento en la zona o de la fuente. Este es un valor entre 3 (mínimo) y 10 (más alto). Los valores de 8 y 9 se utilizan normalmente para las unidades de proceso.

Aunque hay poca información disponible sobre la elección de la concentración apropiada, algunas características pueden estar relacionadas con los fenómenos de explosión, y su presencia aumentará la fuerza de confinamiento.

Potencia de Emisión de la Radiación Térmica.

Cualquier cuerpo a temperatura T emite radiación térmica que se determina mediante la ley de Stefan-Boltzmann; la potencia neta (emitida-recibida) por unidad de superficie, E, puede expresarse mediante:

$$E = \varepsilon\sigma(T_e^4 - T_r^4)$$

Dónde:

ε: Coeficiente de emisión, adimensional.

σ: Constante de Stefan-Boltzmann, W/m2 K.

Te: Temperatura del emisor, K.

Tr: Temperatura del receptor, K.

En los incendios, la radiación térmica procede de dos fuentes: de los gases generados en la combustión (principalmente del dióxido de carbono y del vapor de agua) y del humo (producido como consecuencia de la descomposición térmica y oxidación parcial del combustible). Desafortunadamente la ecuación no es útil para determinar la potencia emisiva, dado que los parámetros ε y Te (en este caso Te es la temperatura de la llama) no son generalmente conocidos. En primer lugar, no parece probable que las llamas se comporten como cuerpos negros (ε = 1), dado que si lo fueran se obtendrían valores de E muy superiores a los experimentales.

Por otro lado, la temperatura de la llama no es uniforme en toda la superficie, de manera que puede considerarse la existencia de dos emisores: los destellos, que se producen cuando la combustión es completa, provocando un elevado nivel de radiación, y el humo que origina un efecto "pantalla" a la emisión de los destellos interiores. Por todo ello, desde el punto de vista práctico, se plantea el cálculo de la potencia emisiva como una fracción de la potencia calorífica térmica máxima desarrollada en el incendio:

La ecuación antes señala será utilizada para estimar el valor de Te (temperatura de la llama) tomando como referencia el resultado obtenido del poder emisivo resultante a través de la utilización del modelo matemático de simulación Phast, para lo cual se tomará como referencia los siguientes criterios:

Tr: temperatura del receptor, para este caso se toma como consideración la temperatura ambiente de 22.3 °C.

σ: 5.67 x 10-8

E: Poder emisivo de flama (resultado obtenido a través del modelo Phast).

ε: Coeficiente de emisión, adimensional igual a 1.

Para el caso de este estudio y tomando en consideración la necesidad de valorar la temperatura de llama (Te) en caso de un incendio de dardo, la ecuación planteada anteriormente se modifica quedando de la siguiente manera:

$$Te = \sqrt[4]{(E/_{\varepsilon\delta})} + T_R$$

Donde σ es la contante de proporcionalidad y se denomina constante de Stefan-Boltzman, que tiene un valor de 5.67 x10-8 W/(m2 K), la ecuación antes referida se denomina Ley de Stefan-Boltzman de la radiación y se aplica exclusivamente a cuerpos negros. Es importante señalar que esta ecuación es válida sólo para la radiación térmica.

Por lo anterior los criterios de simulación de escenarios se muestran en la Tabla IX.4.5.2.2-5.

Básicamente este simulador se utiliza para estimar la magnitud de las consecuencias, determinar modificaciones, preparar planes de contingencia, así como cumplir con la legislación, promover la conciencia de la seguridad e iniciar un estudio cuantitativo de riesgo.

Los criterios y datos que se consideraron para la estimación de consecuencias y que fueron alimentadas al simulador, así como los resultados de las consecuencias obtenidas a partir de la simulación con el software, se presentan en las siguientes secciones, en tanto que los resultados arrojados por el programa de simulación Phast® 8.22 correspondientes a los escenarios identificados para el sistema de Gas Natural se muestran en el Anexo 4i.IV.

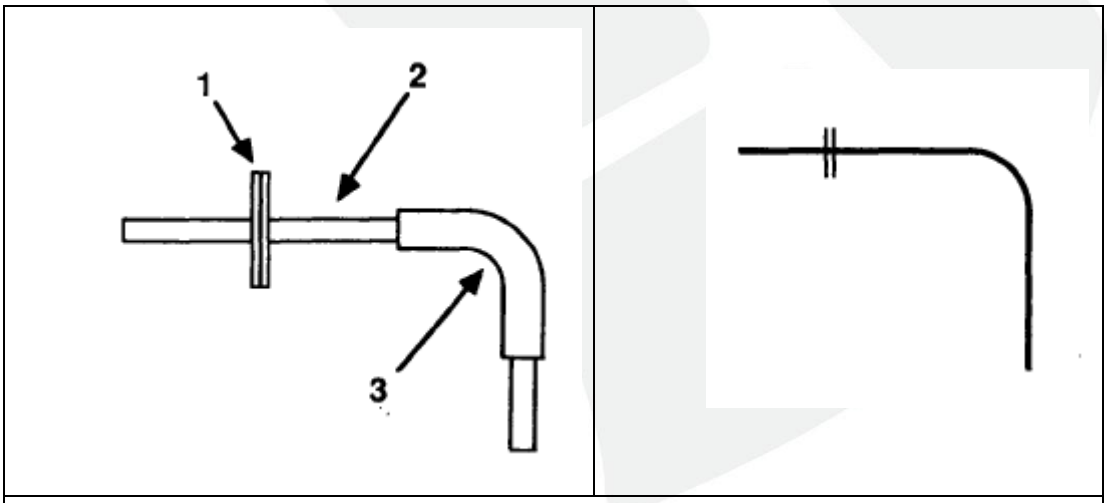
Criterios Utilizados para Determinar Diámetro de Orificio y Tiempos de Fuga, así como la descripción de los escenarios.

El siguiente paso para establecer un conjunto de casos de liberación es elegir fallas representativas para cada componente. La Tabla IX-49 sugiere modos típicos de falla; para una tubería típica, los

modos de falla son fugas en la tubería, fugas en la brida y fallas en la soldadura. La figura también da tamaños de falla representativos para cada modo de falla, para una fuga de tubería, los tamaños sugeridos son 20% y 100% del diámetro de la tubería, así como las fallas en los tanques de almacenamiento donde se menciona la ruptura total de este, o en caso de sus conexiones al igual que las tuberías se sugiere un 20% y 100% del diámetro. Se debe considerar si los modos y tamaños de falla son apropiados para la planta.

Tal como lo indica el documento Techniques for Assessing Industrial Hazards, The World Bank, 1988. Para determinar los diámetros de fugas se seguirá el siguiente criterio:

Tabla IX-49. Tamaños de fuga sugeridos para tuberías.



Incluye:
Tubos, Bridas, Soldaduras, Codos.

Fallas Típicas	Tamaños de fuga sugeridos
1. Fuga de Brida	20% del diámetro de tubería
2. Fuga de Tubería	100% y 20% del diámetro de tubería
3. Fuga en soldaduras y codos	100% y 20% del diámetro de tubería

Referencia: Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (28/06/2012) / HSE, pág. 21

Tabla IX-50. Criterios para Asignar Tiempos de Fuga.

Sistemas automáticos	Tiempo de control	Tiempo de fuga	Fuente
Detección de fuga con sistema automático de bloqueo (totalmente automático).	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 2 minutos.	2 minutos	Guideline for quantitative risk assessment, Purple book, CPR 18E, 2004, pág. 4.5.

Sistemas automáticos	Tiempo de control	Tiempo de fuga	Fuente
Sistema de bloqueo a control remoto y detección de fuga automático. Detección directa a cuarto de control. El operador valido la señal y el cierre se realiza por un switch en el cuarto de control.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 10 minutos.	10 minutos	
Sistema de bloqueo operado manualmente con detección automática de fuga. El operador valida la señal y realiza el cierre de válvulas de bloqueo de manera local y manual.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 30 minutos.	30 minutos	

Los criterios de la Tabla IX-51 son internos de TEMA para las simulaciones.

Tabla IX-51. Criterios para Realizar el Análisis de Consecuencias.

Referencia	Escenario	Tipo de caso
DCO-GDOESSSPA-CT-001 de PEMEX	Fuga debido a materiales fuera de especificaciones o falla en uniones bridadas o soldadas, con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición (20% del diámetro de la línea).	Caso más probable
Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Fuga por rotura total de la línea.	Peor Caso

Condiciones Meteorológicas al Momento de la Fuga del Material o Sustancia Peligrosa.

Asimismo, se utilizará la velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad categoría A-B (para el día) y F (para la noche), conforme a la clasificación de Pasquill (Tabla IX-52). Cuando sea posible demostrar, mediante datos meteorológicos de los 10 últimos años, que la velocidad promedio del viento en el

sitio es mayor que 1.5 m/s y que la estabilidad atmosférica es diferente a las categorías A-B y F, se podrán emplear dicho dato en las simulaciones. Para todas las simulaciones se sugiere considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio, con base en la información de los últimos 10 años.

Tabla IX-52. Estabilidad Atmosférica de Pasquill.

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
				Fracción cubierta de nubes	
	Fuerte	Moderado	Débil	≥ 1/2	≤ 1/2
< 2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
6	C	D	D	D	D

Este documento hace referencia a las condiciones ambientales que imperan en la zona donde se desarrollará el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", por lo que en apego a tal información se dará validez respecto a las condiciones climatológicas del sitio para llevar a cabo la evaluación de consecuencias a través del software PHAST 8.22, Así mismo se considera necesario el tomar como base el realizar la evaluación de consecuencias bajo las condiciones más críticas de velocidad del viento y estabilidad (1.5 m/seg./F) señaladas como condiciones más desfavorables.

Condiciones Ambientales y Tipo de Área de Localización de la Instalación.

El criterio a seguir para este apartado es tomar como base el punto 4.3 de este documento, en donde se puede encontrar las condiciones climatológicas del sitio, esto se resume en la siguiente tabla:

Tabla IX-53. Criterios Ambientales para Simular.

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa	Velocidad del viento promedio	Presión Atmosférica
29.34 °C	87.40 %	5.7 m/s	1 atm

Tipos de Área de Localización de la Instalación.

Este factor, en función de los obstáculos (arboles, edificios, densidad de instalaciones industriales), influye en cuanto a la probabilidad de confinamiento de nubes toxicas o nubes inflamables – explosivas.

Los criterios se pueden observar en la Tabla IX-54 a continuación:

Tabla IX-54. Criterios de Localización de los Eventos.

Costa adentro	Costa afuera
Área rural. No hay construcciones en el área inmediata y el terreno generalmente es plano y con pocos árboles.	Área marítima.
Área urbana. Implica muchos obstáculos en el área inmediata, incluidas las construcciones y los árboles.	-
Área industrial	-
Otra	-

Para el caso del presente proyecto se encuentra en un área Marítima.

De igual manera para efectos de este estudio en la tabla siguiente se puede observar los principales niveles de radiación o sobrepresión que serán estimados a través del modelo matemático de simulación PHAST 8.22, con el objeto de verificar los niveles de afectación hacia la instalación (estructuras, equipos, etc.) que se encuentren cercanos al área de los sistemas derivado de las hipótesis o escenarios identificados.

Tabla IX-55. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.

Definición de zona	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)		IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 KW/m^2 a 37.5 KW/m^2	5 KW/m^2	1.4 KW/m^2
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in^2 a 10 lb/in^2	1.0 lb/in^2 (0.070 kg/cm^2)	0.5 lb/in^2 (0.035 kg/cm^2)

Inventario de Fuga.

Para determinar los inventarios de fuga que pudieran participar en los escenarios previamente identificados se tomará en cuenta los diversos sistemas de mitigación y control con que se cuenta en la Plataforma, así como el equipo que forma parte del alcance del proyecto y con esto limitar la asignación de los tiempos previamente señalados para el control del evento para el cual se asignó un tiempo máximo de 600 segundos (10 min).

Para obtener el cálculo del inventario en la línea de proceso se calcula con base en los datos de composición de la mezcla, presión a las condiciones de fuga, temperatura a las condiciones de fuga, lo anterior mediante el uso del programa de simulación PHAST Ver. 8.22, asimismo se considera el tiempo de fuga previamente definido.

Para el caso de la evaluación de consecuencias y en consideración del producto se estima la utilización de la mezcla representativa del Crudo ligero, asimismo se señala que las condiciones representativas y de operación utilizada son las que se encontrará operando de manera normal el pozo exploratorio.

La composición del Crudo Ligero para un pozo exploratorio la cual fue aprobada por PETRONAS, es la siguiente**:**

Tabla IX-56. Composición del Crudo Ligero

Componente	Gas de Flash		Líquido de Flash		Fluido de Yacimiento	
	% peso	% molar	% peso	% molar	% peso	% molar
Nitrógeno	0,800	0,489	0,000	0,000	0,782	0,488
Dióxido de Carbono	0,075	0,029	0,000	0,000	0,073	0,029
Sulfuro de Hidrógeno	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Metano	89,119	95,137	0,000	0,000	87,078	94,928
Etano	4,716	2,686	0,003	0,018	4,608	2,680
Propano	2,382	0,925	0,015	0,061	2,327	0,923
I – Butano	0,760	0,224	0,020	0,062	0,743	0,224
N – Butano	0,723	0,213	0,038	0,120	0,707	0,213
I – Pentano	0,299	0,071	0,066	0,166	0,294	0,071
N – Pentano	0,253	0,060	0,086	0,218	0,249	0,060
N – Hexanos	0,280	0,057	0,412	0,895	0,283	0,059
M-C-Pentano	0,069	0,014	0,216	0,469	0,072	0,015
Benceno	0,027	0,006	0,088	0,206	0,029	0,006
Ciclohexano	0,113	0,023	0,454	0,984	0,121	0,025
N – Heptanos	0,118	0,021	1,208	2,295	0,143	0,026
M-C-Hexano	0,086	0,015	1,191	2,213	0,111	0,020
Tolueno	0,059	0,011	1,101	2,180	0,083	0,016
N – Octanos	0,062	0,010	3,314	5,650	0,137	0,022
E-Benceno	0,012	0,002	0,398	0,683	0,021	0,003
M/P-Xileno	0,006	0,001	0,929	1,597	0,027	0,005
O-Xileno	0,006	0,001	0,389	0,669	0,015	0,002
N – Nonanos	0,035	0,005	4,699	7,084	0,142	0,021
pseudo C10H22	0,000	0,000	8,125	11,062	0,186	0,024
pseudo C11H24	0,000	0,000	7,763	9,634	0,178	0,021
pseudo C12H26	0,000	0,000	7,069	8,010	0,162	0,018
pseudo C13H28	0,000	0,000	6,993	7,290	0,160	0,016
pseudo C14H30	0,000	0,000	6,069	5,827	0,139	0,013
pseudo C15H32	0,000	0,000	6,216	5,505	0,142	0,012
pseudo C16H34	0,000	0,000	5,078	4,173	0,116	0,009
pseudo C17H36	0,000	0,000	4,245	3,268	0,097	0,007
pseudo C18H38	0,000	0,000	4,609	3,350	0,106	0,007
pseudo C19H40	0,000	0,000	4,199	2,913	0,096	0,006
pseudo C20H42	0,000	0,000	3,952	2,622	0,091	0,006
pseudo C21H44	0,000	0,000	3,613	2,265	0,083	0,005
pseudo C22H46	0,000	0,000	2,757	1,649	0,063	0,004
pseudo C23H48	0,000	0,000	2,093	1,201	0,048	0,003
pseudo C24H50	0,000	0,000	1,742	0,960	0,040	0,002
pseudo C25H52	0,000	0,000	1,549	0,819	0,035	0,002
pseudo C26H54	0,000	0,000	1,346	0,684	0,031	0,002
pseudo C27H56	0,000	0,000	1,261	0,615	0,029	0,001
pseudo C28H58	0,000	0,000	1,112	0,523	0,025	0,001
pseudo C29H60	0,000	0,000	1,049	0,476	0,024	0,001
C30+	0,000	0,000	4,533	1,585	0,104	0,003
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
MM Fluido (g/mol)		17,13		182,43		17,49
Relación molar		0,9978		0,0022		1,0000

Propiedades	Gas de Flash	Líquido de Flash	Fluido Monofásico
% Molar			
C7+	0,066	96,800	0,280
C10+	-	74,430	0,160
C12+	-	53,730	0,120
C20+	-	13,400	0,029
C30+	-	1,580	0,004
% Peso			
C7+	0,390	98,600	2,640
C10+	-	85,370	1,960
C12+	-	69,490	1,590
C20+	-	25,010	0,570
C30+	-	4,530	0,100
Peso Molecular (g/mol)			
C7+	100,03	185,83	165,53
C10+	-	209,26	209,26
C12+	-	235,91	235,91
C20+	-	340,49	340,49
C30+	-	521,80	521,80
Densidad (g/cm^3)			
C7+	0,767	0,8278	0,8186
C10+	-	0,8368	0,8368
C12+	-	0,8501	0,8501
C20+	-	0,8914	0,8914
C30+	-	0,9664	0,9664
Fluido a 15,56°C		0,8255	-
Gravedad API		39,7	
Densidad Relativa del Gas (Aire = 1)	0,591		
Contenido de Calor Neto (BTU/scf)	1061,50		
Contenido de Calor Bruto (BTU/scf)	1043,00		

En Tabla IX-57 se muestran los datos alimentados al simulador, para la determinación del inventario y la tasa de descarga.

Tabla IX-57. Datos para el Inventario y la Tasa de Descarga.

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (in)		Flujo Vol.	Flujo másico	Presión	Temp	Duración fuga	Inventario	Tasa de descarga
	Clave	Descripción	Línea / Equipo	Fuga	MMPCSD	Kg/s	Kg/cm^2	°C	min	Kg o m^3	Kg/s
MP	**E.01**	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	19.5	3.9	Nota 1	Nota 1	478.73	64.26	10	344488.8	574.148
PC	**E.02**	Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	19.5	19.5	Nota 1	Nota 1	478.73	64.26	10	8612220	14353.7
PC	**E.03**	Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nota1: Es un pozo exploratorio.

Para los Escenarios 01 y 02 propuestos de acuerdo a los lineamientos previamente mencionados, se les realizó un análisis de consecuencias, mismo que incluye un Análisis Cuantitativo mediante el simulador Phast 8.22. Los inventarios (kg) y las tasas de descarga (kg/s) presentados en las siguientes tablas, fueron calculados a través del simulador Phast 8.22.

:

Para el Escenario 03 propuesto se analizó cuantitativamente con el simulador OSCAR, considerando los siguientes criterios para la evaluación del mismo

El escenario catastrófico por derrame de petróleo se evaluó realizando un modelado estocástico de una liberación superficial de 150 días de duración en el Bloque 12 en el Golfo de México. Se modelaron 5 años con 25 escenarios cada año. Las estadísticas para estas 125 ejecuciones del modelo se combinaron y los resultados se presentan a continuación.

Se identificaron dos peores escenarios y se volvieron a ejecutar para estudiar el desarrollo temporal del derrame de petróleo. Los criterios para elegir los peores escenarios fueron el menor tiempo de llegada a la costa y la mayor parte del petróleo en tierra.

Ubicación del Pozo y Parámetros de entrada al modelo DREAM

En la Tabla IX-58 se muestra la información del sitio de liberación y la ubicación de la superficie del Bloque 12 en el Golfo de México.

Tabla IX-58. Información del sitio de lanzamiento

Sitio: Bloque 12	
Latitud	21° 27.9292' N
Longitud	96° 24.8318' W
Profundidad de liberación	1,445 m
Tasa de liberación	4,293 m3/dia
Duración de la liberación	150 días
Temperatura de la liberación	50 °C
Diámetro de tubería	19.5" (0.4953 m)
Relación Gas-líquido	1650 scf/bbl (293.87 Sm3/m3)
Densidad de gas	0.979 Kg/Sm3
Dimensiones de la cuadrícula del hábitat Ancho de cuadrícula Altura de la cuadrícula	 1 664 km 1440 km
La resolución espacial del hábitat, la concentración (horizontal y vertical) y la cuadrícula de superficie. Longitud Latitud Profundidad	 2000 m 2000 m 10m
Profundidad para la cuadricula de concentración Mínimo Máximo	 0 m 100 m

Sitio: Bloque 12	
Tiempo de caminar -Paso de tiempo computacional Intervalo de salida	 30 minutos 6 horas
Duración de cada simulación	150 días
Número de simulaciones por año.	25
Número de años.	5

Características del aceite.

Se seleccionó un petróleo crudo análogo para las simulaciones, ya que no había información de intemperismo disponible para el petróleo crudo en el Bloque 12. El petróleo crudo Macondo MC252 se eligió como aceite analógico para el modelado del derrame de petróleo después de una discusión con el cliente. Este aceite ha sido sometido a estudios de intemperismo en SINTEF, lo que proporciona una mayor precisión en el modelado.

Tabla IX-59. Características del Aceite crudo para Macondo MC252 usado en la modelación de Bloque 12

Propiedades del fluido	Macondo MC252 = Bloque 12
Gravedad API	38.4
Gravedad Especifica	0.833
Punto de fluidez (°C)	-27
Contenido de cera (%peso)	1.6
Contenido de asfáltenos (%peso)	0.15

El aceite crudo MC252 Macondo es un aceite parafínico ligero que se distingue por ser un aceite fresco con un alto contenido de asfáltenos y baja viscosidad (4 cP a una temperatura de 32°C). Su punto inicial de fluidez (PF) es muy bajo (-27°C), además con su alto grado de evaporación de volátiles, el contenido relativo parafínico aumenta y por lo tanto el punto de fluidez su respectivo incremento.

El aceite no formará una emulsión estable hasta que se haya producido un cierto grado de evaporación, y que inicialmente la baja taza de evaporación provoque un pequeño incremento en la viscosidad de la emulsión. A velocidades del viento menores a 7 m/s, el modelo de intemperización de aceite de SINTEF predice viscosidades inferiores a los 1,000 centipoises (CP) para el primer día de intemperización. Ver Figura IX-28.

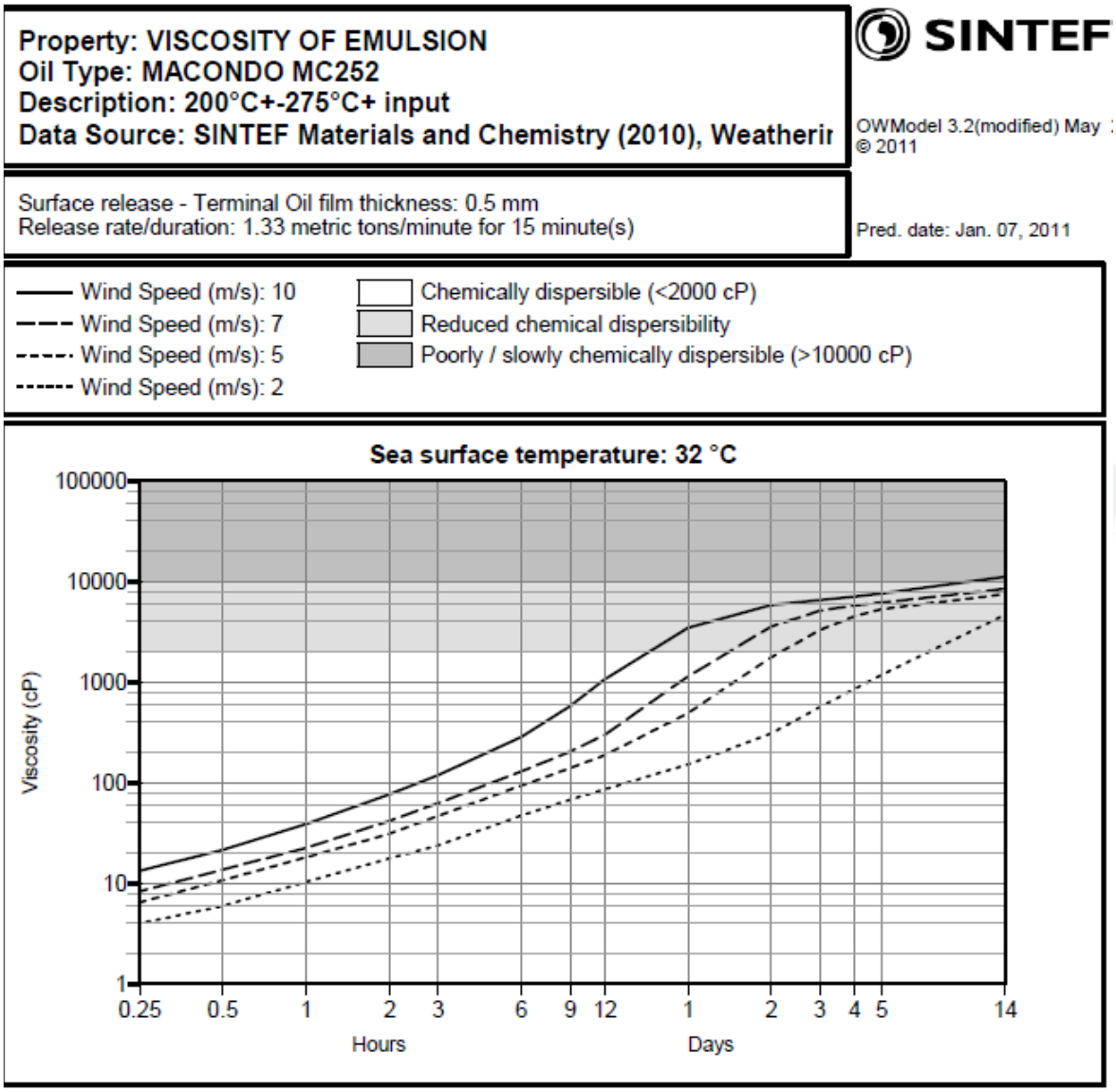


Figura IX-28. Modelo SINTEF de Viscosidad versus temperatura.

E.01.- Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:		**Phast 8.22**			
Instalación:		**Maersk Valiant**			
I. Datos del Escenario.					
Clave		**Nombre**		**Peor Caso**	
E.01		**Nombre: Fuga de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo**		**Caso Más Probable**	**X**
				Caso alterno	
Elaboro:	**L.N.C.M.**	**Descripción:** Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.		**Fecha**	16/04/20
Objetivo:		**Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)**			

II. Sustancias Involucradas.

Nombre de la Sustancia:	**Composición:**	**% molar**	**X**	**% másico**		**% volumétrico**	
Componente	%	Toxicidad	Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)	
Nitrógeno (N2)	0.488			N.A.	N.A.	N.A.	
Bióxido de Carbono (CO_2)	0.029			N.A.	N.A.	N.A.	
Metano (CH4)	94.928			N.A.	N.A.	N.A.	
Etano (C_2H_6)	2.680			N.A.	N.A.	N.A.	
Propano (C_3H_8)	0.923			N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Butano (i-C_4H_{10})	0.224			N.A.	N.A.	N.A.	
N-Butano (n-C_4H_{10})	0.213			N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Pentano (i-C_5H_{12})	0.071			N.A.	N.A.	N.A.	
N-Pentano (n-C_5H_{12})	0.060			N.A.	N.A.	N.A.	
N-Hexano (n-C_6H_{14})	0.059	-	-	N.A.	N.A.	N.A.	
Benceno	0.006			N.A.	N.A.	N.A.	
Ciclohexano	0.025			N.A.	N.A.	N.A.	
N-Heptanos	0.026			N.A.	N.A.	N.A.	
M-C-Hexano	0.020			N.A.	N.A.	N.A.	
Tolueno	0.016			N.A.	N.A.	N.A.	
N-octanos	0.022			N.A.	N.A.	N.A.	
N-nonanos	0.021			N.A.	N.A.	N.A.	
N-tetradecanos	0.164			N.A.	N.A.	N.A.	

III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.

Presión:	6809.14 psi	**Temperatura:**	64.26 °C	**Estado:**	**Líquido:**	**Líquido abajo de su p.e.**		**Liquido arriba de su p.e.**	
Fase de material liberado:		**Vapor:**		**Liquido:**		**Vapor y liquido**		**X**	
Contenedor:	**Cilindro**		**Tubería**	**X**	**Tipo de fuga:**	**Falla catastrófica**		**Válvula de alivio**	

Alto del recipiente:		**Diámetro o ancho del recipiente/tubería:**		19.5 in	**Largo del recipiente:**								
Área del dique:		**Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:**	**Tierra seca:**		**Tierra húmeda:**		**Concreto :**		**Otra X**	**Explique Agua**			
Diámetro del orificio:	**3.9 in**	**Coef. De pérdida del orificio:**		**Elevación del punto de liberación:**		1 m	**Altura hidráulica:**						
Dirección de la fuga:	**Vertical**	**X**	**Horizontal**		**Hacia abajo**		**Golpea contra**		**Inclinada**				
Tiempo estimado de liberación:		600 seg	**Masa estimada de liberación**			344,488.8 kg							

IV. Condiciones atmosféricas y del entrono

Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):	**1.5 F**	**1.5 A-B**	**5.7 C**
Temperatura atmosférica:	29.34 °C		
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):	---		
Humedad atmosférica	87.40 %		
Presión atmosférica	14.5 psi		
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	---		
Direcciones Dominantes del viento:	NorNoroeste (NNO)		

Tipo de área donde se encuentra la instalación	**Rural**		**Urbana**		**Industrial**		**Marítima**		**Otra**	**Explique**	

V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)

Sitio 1		**Sitio 2**		**Sitio 3**	

VI. Estados finales de análisis

Dardo, antorcha o jet de fuego	**X**	**Charco de fuego**		**Incendio de nube**		**Explosión de nube**	**X**
BLEVE/bola de fuego		**Nube tóxica**	**X**				

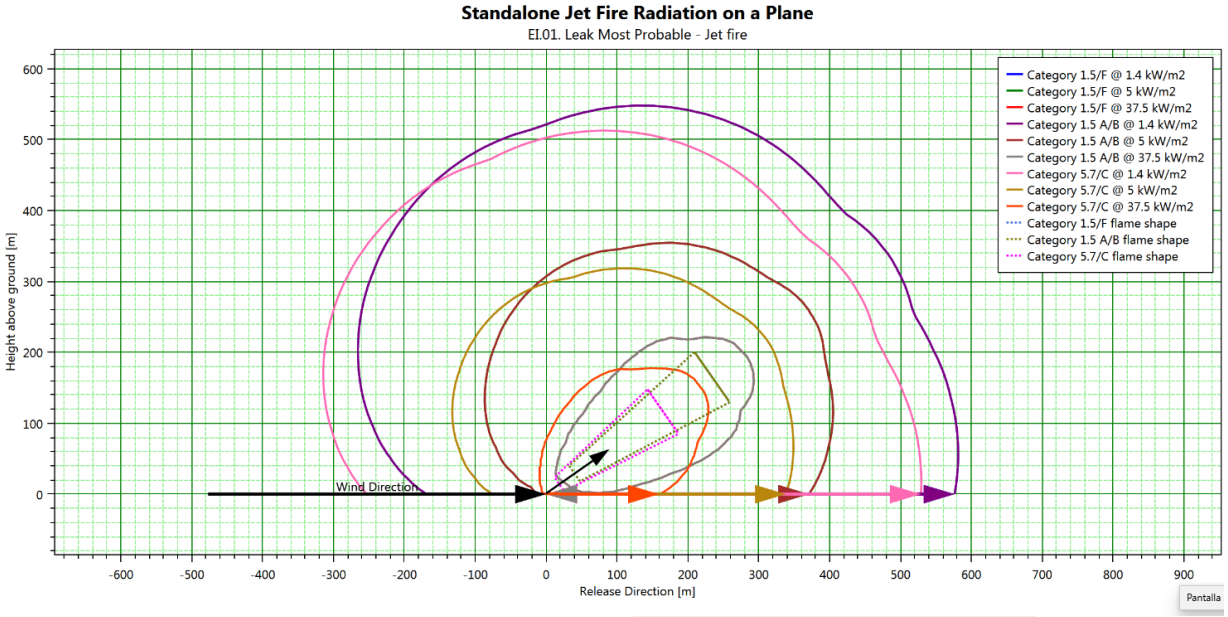
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)

Radios por toxicidad			**Radios por radiación térmica**				**Radios por sobrepresión**			
Zona de seguridad			**Clase de Evento**	**Otro**	**Zona de seguridad**		**Clase de Evento**	**Otro**	**Zona de seguridad**	
Alto Riesgo	**Amortiguamiento**			**Alto Riesgo (daño a equipos**	**Alto Riesgo**	**Amortiguamiento**		**Alto Riesgo (daño a equipos**	**Alto Riesgo**	**Amortiguamiento**
IDLH	**TLV 15 min**	**TLV 8 h**		**KW/m²**				**psi**		
ppm	**ppm**	**ppm**		**37.5**	**5.0**	**1.4**		**10**	**1.0**	**0.5**
m			**m**				**m**			
--	--	--	**Jet fire**	No Alcanzado	**360.105**	**573.81**	**Early explosión**	--	--	--
			Early pool fire	--	--	--				
			Late pool fire	--	--	--	**Late Ignition**	No Alcanzado	No Alcanzado	**47.56**
			Flash fire	--	--	--				
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				**½ LFL (m)**			No Alcanzado	**LFL (m)**		No Alcanzado

Los resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F.
El punto de ignición se consideró como probable a 10 metros a partir del punto de fuga.

A continuación, se muestra la gráfica de Jet Fire



En la siguiente gráfica se muestra la sobrepresión con un punto de ignición a 10 m.



E.02.- Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:		**Phast 8.22**			
Instalación:		**Maersk Valiant**			
I. Datos del Escenario.					
Clave		**Nombre**		**Peor Caso**	**X**
E.02		**Nombre: Fuga de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo**		**Caso Más Probable**	
				Caso alterno	
Elaboro:	**L.N.C.M.**	**Descripción:** Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.		**Fecha**	16/04/20
Objetivo:		**Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)**			

II. Sustancias Involucradas.

Nombre de la Sustancia:	**Composición:**	**% molar**	**X**	**% másico**		**% volumétrico**	
Componente	%	Toxicidad	Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)	
Nitrógeno (N2)	0.488			N.A.	N.A.	N.A.	
Bióxido de Carbono (CO_2)	0.029			N.A.	N.A.	N.A.	
Metano (CH4)	94.928						
Etano (C_2H_6)	2.680			N.A.	N.A.	N.A.	
Propano (C_3H_8)	0.923			N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Butano (i-C_4H_{10})	0.224			N.A.	N.A.	N.A.	
N-Butano (n-C_4H_{10})	0.213			N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Pentano (i-C_5H_{12})	0.071			N.A.	N.A.	N.A.	
N-Pentano (n-C_5H_{12})	0.060	-	-	N.A.	N.A.	N.A.	
N-Hexano (n-C_6H_{14})	0.059			N.A.	N.A.	N.A.	
Benceno	0.006			N.A.	N.A.	N.A.	
Ciclohexano	0.025			N.A.	N.A.	N.A.	
N-Heptanos	0.026			N.A.	N.A.	N.A.	
M-C-Hexano	0.020			N.A.	N.A.	N.A.	
Tolueno	0.016			N.A.	N.A.	N.A.	
N-octanos	0.022			N.A.	N.A.	N.A.	
N-nonanos	0.021			N.A.	N.A.	N.A.	
N-tetradecanos	0.164			N.A.	N.A.	N.A.	

III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.

Presión:	6809.14 psi	**Temperatura:**	64.26 °C	**Estado:**	**Líquido:**	**Líquido abajo de su p.e.**		**Liquido arriba de su p.e.**	
Fase de material liberado:		**Vapor:**		**Liquido:**		**Vapor y liquido**			**X**

Contenedor:	**Cilindro**		**Tubería**	**X**	**Tipo de fuga:**	**Falla catastrófica**		**Válvula de alivio**					
Alto del recipiente:			**Diámetro o ancho del recipiente/tubería:**		19.5 in	**Largo del recipiente:**							
Área del dique:		**Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:**		**Tierra seca:**		**Tierra húmeda:**		**Concreto :**		**Otra X**	**Explique Agua**		
Diámetro del orificio:	**19.5 in**	**Coef. De pérdida del orificio:**			**Elevación del punto de liberación:**	1 m	**Altura hidráulica:**						
Dirección de la fuga:	**Vertical**	**X**	**Horizontal**		**Hacia abajo**		**Golpea contra**		**Inclinada**				
Tiempo estimado de liberación:	600 seg		**Masa estimada de liberación**		8,612,220 kg								

IV. Condiciones atmosféricas y del entrono

Pares (velocidad del viento estabilidad atmosférica):	**1.5 F**		**1.5 A-B**		**9.34 C**			
Temperatura atmosférica:	29.34 °C							
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):	---							
Humedad atmosférica	87.40 %							
Presión atmosférica	14.5 psi							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	---							
Direcciones Dominantes del viento:	NorNoroeste (NNO)							
Tipo de área donde se encuentra la instalación	**Rural**		**Urbana**		**Industrial**		**Marítima**		**Otra**	**Explique**

V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)

Sitio 1		**Sitio 2**		**Sitio 3**	

VI. Estados finales de análisis

Dardo, antorcha o jet de fuego	**X**	**Charco de fuego**		**Incendio de nube**		**Explosión de nube**	**X**
BLEVE/bola de fuego		**Nube tóxica**	**X**				

VII. Memoria de cálculo y suposiciones:

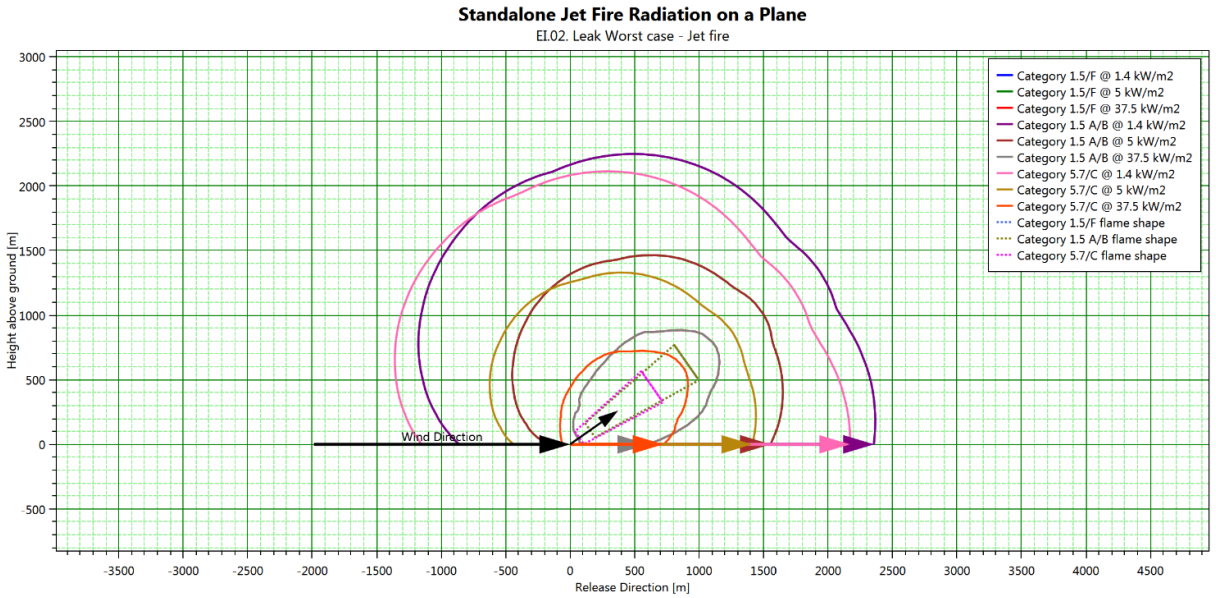
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)

Radios por toxicidad			**Radios por radiación térmica**				**Radios por sobrepresión**				
Zona de seguridad			**Clase de Evento**	**Otro**	**Zona de seguridad**		**Clase de Evento**	**Otro**	**Zona de seguridad**		
Alto Riesgo	**Amortiguamiento**			**Alto Riesgo (daño a equipos**	**Alto Riesgo**	**Amortiguamiento**		**Alto Riesgo (daño a equipos**	**Alto Riesgo**	**Amortiguamiento**	
IDLH	**TLV 15 min**	**TLV 8 h**		**KW/m²**				**psi**			
ppm	**ppm**	**ppm**		**37.5**	**5.0**	**1.4**		**10**	**1.0**	**0.5**	
m			**m**				**m**				
--	--	--	**Jet fire**	**455.75**	**1525.12**	**2346.03**	**Early explosión**	--	--	--	
			Early pool fire	--	--	--					
			Late pool fire	--	--	--	**Late Ignition**	No Alcanzado	No Alcanzado	**102.409**	
			Flash fire	--	--	--					

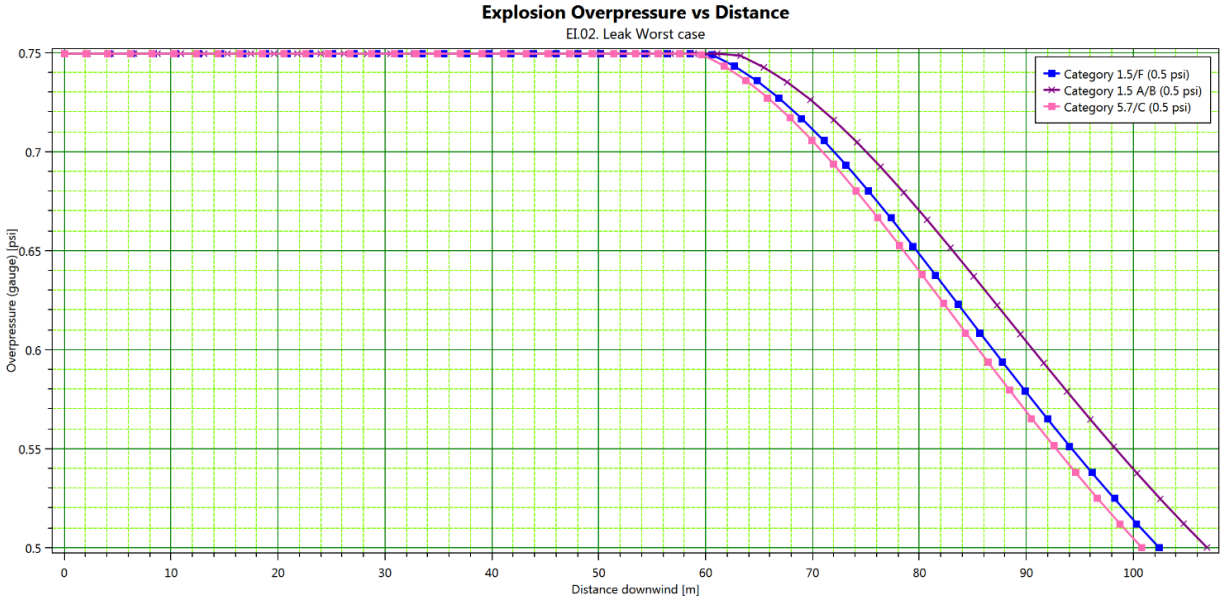
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:	**½ LFL (m)**	No Alcanzado	**LFL (m)**	No Alcanzado

Los resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F.
El punto de ignición se consideró como probable a 10 metros a partir del punto de fuga.

A continuación, se muestra la gráfica de Jet Fire



En la siguiente gráfica se muestra la sobrepresión con un punto de ignición a 10 m.



Resultados con el modelo OSCAR (Oil Spill Contingency and Response)

El modelo SINTEF de contingencia y respuesta 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 la costa, en la columna de agua y en los sedimentos.

El modelo permite múltiples sitios de lanzamiento, cada uno con un comienzo y un final específicos para el lanzamiento. Esto permite lanzamientos variables en el tiempo en una ubicación determinada, así como en toda el área de estudio. Para liberaciones del subsuelo (p. Ej., Reventones o fugas en la tubería), la parte del campo cercano.

La simulación se calcula con un modelo de pluma integral multifase (Johansen, 2000, 2003) integrado en OSCAR. El modelo de campo cercano tiene en cuenta los efectos de flotabilidad del petróleo y el gas, la disolución de hidrocarburos, la formación de hidratos y la expansión de gases, así como los efectos de la estratificación ambiental y el flujo cruzado sobre la dilución y el tiempo de elevación del penacho.

Simulación Estocástica

La Figura IX-29 muestra el tiempo de llegada estadística del petróleo a la costa. Todas las simulaciones se han ordenado para mostrar la tendencia en las probabilidades del tiempo de llegada más corto al más largo. El tiempo de llegada y la masa total correspondiente en tierra para las simulaciones con el tiempo de llegada más corto y más largo a la costa se muestran en la Tabla IX-60, y las simulaciones con la mayor y menor masa en tierra se muestran en la Tabla IX-61. El tiempo de llegada a la costa varía de 5.2 días a 28.3 días, y la masa total en la costa oscila entre 9788 a 60 850 toneladas. No hubo simulación sin lubricación en la costa.

Tabla IX-60. Simulaciones con tiempo de llegada más corto y más largo a la costa con la masa total correspondiente en tierra.

No. de simulación	Tiempo de inicio de la simulación	Tiempo de llegada	Masa total en tierra
54	1997-02-13, 19:00 UTC	5.2 dias	55 890 toneladas
114	1999-07-09, 20:00 UTC	28.3 dias	45 946 toneladas

Tabla IX-61. Simulaciones con mayor y menor masa total en tierra con tiempo de llegada correspondiente a tierra.

No. de simulación	Tiempo de inicio de la simulación	Tiempo de llegada	Masa total en tierra
11	1995-05-27, 05:00 UTC	11.7 dias	60 850 toneladas
54	1998-09-06, 05:00 UTC	25.3 dias	9 788 toneladas

La Figura IX-31 muestra la masa total de petróleo acumulada en la costa 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125 y 150 días después del inicio de la liberación con la probabilidad acumulada correspondiente de aceite en la costa.

Las cifras muestran que la probabilidad de que el petróleo llegue a la costa aumenta con el número de días desde el lanzamiento. Cuanto más largo sea el período de tiempo desde el lanzamiento, más tiempo tiene el petróleo para llegar potencialmente a la costa. Además, la masa máxima acumulada de petróleo total en la costa también aumenta con el número de días desde el lanzamiento.

Las estadísticas de la costa para el escenario de liberación de superficie del Bloque 12 se da en la Figura IX-32 muestra la probabilidad de contaminación.

La masa máxima de petróleo acumulada en la costa se muestra en la Figura IX-36.

Las estadísticas de superficie se dan en la Figura IX-33 y la Figura IX-34. La probabilidad de contaminación se da en la primera figura, mientras que el espesor máximo promedio de la emulsión se muestra en la segunda. El tiempo mínimo de llegada del aceite superficial y el tiempo de exposición (número de días expuestos) del aceite superficial se muestran en la Figura IX-35. Estas cifras se pueden combinar con la capacidad de respuesta disponible para garantizar que el equipo se ubique y se implemente de manera eficiente.

Las estadísticas para la columna de agua se muestran en la Figura IX-37 y Figura IX-38. La probabilidad de contaminación se da en la Figura IX-37, mientras que la Figura IX-38 muestra la concentración total de aceite promediada en el tiempo (aceite sumergido en forma de gota, también conocida como dispersada, y la fracción disuelta) en el aceite de la columna de agua dentro de 150 días.

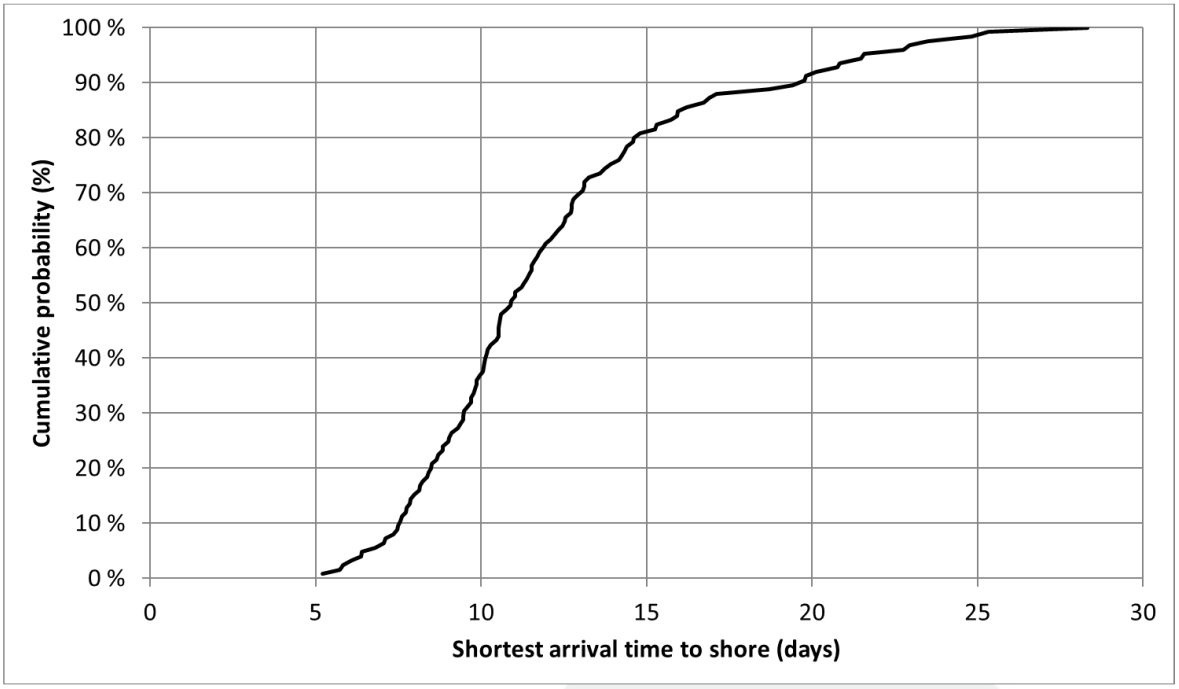


Figura IX-29. Tiempo de llegada más corto del petróleo a la costa con porcentaje de simulaciones que tienen un tiempo de llegada más largo.

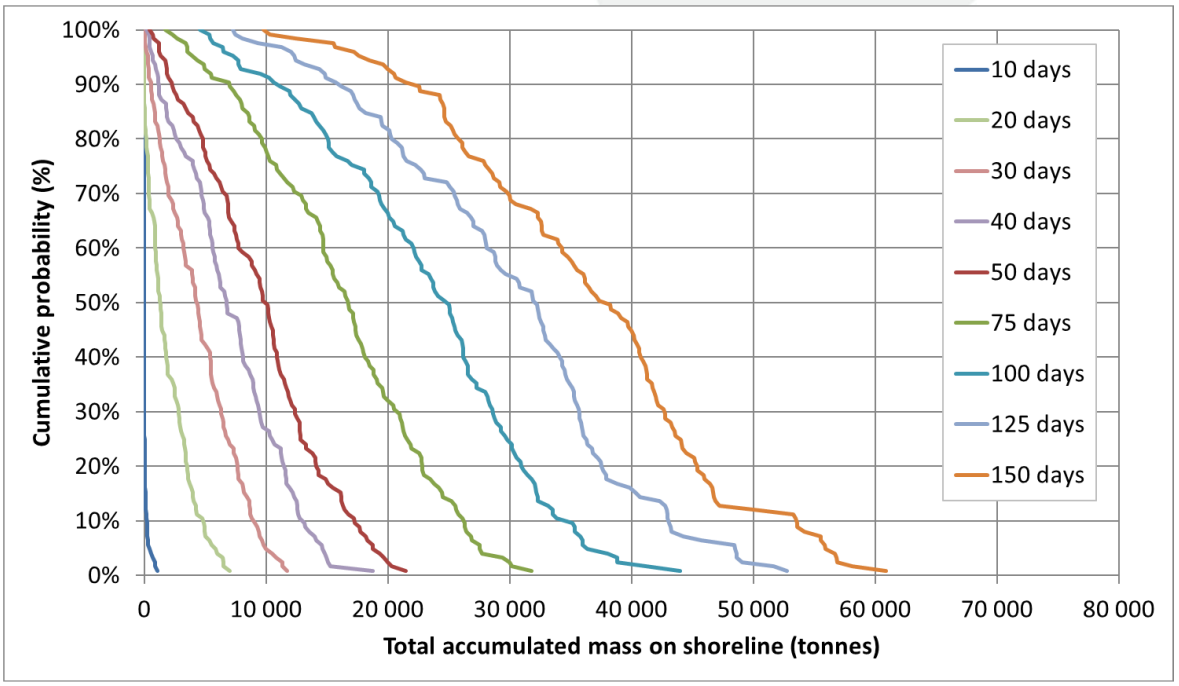


Figura IX-30. Masa de petróleo acumulado en la costa como un tiempo de función después del inicio de la liberación con porcentaje de simulaciones que tienen más petróleo en la costa. Datos de los primeros 15 días del lanzamiento.

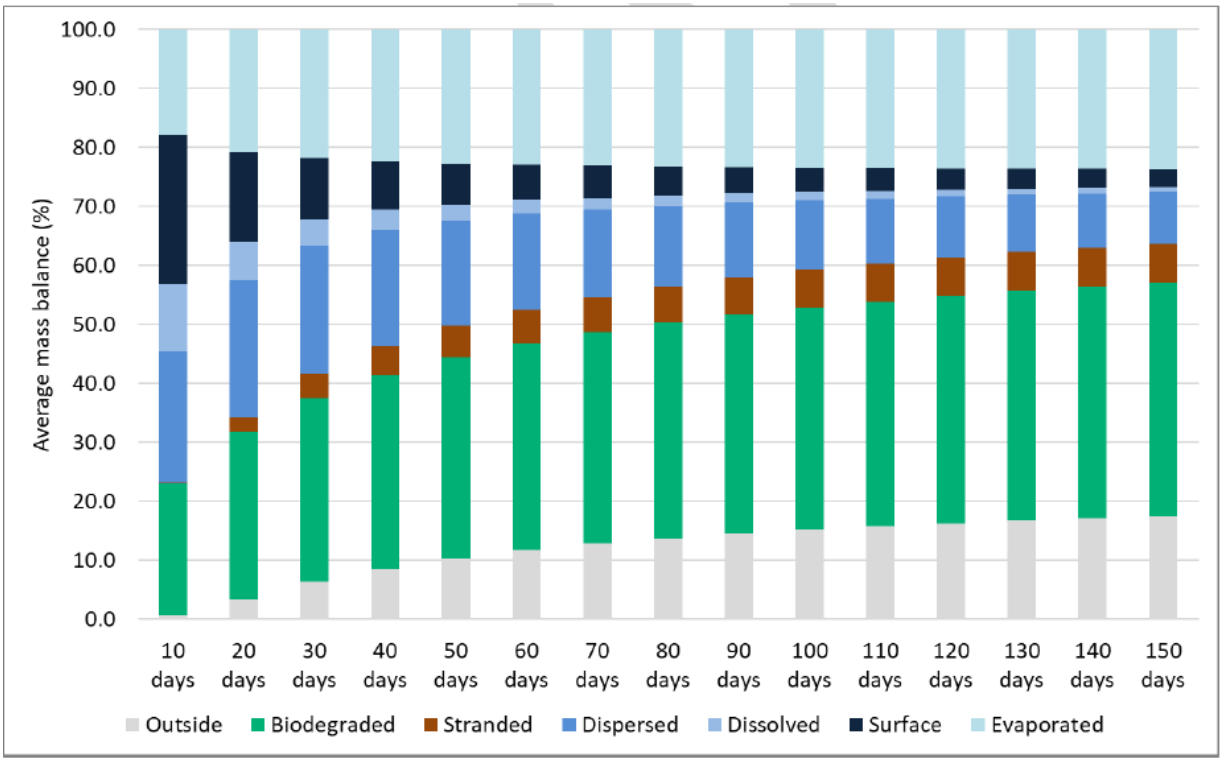


Figura IX-31. Balance de masa promedio sobre las 125 simulaciones individuales por cada 10 días durante el período de simulación de 150 días. Tenga en cuenta que la categoría "afuera" consiste tanto en petróleo en el sedimento como en petróleo que sale del dominio del modelo.

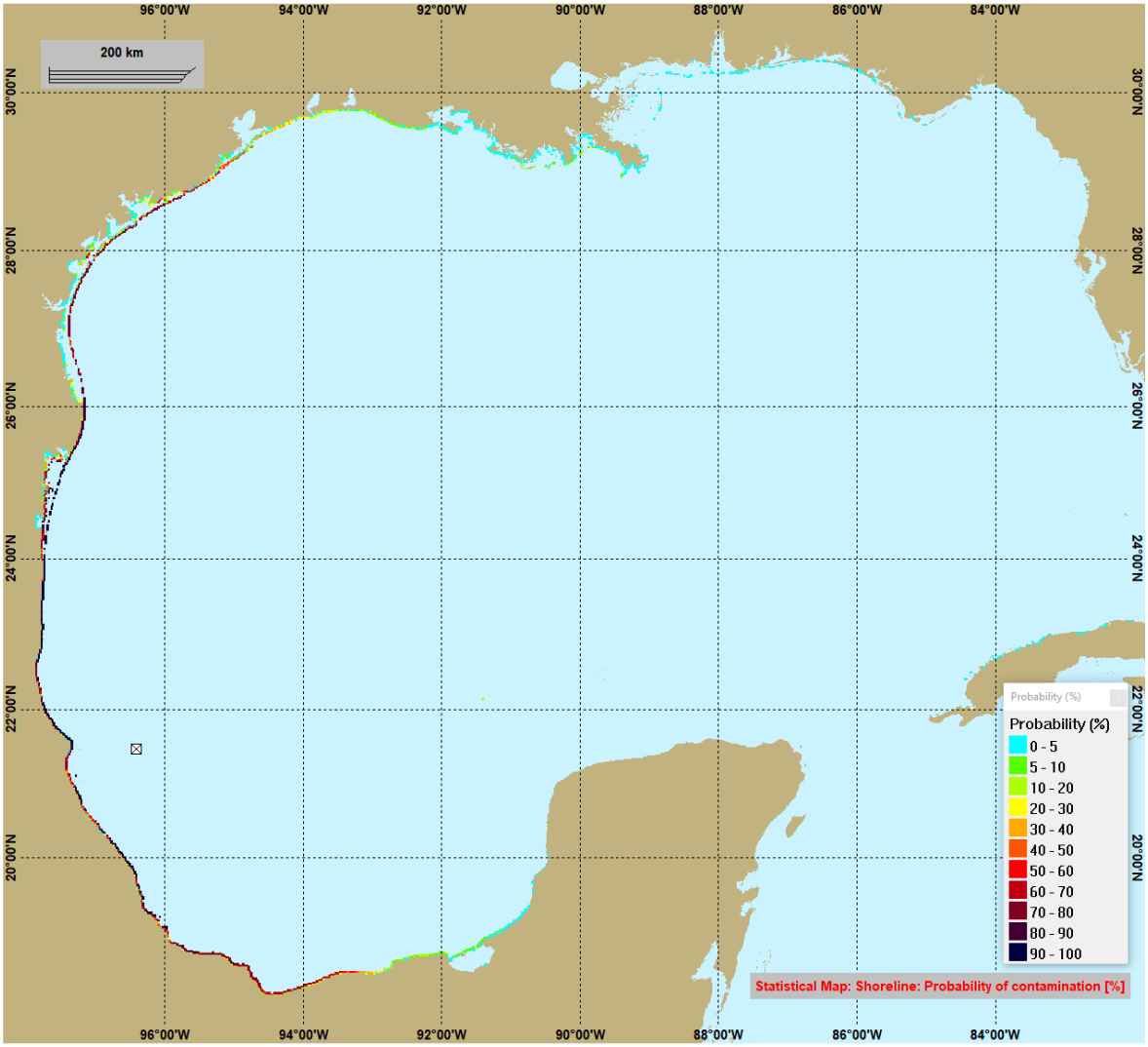


Figura IX-32. Mapa estadístico del Bloque 12, que muestra la probabilidad de que el petróleo llegue a tierra en 150 días.

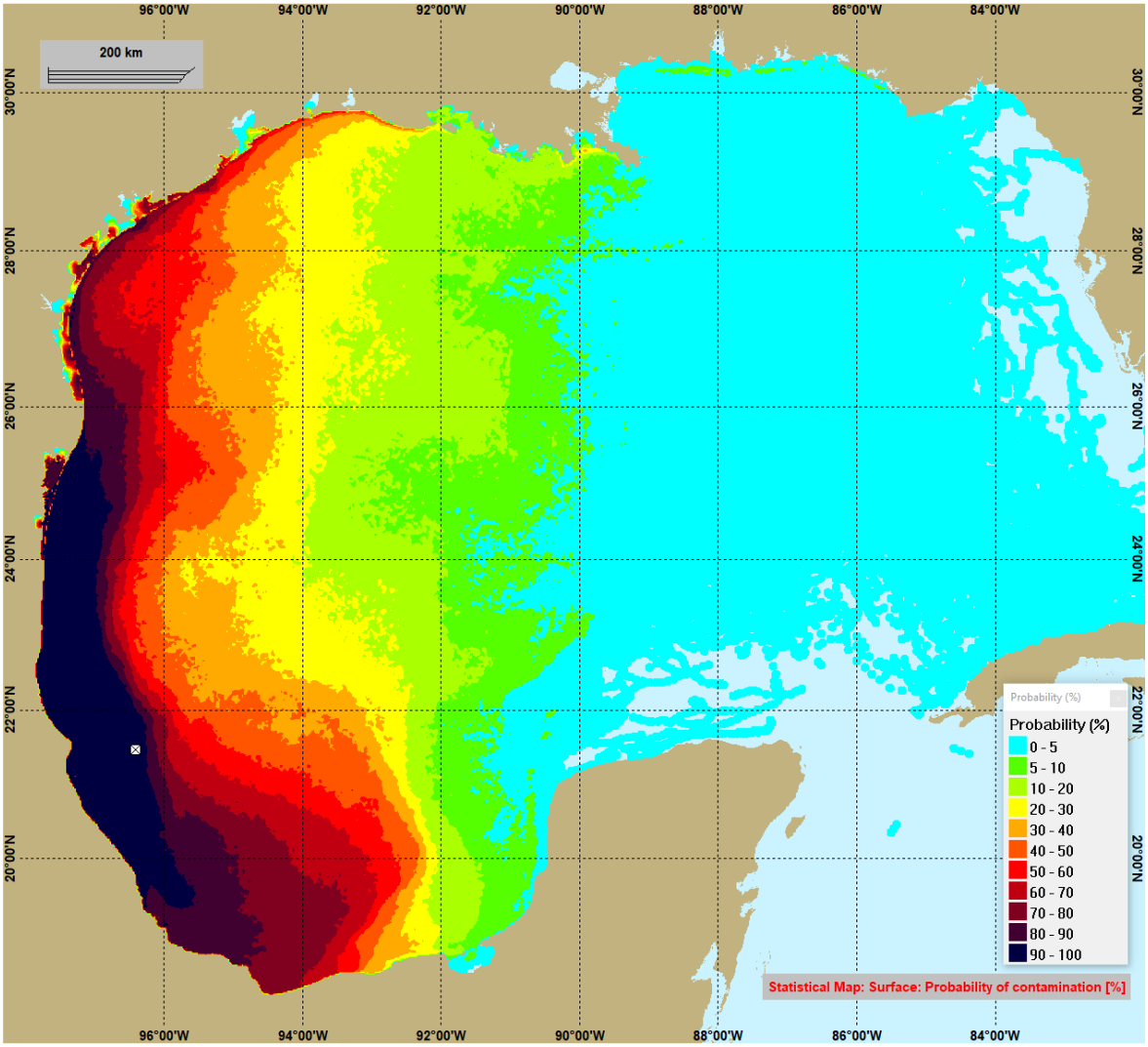


Figura IX-33. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra la probabilidad de petróleo superficial dentro de 150 días.

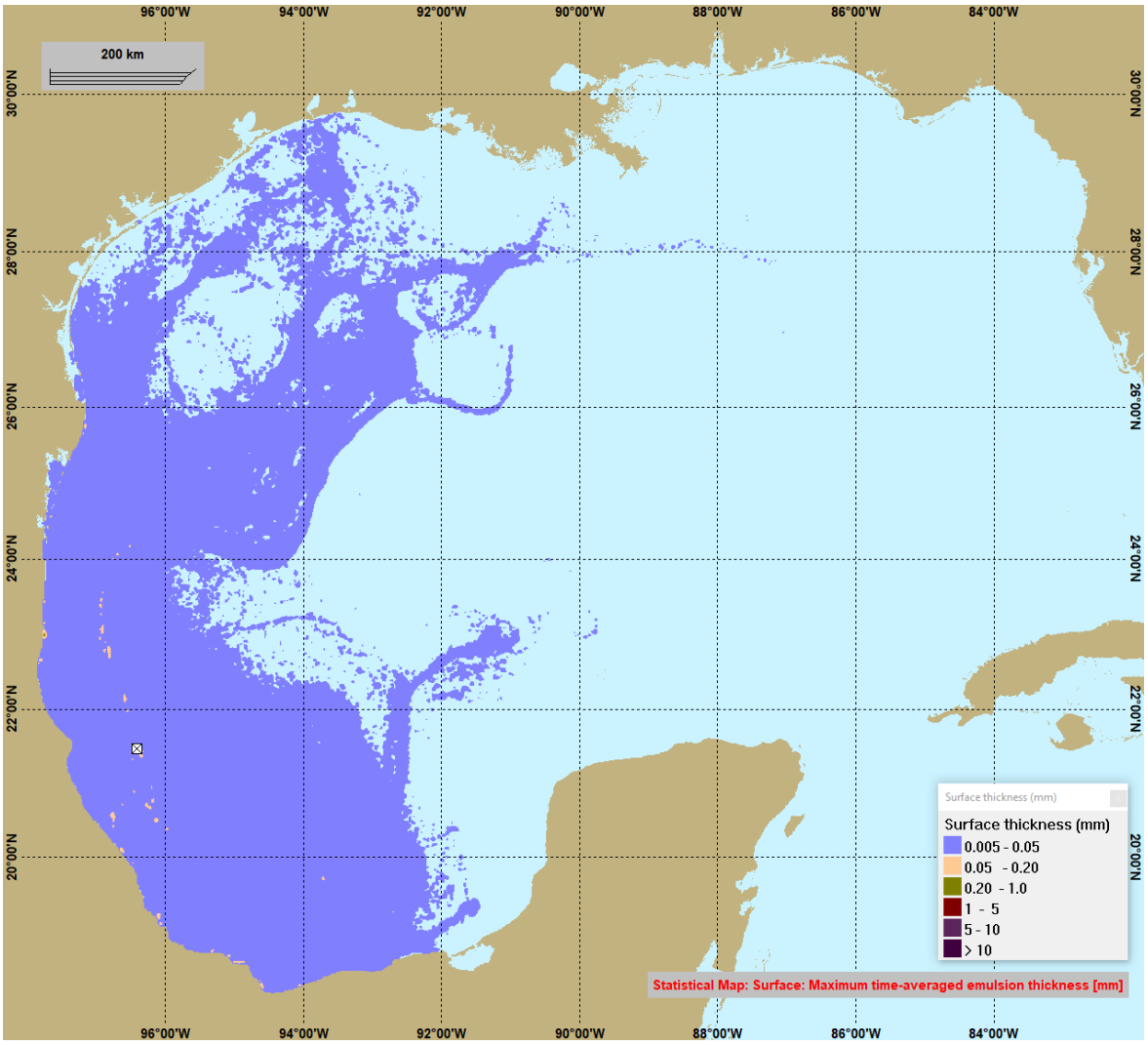


Figura IX-34. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo promedio máximo de espesor de emulsión de aceite superficial dentro de 150 días.

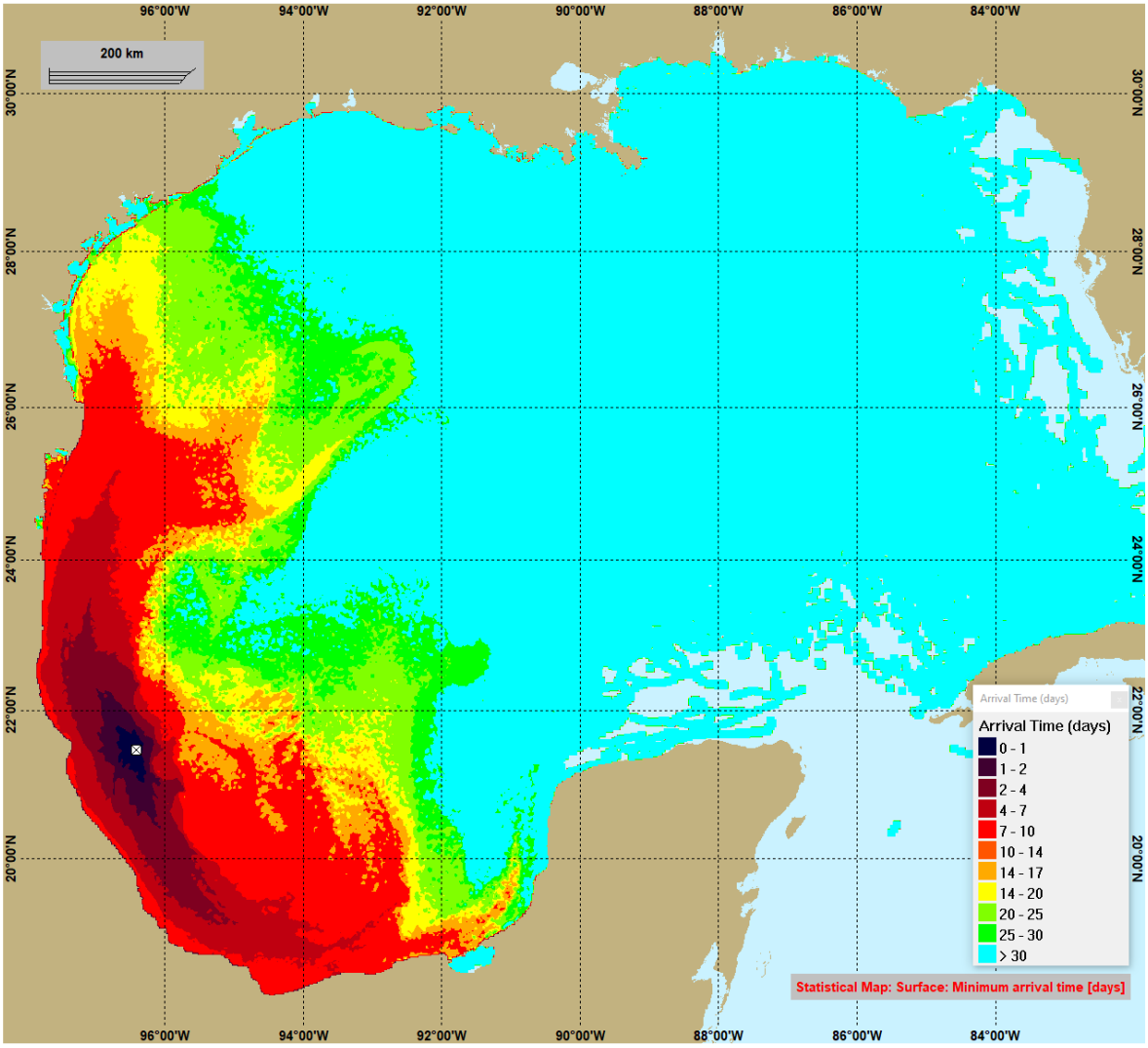


Figura IX-35. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo mínimo de llegada del petróleo superficial dentro de 150 días.

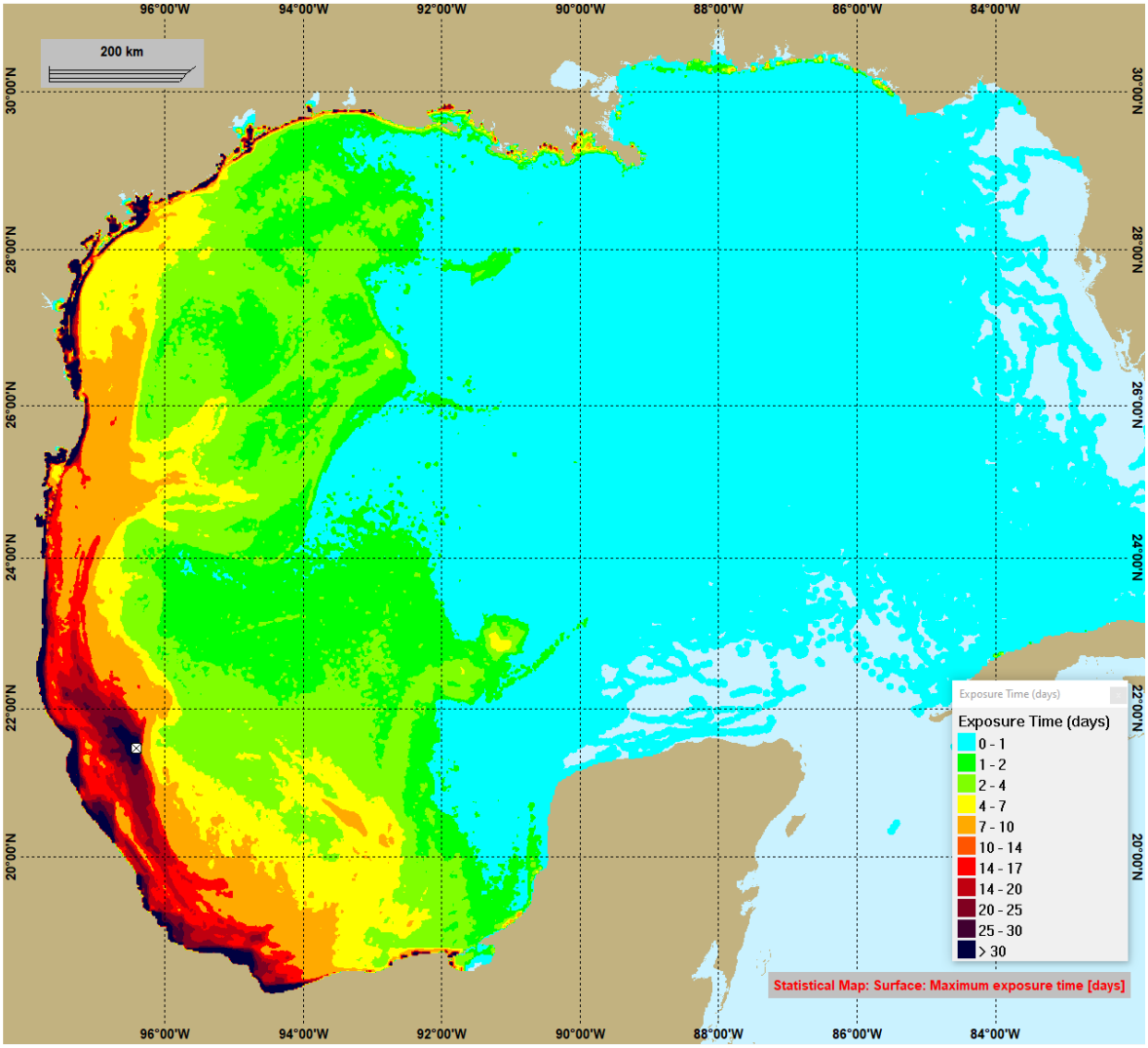


Figura IX-36. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo de exposición máximo con aceite de la superficie dentro de los 150 días.

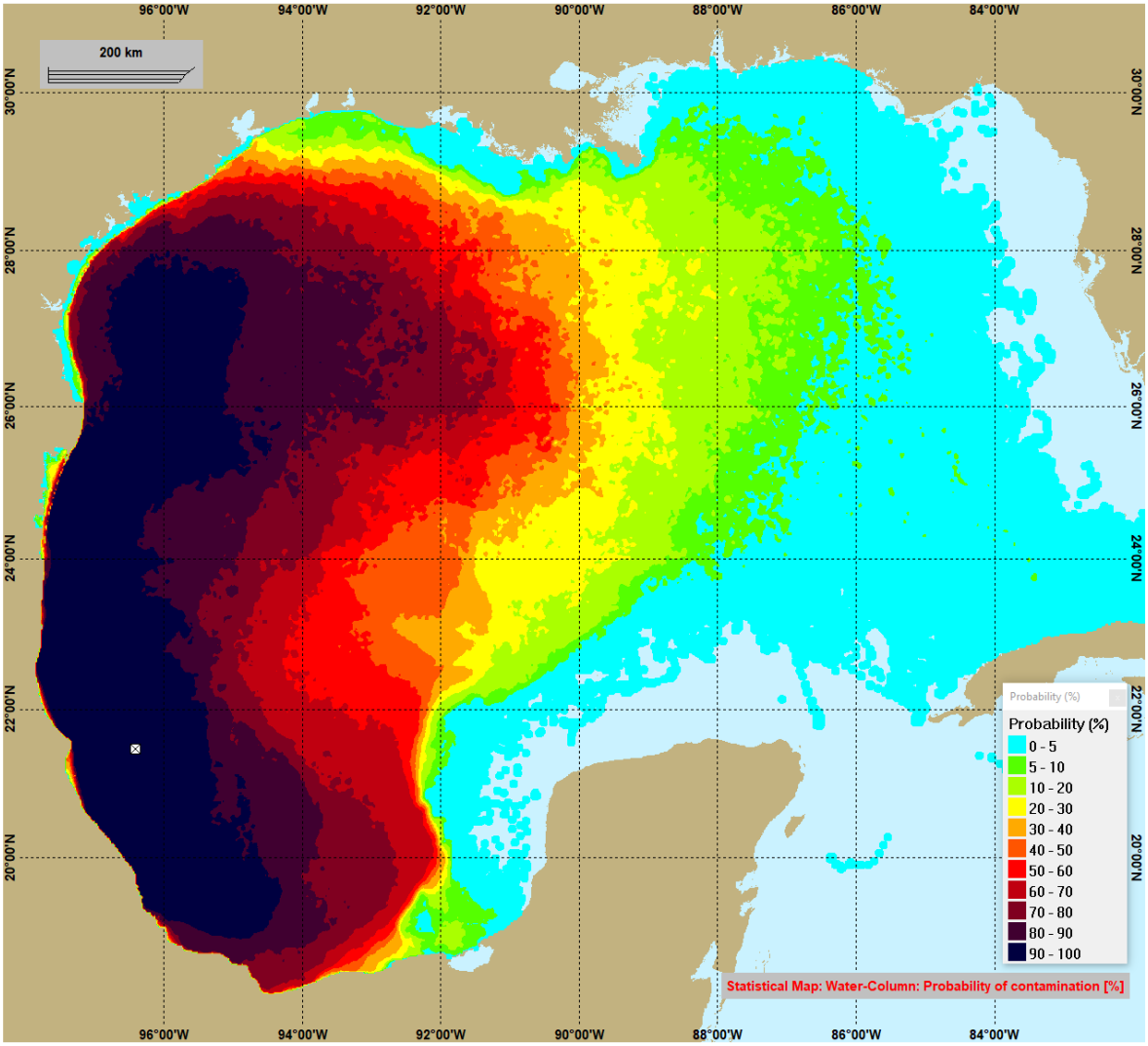


Figura IX-37. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra la probabilidad de que el tiempo promedio de concentración total (disperso y disuelto) en la columna de agua para cualquier celda de la cuadrícula en la parte superior 100 m de columna de agua durante el período de simulación basado en todas las simulaciones.

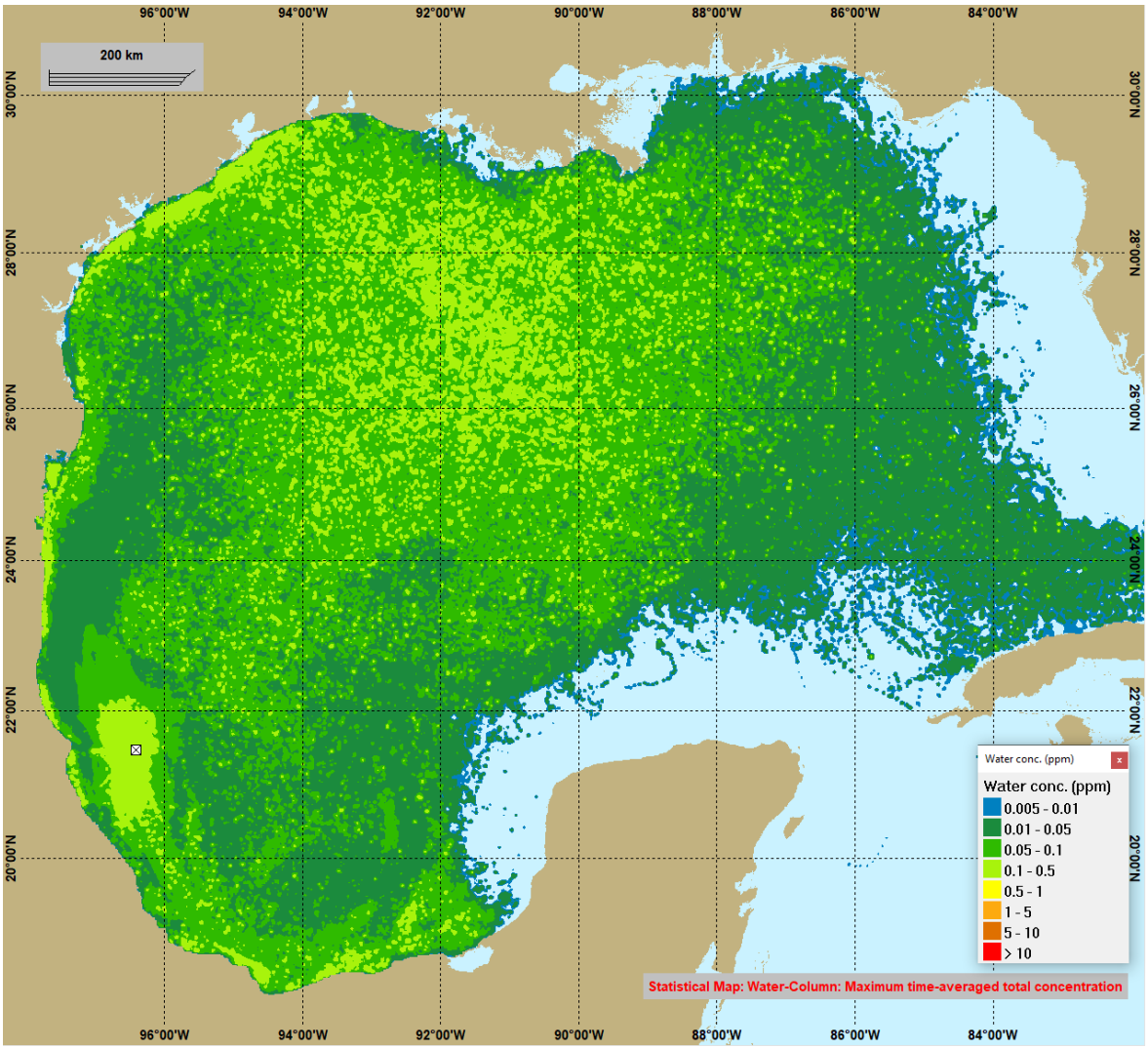


Figura IX-38. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo promedio máximo de concentración total de petróleo (disperso y disuelto) en la columna de agua para cualquier celda de rejilla en los 100 m superiores de la columna de agua durante el período de simulación basado en todas las simulaciones.

IX.4.5.2.3 Representación en Planos de los Resultados la Simulación de Consecuencia (Radios Potenciales de Afectación).

En el Anexo 4i.VI se muestran los diagramas de pétalos en donde se representan las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento (radiación térmica y derrame), en donde se pueden identificar los puntos de interés, así como otras áreas, equipos, ductos o instalaciones.

IX.4.5.3 Análisis de Riesgo.

IX.4.5.3.1 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo para identificación de riesgos, se realizó la ponderación cualitativa de las desviaciones (peligros) encontrados determinando la Magnitud de Riesgo (MR) de cada desviación. De esta determinación de la MR, se señalaron todos los eventos ponderados como riesgo indeseable en donde se involucran pérdida de contención en líneas y tanques.

Una vez obtenidos los resultados de las simulaciones de estos eventos, se determinó el reposicionamiento, por lo cual quedaron como lo indica la Tabla IX-62.

Tabla IX-62. Resultados del Análisis Cualitativo para los escenarios riesgosos.

Nodo	Clave del Escenario	Identificación del nodo o sistema	Descripción del escenario	Análisis Cualitativo			Análisis Cuantitativo		
				F	C	MR	F	C	MR
1	E.01	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	C	5	Muy Alto	A	4	Bajo
1	E.02	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al	C	5	Muy Alto	A	4	Bajo

Nodo	Clave del Escenario	Identificación del nodo o sistema	Descripción del escenario	Análisis Cualitativo			Análisis Cuantitativo		
				F	C	MR	F	C	MR
			personal, instalación y medio ambiente.						

El reposicionamiento de la frecuencia se realizó en base al valor del evento iniciador del que parten los Árboles de Eventos, estaban dentro del margen de $5.05x10^{-09}$ a $1.06x10^{-14}$, por lo tanto, podemos decir que son extremadamente raros, aun cuando algunos de los valores de consecuencias para cada grupo fueron reposicionados con una mayor afectación, la reducción de la frecuencia nos lleva a considerar el escenario como Riesgo Aceptable.

IX.4.5.3.2 Análisis de Vulnerabilidad.

Para cada uno de los escenarios de riesgo simulados se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones de Riesgo, en caso de la materialización de estos, con otras áreas de interés o posiblemente afectadas, equipos, ductos o instalaciones, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el análisis de Riesgo, previamente determinadas, considerando la probabilidad de ocurrencia de un Efecto dominó. Considerando la descripción detallada de las posibles afectaciones respecto a los receptores de riesgo de interés (personas, población, medio ambiente, instalación/producción, entre otros)

Asimismo se señalan las medidas preventivas que considerarán para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas, justificando la compatibilidad del Proyecto y/o Instalación con la infraestructura existente, en su caso, los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación de la instalación, a efecto de evitar del deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente. Lo anterior, se integran mediante una tabla, en la que se indiquen todas las medidas existentes o a implementar, como se indica la Tabla IX-63.

Tabla IX-63. Interacciones de Riesgos.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
EI.01	Plataforma Sayulita-1EXP	Crudo ligero	Plataforma Sayulita-1EXP	Para este escenario solo se alcanza una radiación de 5 kw/m2 la cual afecta a la Plataforma de Perforación en su totalidad.	1. 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) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5.Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autonóma). 6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulfhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
EI.02	Plataforma Sayulita-1EXP	Crudo ligero	Plataforma Sayulita-1EXP, Así como contaminación al Mar y las costas.	En el caso de este escenario la radiación de 37.5 kw/m2 afecta a toda la plataforma ya que tiene un radio de 455.75 m.	1. 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) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5.Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autonóma).

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
					6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulfhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
EI.03	Plataforma Sayulita-1EXP	Crudo ligero	Contaminación al Mar y las costas.	En el caso de este escenario el derrame de crudo ligero muestra el tiempo de exposición máximo con aceite de la superficie dentro de los 150 días.	1.Ingeniería y diseño de pozos adecuados y revisión de diseño externo. 2.Personal competente con experiencia en aguas profundas. 3.Análisis de Superficie Geologica. Hidrostática ajustable por MPD (sistema de perforación controlado por presión). 3.Modelación de fugas de aceite Plan de pozo de relevo. 4.Control de equipo en caso de fuga de aceite. 5.Las operaciones serán dos barreras probadas en todo momento de acuerdo con la Política de Petronas y los estándares de la industria. 6.Control de calidad y garantía de calidad en equipos y herramientas utilizados para barreras. 7.Personal operativo capacitado y competente con certificados de control de pozos 8.Política de operaciones si se pierde una barrera detener hasta que se recupere la segunda barrera.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
					9.Programa de inspección y aceptación para equipos de control de pozos (WCE) como BOP. 10.Procedimientos de control de pozos específicos del pozo junto con el contratista de la plataforma. 11.500 m como zona de exclusión. 12.DP2 o más. 13.Coordinación con autoridades marítimas, para obtener noticias de los otros barcos. 14.Embarcación equipada con un sistema de posicionamiento redundante y bien calibrado. 15.Sistema de Gas y Fuego. 16.Sistema de Trabajo seguro (PTWA y JSA). 17.Supervision HSE. 18.Sistema de supresión de gas y fuego.

Con base al Diagnóstico Ambiental realizado en el Capítulo IV de la MIA-R en la cual se identificaron las zonas de interés o de fragilidad ecológica que pudieran incidir con el Sistema Ambiental Regional y Área del Proyecto, y que pudieran verse afectadas por las actividades durante la perforación del Pozo Sayulita y Álamos.

Las capas ambientales utilizadas para hacer la sobre posición de los radios de los escenarios de riesgo son las siguientes:

1. Áreas Naturales Protegidas Federales.
2. Áreas Naturales Protegidas Estatales.
3. Áreas para la Importancia de la Conservación de las Aves.
4. Regiones Terrestres Protegidas.
5. Regiones Hidrológicas Protegidas.
6. Regiones Marinas Prioritarias.
7. Sitios RAMSAR.

A continuación, se muestra los resultados de los escenarios de riesgo.

La Figura IX-39 muestra los resultados obtenidos para radios por radiación térmica del escenario E.01, el cual muestra el radio para la zona de alto riesgo es de 360.105 KW/m2 y para la zona de amortiguamiento de 573.81 KW/m^2.

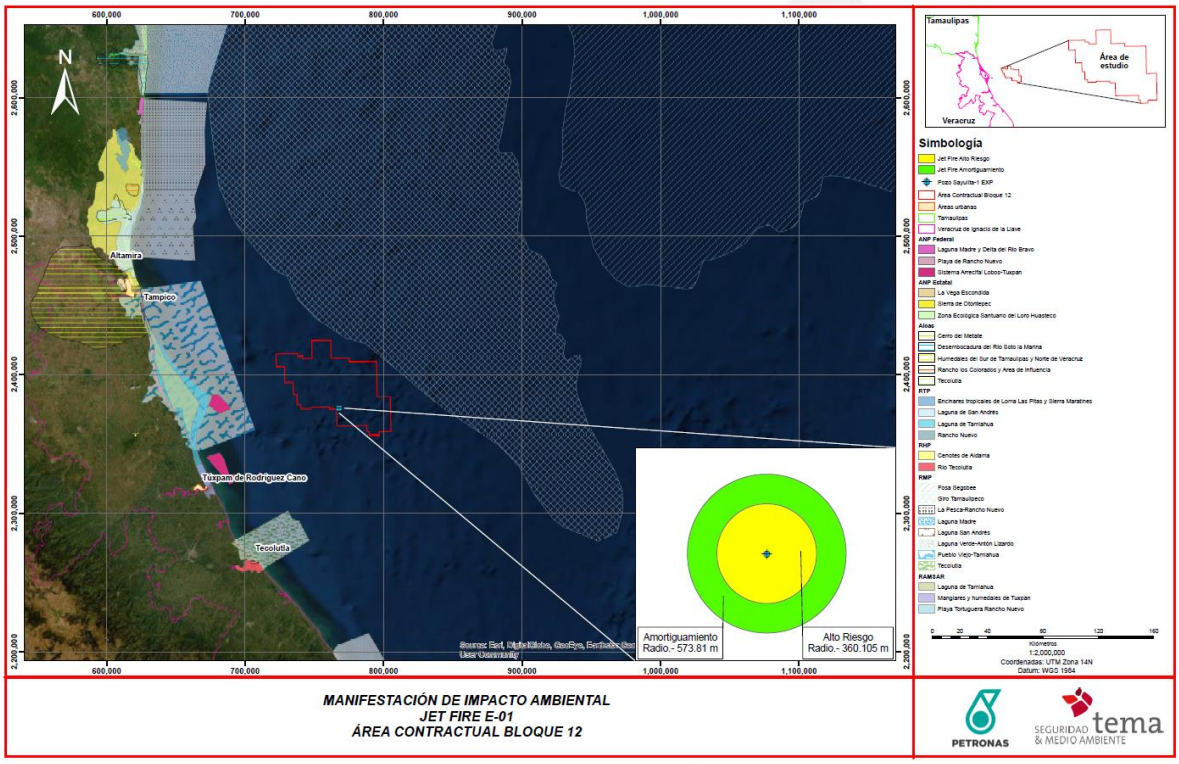


Figura IX-39. Radiación térmica E.01

La Figura IX-40 muestra los resultados obtenidos para radios por sobrepresión del escenario E.01, el cual muestra que el radio para la zona de amortiguamiento de 47.56 (0.5) psi.

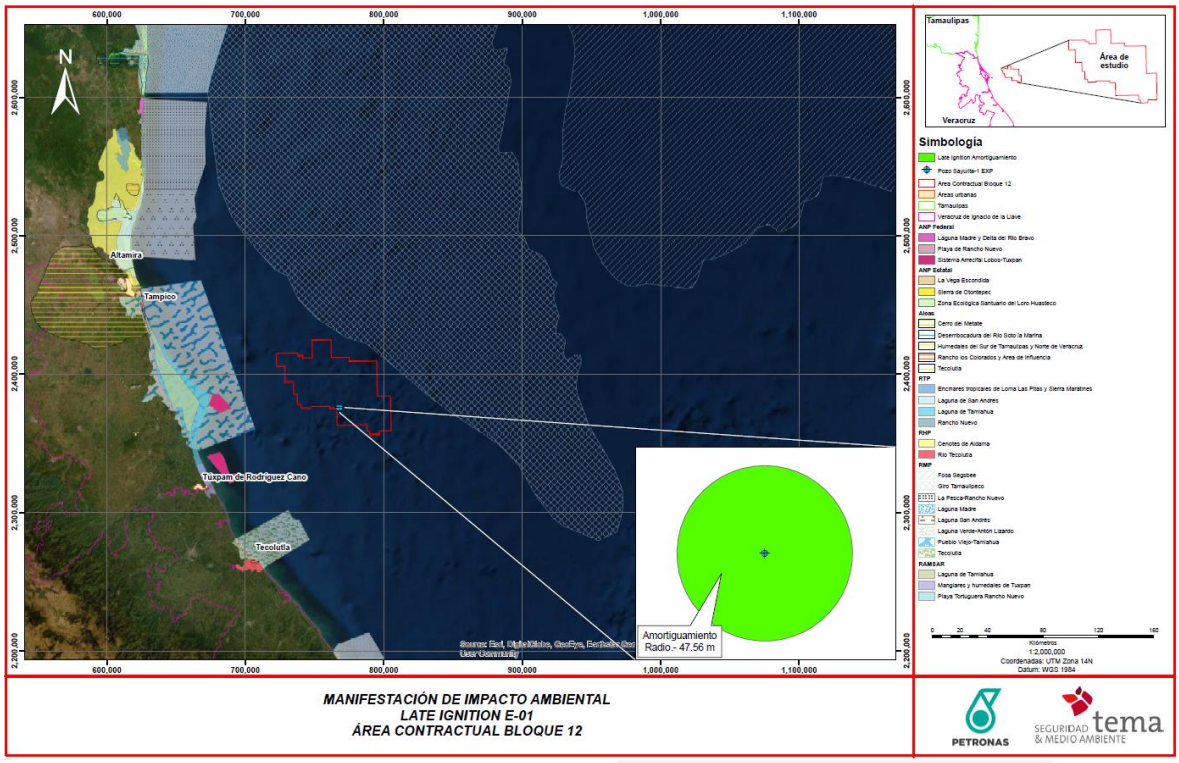


Figura IX-40. Sobrepresión E.01

La Figura IX-41 muestra los resultados obtenidos para radios por radiación térmica del escenario E.02, el cual muestra que el radio para la zona de alto riesgo daños a equipos es de 455.75 KW/m^2; la de alto riesgo es de 1,525.12 KW/m^2 y para la zona de amortiguamiento de 2,346.03 KW/m^2.

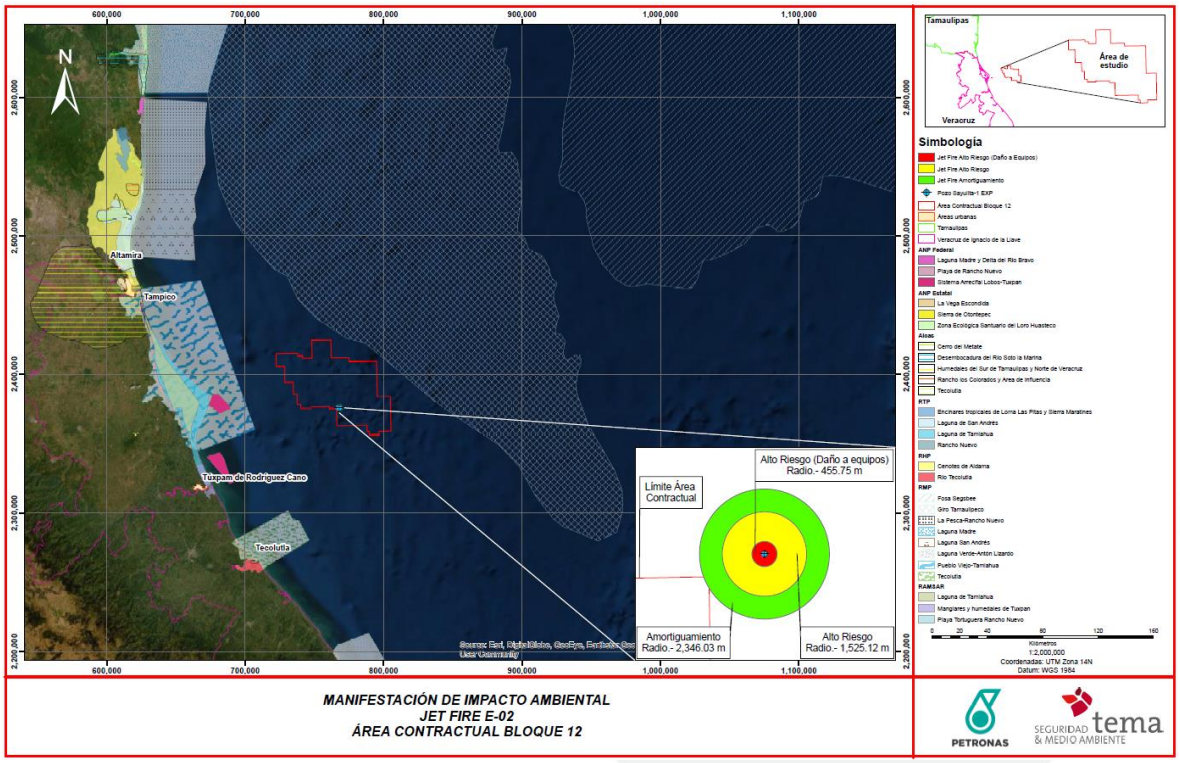


Figura IX-41. Radiación térmica E.02

La Figura IX-42 muestra los resultados obtenidos para radios por sobrepresión del escenario E.02, el cual muestra que el radio para la zona de amortiguamiento de 102.409 0.5 psi.

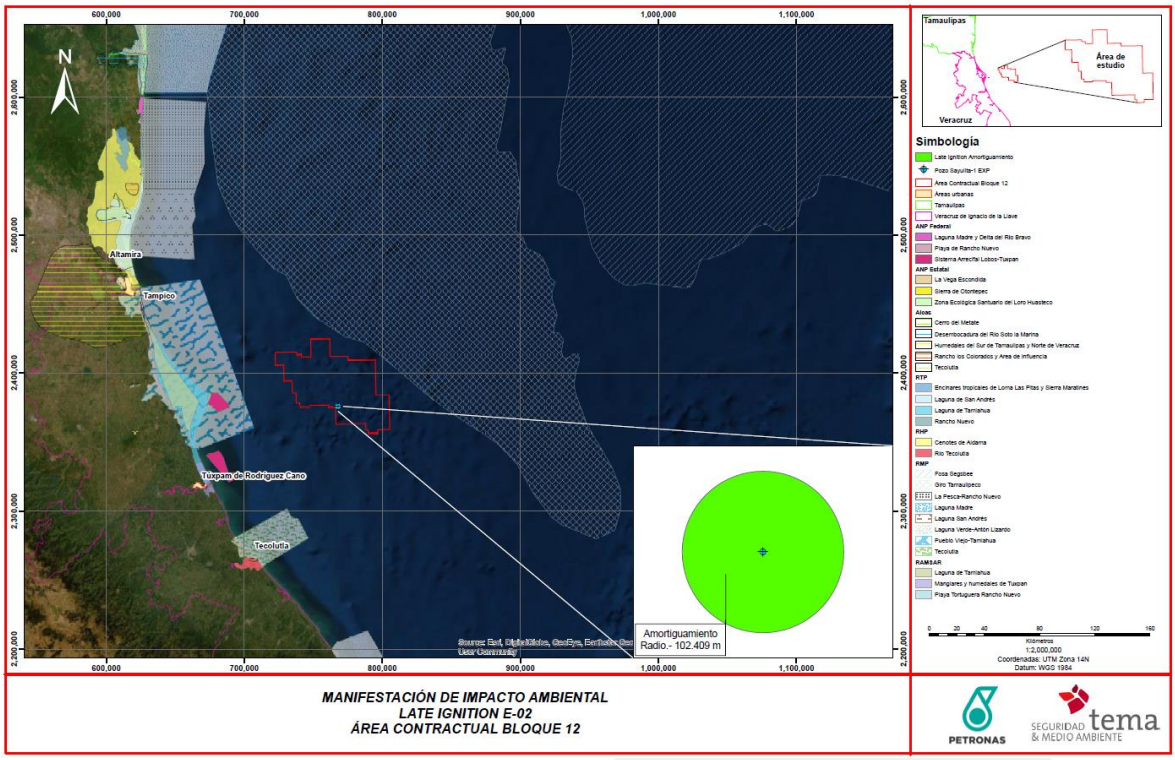


Figura IX-42. Sobrepresión E.02

Con base a las figuras anteriores en las cuales se hizo la sobre posición de los radios de afectación de los escenarios de riesgo; no se presenta ninguna incidencia con áreas de interés ecológico o de relevancia ecológica.

Escenario 03 Simulación estocástica del escenario por derrame incontrolado de crudo ligero.

En los resultados del modelado estocástico se observan afectaciones a las costas del Golfo de México (Anexo 4i-IV), a continuación, se menciona la diversidad marina que podría ser afectada en caso de presentarse dicho escenario:

Vegetación Marina

Debido a que el mayor porcentaje dentro del SAR corresponde a un área marina, se presenta la vegetación dominante de estas zonas.

De acuerdo con Lot, Zepeda y Mora (2015) el ambiente acuático y sub-acuático permite el desarrollo de plantas vasculares las cuales se han adaptado a desarrollarse bajo el agua, dejando de fuera a individuos fotosintéticos acuáticos no vasculares como las algas; entre estas se encuentran *Chrysobalanus icaco*, *Calophyllum brasiliense* en el estrato de hasta 8 m en la región de Agua Dulce en los límites de Veracruz y Tamaulipas.

La vegetación acuática se presenta también en zonas cercanas a los litorales en zonas con alto índice de precipitación coincidiendo con abundancia de áreas de drenaje eficiente, como en la planicie costera del sur de Veracruz.

Existe otro tipo de hidrófitas las cuales son sumergidas y son llamadas verdaderas plantas acuáticas por el hecho de que se desarrollan sumergidas en agua. Entre las comunidades de ambientes dulceacuícolas sobresalen las dominadas por *Potamogeton foliosus, P. pusillus, P. illinoensis* y *Stuckenia (Coleogeton*) pectinata al ocupar lagos, lagunas, canales y presas, en ocasiones provocando problemas por su crecimiento masivo. En contraste son notables por su rareza y adaptaciones, las formas sumergidas de *Marathrum rubrum, Oserya longifolia* y *Podostemun ricciiforme* (endémicas de México) sobre rocas en cascadas y rápidos de ríos de Veracruz.

La vegetación marina litoral del Golfo de México está representada por las algas marinas bénticas, siendo mayor en la porción sureña de Veracruz donde se hacen evidentes los accidentes litorales como islas, arrecifes, estuarios, lagunas, esteros y algunos promontorios rocosos donde se encuentra vegetación más variada y abundante. Algunas especies en facies rocosas y expuestas son *Ulva fasciata*, *Enteromorpha* o de *Cladophora* formando tapices, mantos y prados entre muelles, orillas de las playas y desembocaduras de ríos. En sitios rocosos con fuerte oleaje y salinidad constante se encuentran principalmente *Chaetomorpha media*, *Sargassum vulgare*, *Gelidium floridanum* y *Amphiroa fragilissima* (Ramírez, 1899).

Se tienen registros de nuevas especies de algas verdes encontradas en el Golfo de México en la parte de Veracruz. Desde 2006 hasta 2016, se realizó una revisión bibliográfica y de herbario de las algas verdes registradas en Veracruz hasta ese entonces, comparando con los muestreos realizados por García, Mateo y Mendoza (2017), se determinó la existencia de 93 especies nuevas encontradas durante el periodo que duró el muestreo, de las cuales están incluidas *Phaeophila dendroides, U. clathrata, U. compressa, U. flexuosa subsp. Paradoxa, U. intestinalis, U. rigida, Cladophoropsis membranácea, Phyllodictyon anastomosans, Chaetomorpha aérea, Ch. antennina, Ch. brachygona, Ch. mínima, Cl. Serícea, Cl. Vagabunda, Rhizoclonium riparium, Penicillus capitatus y Stigeoclonium tenue*.

En el Golfo de México existe lo que se le denominan bosques sumergidos, formados en su mayoría por algas pardas del orden de las laminariales, como especie predominante es *Macrocystis pyrifera* (kelp o sargazo gigante), estos pueden crecer hasta 15 cm diarios en condiciones óptimas de luz, temperatura y nutrientes; individualmente pueden alcanzar alturas de más de 25 metros. Esto da como resultado que, en un par de meses, durante la primavera, la columna de agua se cubra completamente de algas y le dé la tridimensionalidad que caracteriza a estos bosques submarinos, también llamados bosques de kelp.

Existen también los bosques de macroalgas, los cuales son ecosistemas costeros que en su mayoría se conforman por algas pardas (*Phylum Heterokontophyta*) y en menor proporción o como parte del sotobosque se encuentran algas rojas (*Phylum Rhodophyta*) y verdes (División *Chlorophyta*). También puede existir

presencia de grandes mandos con algas pardas, sargazo gigante (u otros tipos) y kelp (*Macrocystis pyrifera*). Estos mantos llegan a tener extensiones territoriales de hectáreas o aproximadamente 30 m, se pueden presentar desde profundidades bajas y hasta los 200 m. Estos ecosistemas se desarrollan en climas subtropicales y templados.

A las algas que forman estos bosques se les denomina como laminares encontrando a algunas especies como *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum sp.*, como algas accesorias o algas del sotobosque se puede encontrar a Eisenia arbórea, Pterygophora californica, Laminaria farlowii y Egregia menziessi, Corallina sp., Halymenia sp., Lithothamnion sp., Mesophyllum sp., y Lithophyllum sp. entre otras.

Este tipo de ecosistemas son de gran importancia debido a que son sumamente productivos en actividad primaria (fijan carbono y producen materia orgánica y energía, estabilizando el sustrato marino y mejorando la calidad del agua), aún más comparados con arrecifes, humedales y selvas tropicales. Otro punto que cabe destacar es que son fuente de alimento, hábitat, refugio y cuidado de crías. Además de que son importantes barreras naturales que disminuyen la intensidad de golpe de las olas, protegiendo la línea costera. Se da la producción de kelp, que es un alga de importancia económica que aporta anualmente un aproximado de 40, 000 toneladas en peso fresco (CONABIO, 2019).

Estos ecosistemas son amenazados por tormentas marinas, abundancia de organismos herbívoros (en consecuencia, del exceso de la cacería y pesca), el fenómeno del niño y actividades antropogénicas que modifiquen temperatura y balance de nutrientes.

Se estima que existen unas 651 especies de algas bénticas registradas en el Golfo de México, siendo dominantes las *Rhodophyceae* y *Chlorophyceae* (Quiroz, León y Rivas, 2017). La flora ficológica de Tabasco es escasa, ocupa el último lugar nacional en cuanto a diversidad de algas marinas. En el 2017, Quiroz, León y Rivas se registraron nuevas algas verdes marinas para el área de Tabasco, de las cuales encontraron 17 especies de *Ulvophyceae* marinas y *Chaetomorpha nodosa Kütz* son reportadas por primera vez para costas mexicanas. Dentro de este estudio los órdenes que presentaron mayor riqueza fueron *Ulvales* y *Cladophorales* con ocho y siete especies respectivamente. A su vez las familias con mayor número de especies fueron *Cladophoraceae* y *Ulvacea*e con siete cada una, mientras que el género más diverso fue *Ulva L.* con siete especies que representan más de la tercera parte de los nuevos registros.

Martínez Lozano realiza para la CONABIO (2018) un estudio de flora ficológica marina de Tamaulipas en el cual se colectaron aproximadamente 6, 750 ejemplares, de estos se identificaron 140 especies, algunas de estas son: *Acanthophora muscoides, Acetabularia crenulata, Acrochaetium flexuosum, Amphiroa beauvoisii, Anabaena pseudoscillatoria, Anadyomene saldanhae, Audouinella affinis, Bryopsis pennata, Bryopsis plumosa, Bryothamnion seaforthii, Bryothamnion triquetrum, Callithamnion cordatum, Cladophora vagabunda, Cladophoropsis macromeres, Codium decorticatum, Dictyota menstrualis, Digenea simplex, Ectocarpus elachistaeformis y Ectocarpus rhodochortonoides*, entre otras.

Fauna

Derivado de la compleja topografía, los estados de Veracruz y Tamaulipas cuentan con una amplia variedad de hábitats, los cuales son distribuidos con base a elementos como son el clima, tipo de suelo y humedad.

En este sentido, el estado de Veracruz ocupa el tercer lugar a nivel nacional en cuanto a diversidad de especies se refiere. Y se posiciona en 1º lugar en herpetofauna, el 2º mamíferos, el 3º en aves y el 4º en angiospermas. Por grupo taxonómico presenta 204 especies de mamíferos, 717 especies de aves, 220 especies de reptiles, 103 especies de anfibios y 6021 especies de peces.

El Estado de Tamaulipas ocupa el décimo quinto lugar en México en cuanto a número de especies de fauna, y el décimo segundo en cuanto a especies endémicas. Entre los grupos que destacan están la fauna ictiológica (peces) compuesta por las de agua dulce y marina con un total de 411 especies. En el caso de los reptiles (herpetofauna), ésta está conformada por 163 especies; los anfibios (aquellos que pasan tiempo en el agua y en la tierra) están representados por 38; las aves con 378 y los mamíferos con 147 especies (IMEPLAN, 2019).

La abundancia está compuesta por 5,929 individuos. El grupo que presentó un mayor número de registro fueron las aves (3,309), seguido del grupo de peces (814) mamíferos (549), reptiles y anfibios.

Receptores de Riesgo.

A continuación, se describe los efectos que se tendrán sobre los equipos que conforman el Proyecto y/o Instalación, así como al ambiente, por lo que se identifican y describen a detalle las instalaciones, componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna, entre otros), que se encuentran inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo determinadas.

Lo anterior, se integra mediante una tabla, en la que se indican todos los datos anteriores a detalle para cada uno de los escenarios simulados, así como los Sistemas de Seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

Tabla IX-64. Descripción de los Posibles Receptores del Riesgo.

Clave y Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
EIL.01. Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", 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**: Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación.	1. 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) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5.Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónoma). 6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulfhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
EI.02. Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", 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**: Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación.	1. 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) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5.Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónoma). 6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulfhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
EI.03. Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control	**Ambiente**: Se presenta derrame con efectos fuera de los límites de la instalación.	1.Ingeniería y diseño de pozos adecuados y revisión de diseño externo. 2.Personal competente con experiencia en aguas profundas. 3.Análisis de Superficie geológica.

Clave y Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.		Hidrostática ajustable por MPD (sistema de perforación controlado por presión). 3.Modelación de fugas de aceite Plan de pozo de relevo. 4.Control de equipo en caso de fuga de aceite. 5.Las operaciones serán dos barreras probadas en todo momento de acuerdo con la Política de Petronas y los estándares de la industria. 6.Control de calidad y garantía de calidad en equipos y herramientas utilizados para barreras. 7.Personal operativo capacitado y competente con certificados de control de pozos 8.Política de operaciones si se pierde una barrera detener hasta que se recupere la segunda barrera. 9.Programa de inspección y aceptación para equipos de control de pozos (WCE) como BOP. 10.Procedimientos de control de pozos específicos del pozo junto con el contratista de la plataforma. 11.500 m como zona de exclusión. 12.DP2 o más. 13.Coordinación con autoridades marítimas, para obtener noticias de los otros barcos. 14.Embarcación equipada con un sistema de posicionamiento redundante y bien calibrado. 15.Sistema de Gas y Fuego. 16.Sistema de Trabajo seguro (PTWA y JSA). 17.Supervision HSE. 18.Sistema de supresión de gas y fuego.

Respecto a las capas analizadas para los escenarios E.01 y E.02 los radios identificados no tienen incidencia con éstos tal como se muestra a continuación:

Tabla IX-65. Áreas de interés colindantes al Proyecto

Componente	Nombre	Distancia respecto al límite del Área Contractual
Área Natural Protegida Federal	Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	44 km al suroeste
Área Natural Protegida Estatal	--	--
Regiones Terrestres Prioritarias	Laguna de San Andrés	120 Km al noroeste
	Laguna de Tamiahua	60 Km al oeste
Regiones Marinas Prioritarias	Giro Tamaulipeco	4 Km noreste
	La Pesca-Rancho Nuevo	130 Km al noroeste
	Laguna San Andrés	92 Km al noroeste
	Pueblo Viejo-Tamiahua	26 Km al suroeste
	Tecolutla	76 Km al suroeste
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Cenotes de Aldama	120 Km al noroeste
	Río Tecolutla	110 Km al suroeste
Sitios RAMSAR	Laguna de Tamiahua	67 km al oeste
	Manglares y humedales de Tuxpan	82 Km al suroste

De presentarse del escenario por derrame incontrolado de crudo ligero se verá afectado todas las áreas señaladas en la tabla anterior para lo cual se contará con todas las medidas de seguridad y prevención para evitar que este evento suceda.

En caso de un evento de pérdida de control de pozo en el punto de origen (wellbore) 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 caso de presentarse un derrame incontrolado de crudo con la finalidad de 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.
- 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.

IX.4.5.4 Determinación de Medidas de Reducción de Riesgo Adicionales para Escenarios de Riesgo No Tolerables y/o ALARP (As Low As Reasonably Practicable, Tan Bajo como Sea Razonablemente Factible).

IX.4.5.4.1 Nivel integral de Seguridad (SIL, por sus Siglas en Inglés) del Proyecto y/o Instalación.

Tomando como referencia que la perforación exploratoria del pozo Sayulita-1EXP, se realizará a través de un buque de perforación y que en dicha actividad participa activamente personal operativo, no se justifica la realización de un estudio de Determinación del SIL Objetivo y por ende la aplicación de un estudio LOPA.

IX.4.6 Sistemas de Seguridad y Medidas para Administrar los Escenarios de Riesgo.

IX.4.6.1 Sistema de extinción de incendios del proyecto

La clasificación de áreas peligrosas a bordo del MAERSK VALIANT se basa en IEC 61892-7,1997. A cada área se le ha asignado una clasificación de zona de peligro en función del potencial de liberación de gas dentro del área.

Las áreas peligrosas se dividen en zonas de la siguiente manera:

- Zona 0: en la que una mezcla explosiva de gas y aire está continuamente presente o presente durante largos períodos.
- Zona 1: en la que es probable que se produzca una mezcla explosiva de gas y aire en el funcionamiento normal.
- Zona 2: en la que no es probable que se produzca una mezcla explosiva de gas y aire, y si ocurre, solo existirá por un corto tiempo.

Las áreas seguras son áreas que no son peligrosas de acuerdo con las definiciones anteriores.

Zonas peligrosas

Zona 0

Las áreas peligrosas que normalmente se aplican en las unidades de perforación incluyen lo siguiente:

Los espacios internos de tanques cerrados y tuberías para contener lodo de perforación activo no desgasificado, aceite que tiene un punto de inflamación de copa cerrada por debajo de 60 ° C o gas y vapor

inflamable, así como petróleo y gas producido en el que un petróleo / gas / La mezcla de aire está continuamente presente o presente durante largos períodos.

Nota: - Las áreas peligrosas según lo especificado pueden extenderse dependiendo de la disposición real en cada caso.

Zona 1

1 Espacios cerrados que contienen cualquier parte del sistema de circulación de lodo que tiene una abertura en los espacios y está entre el pozo y la descarga de desgasificación final.

2 Espacios cerrados o ubicaciones semicerradas que están debajo del piso de perforación y que contienen una posible fuente de liberación, como la parte superior de un niple de perforación.

3 Lugares al aire libre debajo del piso de perforación y dentro de un radio de 1.5 m desde una posible fuente de liberación, como la parte superior de un niple de perforación.

4 Espacios cerrados que están en el piso de perforación que no están separados por un piso sólido de los espacios en el punto 2 anterior.

5 En lugares al aire libre o semicerrados, excepto según lo dispuesto para el punto 2 anterior, el área dentro de 1.5 m desde los límites de cualquier abertura al equipo que es parte del sistema de lodo como se especifica en 1 arriba, cualquier salida de ventilación de la zona 1 espacios o cualquier acceso a espacios de la zona 1.

6 Pozos, conductos o estructuras similares en lugares que de otro modo serían zona 2 pero que están dispuestos de manera tal que no se produzca la dispersión de gas.

Zona 2

1 Espacios cerrados que contienen secciones abiertas del sistema de circulación de lodo desde la descarga de desgasificación final hasta la conexión de succión de la bomba de lodo en el pozo de lodo.

2 Lugares al aire libre dentro de los límites de la torre de perforación hasta una altura de 3 m sobre el piso de perforación.

3 Ubicaciones semicerradas debajo y contiguas al piso de perforación y a los límites de la torre de perforación o en la extensión de cualquier recinto que pueda atrapar gases.

4 En lugares al aire libre debajo del piso de perforación, dentro de un radio de 1.5 m están más allá del área de la zona 1 como se especifica en la Zona 1 de áreas peligrosas (3).

5 Las áreas 1.5m más allá de las zonas de la zona 1 especificadas en la Zona 1 de áreas peligrosas (5) y más allá de las ubicaciones semicerradas especificadas en la Zona 1 de zonas peligrosas (2).

6 Áreas exteriores dentro de 1.5 m de los límites de cualquier salida de ventilación o acceso a un espacio de la zona 2.

7 Torres de perforación semicerradas hasta la extensión de su recinto sobre el piso de perforación o hasta una altura de 3 m sobre el piso de perforación, lo que sea mayor.

8 Bloqueos de aire entre una zona 1 y un área no peligrosa.

Sistema de detección de gas y fuego.

Los detectores de incendios se instalan en áreas donde se requiere una respuesta de detección rápida al inicio de incendios. Los detectores de incendios se instalan en una serie de bucles de cable, el número y tipo de detector en cada bucle se determina por la posibilidad de incendio en el área cubierta por el bucle de cable.

La distribución de detectores de gas en el buque de perforación está diseñada para permitir la detección de emisiones antes de que se puedan acumular concentraciones significativas de gases inflamables y tóxicos. Los detectores han sido asignados para cubrir las áreas del buque de perforación donde existe la posibilidad de liberación de gases inflamables o tóxicos o donde la entrada de gas podría presentar un peligro.

El cableado a cada detector no se dirige, en la medida de lo posible, a través del compartimento o área en la que se encuentra el detector.

Esta práctica está diseñada para reducir el riesgo de que un detector sea desactivado por un incendio en su ubicación. Todo el cableado del detector es de estándar marino a bordo blindado.

Todos los detectores de incendios y gases se someten a mantenimiento, calibración y pruebas periódicas para evitar la degradación del sistema de alarma de incendios y gases a través de la contaminación. El trabajo de mantenimiento puede realizarse en unidades detectoras individuales sin interrumpir la operación continua del sistema de incendio y gas que provoca su activación.

El sistema automático de control de alarmas de incendio y gas proporciona el estado del detector, información de alarma y funciones de control de alarma.

El sistema de control de incendios y gases controla automáticamente los ventiladores y las entradas de aire que sirven al alojamiento.

La activación del sistema de detección de incendios y gases asegurará una detección temprana y confiable de incendios o gases, donde sea que ocurran tales eventos. El sistema se utiliza para iniciar alarmas, iniciar acciones de protección, apagar equipos y alertar al personal.

El sistema se alimenta de dos UPS con una capacidad de operación continua de al menos 30 minutos después de la pérdida de energía. Un UPS se alimenta del sistema de alimentación principal y un UPS se alimenta del sistema de emergencia.

Sistema de detección de incendios

El sistema de detección de incendios controla el calor, el humo, los detectores de llamas y los puntos de llamada manual instalados en ubicaciones en todo el simulacro de acuerdo con el diseño del detector de incendios y gases. Los detectores se distribuyen de acuerdo con las características de incendio previstas en las áreas en cuestión. Por ejemplo, los detectores térmicos se instalan en áreas donde el riesgo de incendio iría precedido de rápidos aumentos de temperatura. Los detectores de humo se instalan en áreas donde un incendio puede generar humo rápidamente. Los detectores de llamas se emplean para evitar alarmas de detectores espurios en áreas donde el humo y el calor pueden estar presentes en condiciones operativas normales.

La especificación de cada detector con respecto a su clasificación de seguridad intrínseca, a prueba de fuego o de explosión está determinada por la especificación de zona peligrosa de la ubicación.

Todos los detectores direccionables están conectados a través de uno de varios circuitos de incendio al sistema central de incendios. El panel principal de la alarma contra incendios se instala en la caseta del timón y los subpaneles de la alarma contra incendios se proporcionan en la estación de control de incendios y la sala de nebulización / inergen.

Las áreas de detección de incendios no están relacionadas y son independientes de las zonas peligrosas de la plataforma, pero se basan en las áreas físicas cubiertas. Los bucles de detección de incendios se representan esquemáticamente en los paneles de alarma contra incendios.

El sistema de detección está vinculado al sistema de megafonía para el anuncio de alarma de; alarma de incendio, abandono, gas H2S y gas combustible. La alarma contra incendios funciona tanto automáticamente como por actuadores manuales.

Los interruptores operados manualmente para la activación del sistema de alarma contra incendios se instalan en la caseta del timón y cerca de cada puerta de escape hacia el exterior del alojamiento, la sala de máquinas y el espacio de maquinaria de acuerdo con las Reglas y Regulaciones.

Sistema de detección de gas

Los sensores de gas están ubicados estratégicamente en áreas donde existe un riesgo creíble de liberación de gases inflamables o tóxicos, o donde la entrada de gas podría presentar un peligro.

El buque de perforación cuenta con un sistema de monitoreo de gas combustible Autronica AutroPoint HC200. La estación principal para el sistema de detección de gas está ubicada en la timonera. Las configuraciones para los sensores de gas combustible son:

- gas alto: 20% del límite inferior de explosividad (LEL)
- gas alto-alto: 60% de LEL

El buque de perforación está equipado con un sistema DET-TRONICS GT3000 para monitoreo de H2S con puntos de muestreo en varios lugares del buque de perforación. La detección de alto nivel de H2S causará la parada de los ventiladores de suministro de alojamiento.

Las configuraciones para los detectores de gases tóxicos son:

- alto - 5 ppm
- alto-alto - 10 ppm

El sistema de detección de gas (gas combustible y H2S) está conectado con el IAS para mostrar la condición de todos los detectores.

Se proporcionan detectores de gases combustibles y tóxicos en los conductos de admisión de aire del alojamiento.

Sistema Shutdown

El sistema ESD puede activarse tanto manual como automáticamente. La activación manual es posible desde la alarma crítica y los paneles de acción y desde los botones manuales. La activación automática se realiza tras un incendio o gas confirmado del sistema de detección de incendios y gases.

La activación del sistema ESD garantizará la condición más segura posible del buque de perforación para minimizar las consecuencias de una situación de emergencia relacionada con la liberación incontrolada de hidrocarburos o un estallido de incendio. El sistema se utiliza para proporcionar un apagado seguro y rápido de sistemas y equipos.

Niveles de apagado de ESD

El sistema ESD se divide en varios niveles, donde ESD 1 es el nivel más alto.

Tabla IX-66. Niveles ESD

Nivel ESD	Descripción
ESD 3.3	Alojamiento
ESD 3.3	Propulsor delantero y ventilación espacial de maquinaria
ESD 3.4	Combustible hacia adelante y hacia atrás, transferencia de aceite base
ESD 3.5	Ventilación superior de áreas peligrosas
ESD 3.6	Hélice de popa y ventilación del espacio de maquinaria
ESD 2.12	Orificio de ventilación de la sala de máquinas en babor
ESD 2.11	Babor total sala de máquinas
ESD 2.22	Ventilación central de la sala de máquinas
ESD 2.21	Centro de sala de máquinas total
ESD 2.32	Ventilación de estribor de la sala de máquinas
ESD 2.31	Total de estribor de la sala de máquinas
ESD 2.61	Emergencia. generador
ESD 2.81	DCR apagado
ESD 2.83	UPS apagado
ESD 1	ESD 1 Abandonar buque

El nivel ESD 1 cerrará toda la nave de perforación. Algunos los cierres se retrasarán en el tiempo para permitir el cierre controlado, la reunión y la evacuación. Los sistemas aún activos después de ESD 1 son:

- Luces de emergencia (UPS> 30 min)
- sistema de control BOP
- Sistema de alarma general de emergencia.
- Sistema de megafonía
- GMDSS y comunicaciones de radio de seguridad
- Sistema de detección de incendios y gases.
- Sistema de radio TETRA UHF (en modo de operación baja)

Ubicaciones de ESD

Los paneles de acción y alarma crítica de ESD (también conocidos como paneles de botones de matriz) se distribuyen de la siguiente manera:

- casa de la rueda
- ECR
- estación de trabajo de perforación
- estación de control de incendios
- niebla de agua / sala Inergen

Las acciones de apagado también se pueden iniciar desde los botones ESD en las siguientes áreas de perforación.

Nivel de ESD AVS:

- puente
- Área de botes salvavidas en el puerto delantero
- Área de bote salvavidas de estribor delantero
- Área de bote salvavidas en popa (puerto)
- Área de bote salvavidas en popa (estribor)

Interfaz con sistemas F&G

El sistema ESD y el sistema de detección de incendios y gases son dos sistemas de seguridad independientes, pero están integrados juntos como parte del sistema de Control Integrado y Seguridad (ICS) (K.SAFE). Una la alarma de la estación de bomberos y de gas se enviará a la estación de ESD, y al recibir la señal, la estación de ESD iniciará la acción apropiada. La desconexión de los ventiladores de suministro y el cierre de los amortiguadores de ventilación es el desempeño del sistema de incendio y gas en respuesta a una señal del sistema ESD.

ESD y Fuego y Gas

Sistemas de control

Los sistemas de detección de ESD y de incendios y gases son parte del ICS.

Los sistemas de detección de ESD y de incendios y gases son independientes y además de todos los demás sistemas de control.

Los sistemas de ESD e incendio y gas son controlados y monitoreados desde:

- la estación de operación de seguridad ubicada en la caseta del timón
- la alarma crítica y los paneles de acción ubicados en:
- sala de control del motor
- timonera
- estación de trabajo de perforación
- estación de control de incendios
- niebla de agua / sala Inergen

Los sistemas se pueden monitorear desde todas las estaciones de operador marítimo de Kongsberg.

Sistemas de extinción de incendios

Sistema de agua contra incendios

El agua para la lucha contra incendios se suministrará desde la línea de fuego principal del anillo. Se proporciona un sistema de extinción de incendios con agua de mar para el alojamiento, la sala de máquinas, la cubierta superior, etc., de acuerdo con los requisitos de la Regla / Reglamento.

Hay tres (3) bombas de incendio Allweiler MA 200-500 AELE, cada una con una potencia de 750 m3 / hy ubicadas en áreas independientes separadas:

- Sala de máquinas en popa (P)
- Sala de máquinas en popa (S)
- Cuarto delantero de maquinaria auxiliar

Se proporcionan dos (2) bombas pequeñas para la presurización del agua de mar a la línea de fuego principal. Las bombas de incendio principales y estas dos (2) bombas pequeñas se ponen en marcha y se detienen por la presión de agua preestablecida en la línea de incendio principal.

Tubería principal y de distribución de anillo de agua contra incendios Una tubería principal de anillo de agua contra incendios de 300 mm de diámetro cubre todas las áreas del buque de perforación. El anillo principal se divide en una sección con válvulas de aislamiento instaladas que permiten que continúen las operaciones completas de lucha contra incendios en caso de que falle una sección de la tubería principal.

El anillo principal consta de hidrantes y carretes de manguera, instalaciones de diluvio, carretes de manguera AFFF y boquillas de espuma y diluvio (ramificadas) ubicadas en las siguientes áreas:

- Cuarto de bombas de lastre
- Áreas de alojamiento
- Tienda de pintura
- Diluvio de incendio para el tanque de combustible heli y la unidad de bomba
- espacios de maquinaria
- salas de Thruter
- Tanque a granel seco
- sala de agitador
- Áreas superiores
- Estaciones de diluvio y espuma.

Sistema de diluvio

Se proporciona un sistema de diluvio en las siguientes ubicaciones:

- piso de perforación
- piscina de Luna
- sala de shale shaker
- área extendida de prueba de pozo

El sistema se puede activar manualmente en la estación de control de incendios y localmente adyacente a cada espacio protegido. La activación del sistema de diluvio iniciará alarmas visuales y audibles que se indican en los paneles de incendio y gas. El agua se suministra desde la línea principal de incendios de la cubierta superior del casco.

Sistema de agua nebulizada

Se proporciona un sistema de agua nebulizada para los siguientes espacios:

- salas de máquinas
- sala de bombas de lastre
- habitaciones purificadas
- sala de maquinaria auxiliar

El sistema de agua nebulizada proporciona medios automáticos de extinción de incendios, capaces de detectar, activar alarmas y extinguir incendios automáticamente. El gabinete de liberación se encuentra en la estación de control de incendios y también se puede controlar de forma remota en la caseta del timón y localmente en la sala de nebulización de agua e Inergen. El principio básico del sistema de nebulización de agua es que las gotas muy finas de agua tienden a excluir el oxígeno del área del incendio, lo que priva al material de oxígeno que se quema.

Sistema de espuma Helideck El sistema de espuma principal utiliza tres (3) monitores de fuego auto-oscilantes, cada uno montado en un patín de tanque de espuma, ubicado alrededor de la periferia del helipuerto. Los monitores pueden entregar agua o agua

Espuma formadora de película (AFFF) en un chorro sólido o en un patrón de pulverización. El sistema se suministra con agua de mar del sistema de agua contra incendios.

La espuma se genera al mezclar Fomtec (la sustancia química que hace espuma) con agua de mar, suministrada desde el sistema de agua contra incendios a una tasa de solución química del 3% al 97% de agua de mar. Cuando se abre la válvula de aislamiento de la manguera de concentrado de espuma, un inductor en el cuello del monitor extrae el Fomtec del tanque químico de espuma.

La operación remota del sistema es a través del panel de control remoto ubicado en la sala de equipos de seguridad. La operación local de cada monitor es a través de la caja de control montada localmente que tiene botones de LIBERACIÓN y RESTAURACIÓN para abrir y cerrar la válvula de suministro principal de incendio.

El sistema principal de lucha contra incendios se complementa con el uso de tres (3) gabinetes de hidrantes de espuma, cada uno con una manguera contra incendios de 38 mm x 15 m.

Cada gabinete está conectado al sistema de agua contra incendios a través de una válvula de hidrante aislante. Una manguera contra incendios se conecta al sistema a través de un acoplamiento de conexión rápida. La manguera y la boquilla adjunta pueden suministrar agua o extraer el concentrado de espuma de los tambores a través de un inductor para producir AFFF.

Sistema Inergen

Se proporciona un sistema Inergen para la extinción de incendios en los siguientes espacios:

- salas de juntas de conmutación
- ECR
- salas de propulsión azimutal
- sala de generadores de emergencia

- sala de cemento
- sala de aparamenta

con un gabinete de liberación provisto en la estación de control de incendios. El sistema también se puede controlar de forma remota en la caseta del timón y localmente en la sala de embotellado de agua e Inergen.

Extintores Portátiles

Se proporciona equipo portátil de lucha contra incendios en varios lugares alrededor del buque de perforación para proporcionar una respuesta rápida a cualquier situación de incendio antes de que el fuego se desarrolle por completo. El equipo portátil de extinción de incendios (espuma, CO2 y polvo seco) del tipo correcto para los peligros identificados dentro de cada área está ampliamente distribuido en todo el buque de perforación. La ubicación de los extintores portátiles se detalla en los Planes de incendio y seguridad.

IX.4.6.2 Plan de respuesta a emergencias

Se prepara y mantiene un plan de respuesta de emergencia dedicado, conocido como el Manual de Contingencia, para cada unidad organizativa, es decir, oficina, sitio o unidad en alta mar gestionada por una Entidad de Perforación de Maersk. Un proceso global establece estándares mínimos y el procedimiento de convocatoria.

Se mantiene un procedimiento dedicado para garantizar que los procedimientos de respuesta a emergencias se coordinen en toda la organización de perforación Maersk y que las interfaces con las partes externas relevantes estén reguladas.

El plan de respuesta a emergencias garantiza que se cumplan los siguientes requisitos mínimos:

- Se define una línea de comando clara para la organización de respuesta a emergencias y se especificarán criterios claros para la notificación y la notificación.
- Las instrucciones claras sobre la respuesta a emergencias creíbles para el MODU / sitio en cuestión están disponibles y se utilizan como base para la planificación de simulacros y ejercicios.
- El número apropiado de personal está debidamente calificado para
- manejar una emergencia, ayudar al personal incapacitado y operar el equipo de respuesta a emergencias requerido para facilitar el escape y la evacuación
- Se identifican, establecen y marcan áreas seguras de reunión y áreas de refugio temporal.
- Se cuenta con un sistema eficaz de reunión que facilita la identificación rápida del personal desaparecido en una emergencia.
- Instalaciones de comunicación apropiadas disponibles.

- Se dispone de sistemas apropiados de alarma y alarma de incendio, humo, explosión y gases tóxicos.
- Se proporcionan y marcan rutas de escape seguras
- Están instalados y disponibles los medios apropiados para controlar la emergencia, incluidos los sistemas de extinción de incendios.
- Se instalaron sistemas de alarma general apropiados.
- Se dispone de medios apropiados de evacuación y rescate incluyendo equipo personal de escape y rescate
- Se establece un documento puente para todos los contratos para regular las interfaces con la organización y el sistema de gestión del Cliente.

Los procedimientos para emergencias ambientales formarán parte integrante de los procedimientos de respuesta a emergencias.

Equipos de emergencia

Los detalles de los procedimientos y las responsabilidades se encuentran en el Manual técnico TMA_Manual de contingencia.

Los equipos de emergencia están encabezados por el Equipo de Manejo de Emergencias, cuyos miembros son:

- OIM (persona a cargo)
- Líder de sección de perforación
- Líder de sección técnica
- Líder de la Sección Marina (fuera de servicio)
- Operador senior de DP (de servicio)
- Operador DP (en servicio)
- Representante del operador
- Administrador del barco (de servicio)
- Supervisor submarino (de servicio)
- Planificador técnico

El Equipo de Manejo de Emergencias se reúne en el Centro de Control de Emergencias (ECC), que es la caseta del timón.

Ejercicios de respuesta a emergencias

La realización de simulacros es un elemento importante para la capacitación de la tripulación en el control y la mitigación de escenarios de emergencia, y los simulacros son esenciales para:

- Mantener las habilidades adquiridas en las escuelas de formación.
- Familiarización con equipos y sistemas.
- Crear equipos efectivos

El procedimiento para realizar simulacros y ejercicios se describe en los simulacros y ejercicios modelo SIRIUS. Este procedimiento se realiza para cumplir los requisitos mínimos en el Código MODU, SOLAS, MARPOL y el Código ISPS.

La OIM y el Líder de la Sección Marina preparan conjuntamente el Plan Anual de Perforación. El plan se actualizará de forma continua en un plazo de 12 meses. La secuencia real y la composición de los elementos del Catálogo de ejercicios en el Modelo SIRIUS Crear plan de ejercicios / ejercicios se determina sobre una base que incluye lo siguiente:

- Experiencia / antigüedad del personal en varias emergencias.
- Equipos de respuesta
- Cumplimiento de los criterios legales.
- Cualquier equipo nuevo introducido

Todos los equipos y electrodomésticos que salvan vidas están cubiertos en los simulacros dentro de cualquier período de 2 meses.

Comunicación

Maersk Drilling se comunicará con las autoridades pertinentes y cooperará con organizaciones e instituciones nacionales e internacionales en relación con los aspectos de seguridad. Todos los informes a las autoridades serán realizados por el centro de control de emergencias del operador o Maersk Drilling.

Organización de la Emergencia

La Organización de Emergencia de Perforación y Maersk Drilling interactúa con la Organización de Emergencia del Operador y, a su vez, interactúa con los Requisitos Gubernamentales.

Se preparará un documento puente para cada operador específico o campo petrolero. El documento enumerará los procedimientos relevantes del operador y explicará la interfaz con los procedimientos internos de Maersk Drilling.

Maersk Drilling es responsable de la operación segura del buque de perforación.

El Manual de Contingencia se ha preparado de acuerdo con las últimas directrices. Los procedimientos de emergencia en la sección 5 del Manual no pueden cubrir todas las situaciones de emergencia posibles.

Sin embargo, la intención es que sea una guía para aquellos involucrados en las diferentes situaciones de emergencia.

Organización de emergencia en alta mar

La organización de emergencia se basa en la organización operativa normal con énfasis en la flexibilidad para que los grupos / personal que no estén directamente involucrados en un incidente brinden asistencia según sea necesario.

Para tipos específicos de incidentes, se formarán los equipos de emergencia necesarios. Los equipos se identifican cuando corresponde en la Sección 5 del Manual de Contingencia.

Organización de emergencia en tierra

El administrador de la plataforma convoca al grupo de emergencia. Luego se establece la sede central de emergencia en la oficina de la costa.

El Grupo de Emergencia de la Base Costera consiste en:

1 Coordinador de emergencias

2 Coordinador de operaciones

3 Coordinador de seguridad

4 Guardián de registro

5 Coordinador de personal

6 Representante del gerente superior.

Un Equipo de Respuesta Relativa y un Equipo de Respuesta de Medios respaldarán al Comité.

Semanalmente, la rotación del Comité de Emergencia será

publicado y enviado a todos los miembros del Comité, Clientes, Instalaciones Offshore y Maersk

Perforación en Base tierra.

Se pueden encontrar más detalles de la organización de emergencia en tierra en el Manual del Comité de Respuesta a Emergencias de Perforación de Maersk.

El procedimiento se inicia mediante la llamada de instalación

1 La instalación llama al coordinador de respuesta de emergencia y proporciona detalles de la emergencia.

2 El coordinador de respuesta de emergencia determina el nivel apropiado de convocatoria y los miembros del Comité a ser llamados

3 Se solicitará al Coordinador de Respuesta a Emergencias, la recepcionista o el guardia de Seguridad de la Base de Maersk perforación en tierra que llame por teléfono a los miembros de guardia apropiados. El primer punto de contacto será móvil de guardia. La recepción de Maersk perforación en base tierra, contará con una lista actualizada de números de contacto. Los miembros del comité llaman a la recepción Maersk perforación en base tierra y reconocen que han sido alertados

4 En caso de que un miembro de respuesta de emergencia no responda a su teléfono móvil, la recepcionista de Maersk perforación en base tierra o el guardia de seguridad probarán otros números de contacto, p. teléfono fijo

5 En caso de que un miembro de respuesta de emergencia no responda, la recepcionista de Maersk perforación en base tierra o el guardia de seguridad se comunicarán con otros miembros del comité dentro del grupo.

6 El coordinador de emergencias informa a la alta gerencia del incidente.

7 Los miembros del comité proceden a la ERR o brindan apoyo según lo detallado por el Coordinador de emergencias

8 El primer miembro del comité que llegue a la ERR informará a la instalación que la ERR ahora está tripulada y llevará a cabo las acciones descritas en el Manual del Comité de Respuesta a Emergencias de Perforación de Maersk

9 Los representantes de Maersk perforación en los clientes ERR y guardacostas establecen comunicaciones con Maersk perforación ERR

10 Listas POB / NOK distribuidas según sea necesario (preferiblemente por fax)

11 El comité se reúne en ERR y actúa para planificar y coordinar las actividades de la compañía.

En caso de un incidente continuo o de gran escala, se llamará al personal adicional de secretaría y personal.

Una vez que se llega a esta etapa, el Coordinador de emergencias o su designado informará al personal individual sobre la situación y sus deberes.

IX.4.6.3 Sistemas de seguridad

Bote salvavidas

El buque de perforación está equipado con seis (6) 80 N TEMPC LBT-935T TEMPSC con capacidad para 80 personas; dos ubicados en los lados de babor y estribor del área de alojamiento y uno ubicado en los lados de babor y estribor del área de la carcasa del motor de popa. La ubicación de las cápsulas proporciona un embarque fácil y rápido desde las áreas de reunión. El estándar de peso del personal se basa en 98 kg / persona.

El nivel de provisión TEMPSC es tal que el POB máximo de 230 puede acomodarse en tres botes y hay suficientes lugares en total para más del 200% del POB máximo.

Los botes salvavidas y los equipos asociados están diseñados, construidos y aprobados de acuerdo con el código LSA 1983/96 de SOLAS y las enmiendas posteriores, y con la etiqueta CE de acuerdo con la Directiva de equipos marinos.

Cada TEMPSC está equipado con un motor refrigerado por agua dulce, con un tanque de combustible que tiene la capacidad suficiente para hacer funcionar el bote salvavidas en una condición completamente cargada a una velocidad de al menos 6 nudos en agua suave.

Se proporcionan dos baterías independientes para el sistema de arranque. Se instala un sistema de rociado de agua para protección contra incendios, que proporciona al exterior de la embarcación un rocío protector de agua en caso de que el TEMPSC encuentre un incendio en la superficie del agua.

Las unidades se lanzan pescantes. Los pescantes tienen una carga de trabajo segura de 14.100 kg y una inclinación operativa máxima de 10 ° en el talón y 20 ° de acabado.

Balsas salvavidas

El buque de perforación está equipado con veintidós (22) balsas salvavidas Valiant 25DK con capacidad para 21 personas, ubicadas tanto en el babor como en el lado de estribor, hacia adelante y hacia atrás del alojamiento y la carcasa del motor. Las balsas salvavidas son de tipo inflable de lanzamiento al agua. Cada balsa salvavidas tiene un paquete de supervivencia que se ajusta al "Paquete de emergencia" A "con SOLAS.

Escaleras de escape

Se proporcionan escaleras de embarque para el MAERSK VALIANT en los siguientes lugares:

- 2 alojamiento Fwd en C-deck
- 2 alojamiento Fwd en B-deck

- 2 carcasa del motor en popa

Instalaciones de rescate

Un bote de rescate de 10 hombres lanzado por pescante está disponible en el babor para su uso en caso de que las personas se caigan por la borda.

Equipo de protección de bombero

Hay doce (12) armarios de traje de bombero a bordo. Tres (3) se encuentran en la estación de control de incendios en el nivel superior de la cubierta del alojamiento; tres (3) en la sala de control del motor en la segunda cubierta

nivel en la sala de máquinas central; Tres (3) se encuentran en el piso de perforación (lado de estribor delantero); y tres (3) en la carcasa del motor (en popa).

Además, hay tres (3) cajas de almacenamiento en la sala de equipos de seguridad del helicóptero en la cubierta de recepción del helicóptero. Por lo tanto, hay un total de quince (15) juegos de equipos de protección contra incendios disponibles.

Cada conjunto contiene:

- 1 traje de fuego
- 1 par de botas y guantes
- 1 juego de casco rígido completo con visera
- 1 hacha de bombero (con cinturón y bolsa)
- 1 conjunto de lámpara de seguridad eléctrica
- 1 set SCBA (aparato de respiración autónomo)
- 4 set de cilindros de aire de repuesto
- 1 juego de línea de vida a prueba de fuego con gancho de seguridad y placas de instrucciones

Sistema de alarmas

El sistema está conectado al sistema de detección de incendios y gases. En el caso de que el sistema de detección de incendios y gases detecte una alarma, pero un operador no la reconozca dentro de un tiempo especificado, el sistema generará automáticamente una alarma sobre el sistema de megafonía.

Las unidades de control remoto del sistema PA se encuentran en las siguientes ubicaciones:

- timonera
- sala de respaldo DP
- Sala de control del motor
- cabina del perforador

Estas unidades tienen prioridad sobre una transmisión realizada desde cualquier otra posición.

En áreas ruidosas, donde es posible que no se escuchen las alarmas, las luces de colores configuradas para los requisitos de la OMI proporcionan una indicación visual del estado de la instalación.

Hay cuatro (4) tonos de alarma audibles aplicados en el sistema PA / GA:

- Alarma de evacuación / alarma de reunión: tono constante de 1,000 Hz
- Alarma de incendio: alarma de dos tonos
- Alarma general: tono de alarma intermitente de 1,000 Hz. Para usarse en caso de pérdida del control del pozo, hombre al agua, descarga de gas, posible colisión, accidente de helicóptero, otros estados de emergencia
- Alarma de gas tóxico / alarma de gas H2S: sirena multitono

Protección pasiva contra incendios

La protección pasiva contra incendios es crítica para la integridad de la TR y otros espacios críticos dentro del MAERSK VALIANT. También sirve para inhibir la escalada de propagación del fuego entre compartimentos.

La protección pasiva contra incendios para el MAERSK VALIANT consiste en barreras resistentes al fuego. Se proporciona una combinación de barreras de clase A y B en todo el buque de perforación de acuerdo con los requisitos de las normas / reglamentaciones aplicables. Las clasificaciones de fuego de los mamparos se identifican en los Planes de seguridad y contra incendios.

Refugio Temporal

El Refugio Temporal (TR) es un lugar en el que el POB del buque de perforación puede reunirse, si es necesario a corto plazo, en un lugar protegido de los efectos inmediatos de un accidente y desde donde se pueden tomar medidas para evaluar y controlar un accidente u organizar escape, evacuación y rescate.

El TR en MAERSK VALIANT se define como la totalidad del bloque de alojamiento, incluido el puente.

Las instalaciones disponibles dentro del TR incluyen:

- control DP
- panel ESD
- Monitoreo de incendios y gases.
- Sistema PA
- Sistemas de comunicaciones internas / externas.
- Control de puertas correderas estancas
- Diluvio remoto / niebla de agua / activación de Inergen.

Tabla IX-67. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
Recomendaciones Hazid							
1	Establecer estándares de flujo de información en caso de crisis.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	1.1.1.1	Derrame de crudo en lecho marino por pérdida de control del pozo con daño al medio ambiente.	Perforación	Bajo
2	Personal entrenado en Respuesta a Emergencias	2	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	1.2.1.1	Derrame de crudo por colisión con otra embarcación, con daño al medio ambiente.	Perforación	Bajo
3	Contratar a un proveedor de servicios de helicópteros con buena reputación y buen desempeño de seguridad	3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	1.3.5.1	Caída de helicóptero por condiciones meteorológicas adversas	Petronas	Bajo
Recomendaciones Hazop							
1	Verificar la disponibilidad y estado del equipo de protección autónoma y Cascada	1 y 3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1,	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
				1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.16.1, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3			
2	Calibración periódica de los detectores de H2S.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
3	Entrenamiento para el uso de equipos, en Cursos de control de brotes.	1 y 3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1, 3.4.4, 3.4.5	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
4	Aplicar el procedimiento y participación en emergencias y simulacros.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
5	Capacitar y entrenar al personal para la identificación de las alarmas visuales y sonoras.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
6	Mantenimiento Preventivo Total (panel del perforador, bombas lodos, compresores, rotaria, temblorinas, agitadores, preventores, bomba koomey, malacate, roncos, detectores de gas combustible y sulfhídrico, silos, líneas y/o tuberías).	1, 3 y 7	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.4, 7.2.1	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
7	Selección adecuada del personal para las distintas capacitaciones (control de brotes, equipos y herramientas de perforación).	1 y3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
8	Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y utilizar el tipo de malla adecuado para el control de sólidos.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Incorporación de hidrocarburos (gas, aceite) o agua al fluido de control o combinación de ellos	Perforación	Medio

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
9	Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y utilizar el tipo de malla adecuado para el control de sólidos.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Incorporación de hidrocarburos (gas, aceite) o agua al fluido de control o combinación de ellos	Perforación	Medio
10	Verificar regularmente la calibración de la balanza de lodos.	1 y 3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.13.3, 3.6.2	Incorporación de hidrocarburos (gas, aceite) o agua al fluido de control o combinación de ellos	Perforación	Medio
11	Monitoreo del nivel (espejo) o flujo de lodo en la línea de flote a la salida.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.14.2	Posibilidad de manifestación y descontrol del pozo, con posible fuga incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
12	Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.15.1	Posibilidad de manifestación del pozo.	Perforación	Medio
13	Supervisión constante del personal involucrado en operación.	3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 3.3.1, 3.3.2	Derrame de lodo	Perforación	Medio

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
14	Evaluar procedimiento, insumos disponibles, rapidez de respuesta y capacitación y adiestramiento para el control de pérdidas.	3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 3.4.1, 3.4.5	Descontrol del pozo, si coincide con presencia de gas o aceite.	Perforación	Medio
15	Mejorar la instrumentación básica del equipo, incorporada detectores de densidad a la entrada y salida con alarma.	3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 3.6.3	Posibilidad de manifestación y descontrol del pozo, con posible fuga, incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
16	Monitoreo de presión de poro en tiempo real	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.3.2, 1.5.7	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión	Perforación	Medio
17	Instalar un enfriador de lodos.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.11.1, 1.11.2	Gradiente geotérmico de la formación (antigüedad de la formación)	Perforación	Bajo

IX.4.7 Conclusiones y Recomendaciones.

El presente Estudio de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH), se ha elaborado conforme a la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos de la ASEA, en donde debe desarrollarse un análisis preliminar de riesgo, análisis cualitativo de riesgo, análisis cuantitativo de riesgo y análisis de consecuencias. El Análisis Preliminar de Riesgo consistió en realizar con un grupo multidisciplinario el estudio HAZID para el proyecto denominado**: "Exploración del Área Contractual 12",** acompañado de un histórico de accidentes plasmado en el apartado 4.4.1 de este estudio. El Análisis Cualitativo fue realizado por un grupo multidisciplinario de trabajo parta la identificación de peligros mediante la metodología HazOp. Adicionalmente como parte del Análisis Cuantitativo de riesgo, se efectuó el análisis frecuencial y de acuerdo a simulaciones obtenidas del software Phast 8.22 para los escenarios en donde se presentaba una manifestación del pozo, en donde se tiene un riesgo inherente Muy Alto.

Para la elaboración del presente ARSH, se realizó con la información Proporcionada por PETRONAS de los sistemas involucrados con la Exploración del **Área Contractual 12**, como: las condiciones esperadas del Pozo exploratorio, la información descriptiva del proceso y de los diversos servicios del proceso, así como de los planos de localización de la instalación.

Con respecto al análisis cuantitativo se obtuvieron 3 escenarios, los cuales se clasificaron como peor caso y como caso más probable. Dentro de este análisis se realizaron simulaciones con el software Phast en su versión 8.22 y OSCAR, como resultado se obtuvieron diferentes radios de afectación de acuerdo a cada tipo de escenario.

Como observación y como se mencionó anteriormente se tienen 2 escenarios tipificados como peor caso, estos escenario contemplan la ruptura total de una línea del Pozo, por lo cual las afectaciones reflejadas en los diagramas de pétalos son catastróficas, como podemos observar en Anexo IX.4i.VI, en donde en el escenario 1 se tiene afectaciones de radiación térmica (Jet Fire) de alto riesgo (37.5 KW/m2) con radio de afectación de 455.75 metros y el escenario 3 por derrame en el cual se muestra la dispersión del crudo ligero en el mar dentro de 150 días.

Sin embargo, una vez realizado el análisis frecuencial, se puede observar que los eventos de riesgo potenciales se encuentran con la probabilidad de ocurrencia Improbable (del orden de $5.05x10^{-09}$ a $1.06x10^{-14}$) por lo que se encuentra en el rango de Riesgo Bajo, esto derivado a que la instalación cuenta los elementos de control y de seguridad necesarios para evitar, minimizar e incluso mitigar los eventos de riesgo identificados en el presente estudio, por lo que se considera que el proyecto del "Exploración del **Área Contractual 12"** será una instalación segura, llevando a cabo el cumplimiento de las recomendaciones presentadas así como, siguiendo los estándares y normas

de diseño presentados en la ingeniería de diseño y una vez en la puesta en marcha y operación se lleven a cabo los programas de capacitación y de mantenimiento preventivo respectivos.

IX.4.7.1 Listado de Recomendaciones (Medidas de Control) Emitidas en esta Etapa.

El diseño de una instalación nunca puede ser absolutamente seguro y/o completamente a prueba de errores humanos. La complejidad de las operaciones a llevar a cabo, la variedad de condiciones de trabajo, la adaptación a las condiciones de las materias primas y el siempre posible acontecimiento de un fallo no previsto son factores que hacen de la correcta operación un factor tan importante como el diseño inicial.

No se puede asegurar que una instalación bien diseñada con la mejor tecnología existente no pueda sufrir un accidente grave debido a un fallo de comunicación, a una operación de arranque realizada de manera incorrecta, a un control insuficiente sobre las modificaciones o procedimientos de mantenimientos inadecuados, etc.

Para controlar los procesos se recurre cada vez más a complejos sistemas automáticos de control, el manejo de estos requiere operarios calificados y entrenados. Los programas de formación y adiestramiento y las simulaciones dinámicas del funcionamiento son cada vez más elementos vitales para lograr un alto grado de seguridad.

Como parte de lo anterior y con el objetivo de mantener el grado de riesgo en niveles de aceptabilidad, como alcance de este documento es necesario el llevar a cabo la aplicación de las recomendaciones generales ya sea durante la etapa de operación o mantenimiento, y con esto poder administrar el nivel de riesgo identificado del proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", mismas que se enuncian a continuación:

Tabla IX-68.Recomendaciones Emitidas Aplicando la Metodología HazId (Perforación de pozos exploratorios)

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
1. Establecer estándares de flujo de información en caso de crisis.	1.1.1.1	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS	Realizado	Realizado	PRE (Plan de Respuesta a Emergencias)
2.Personal entrenado en Respuesta a Emergencias	1.2.1.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS	Realizado	Realizado	PRE (Plan de Respuesta a Emergencias) – Matriz de entrenamiento
3.Contratar a un proveedor de servicios de helicópteros con buena reputación y buen desempeño de seguridad	1.3.5.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS	15 May 2020	15 Agos 2020	Contratista de helicópteros rendimiento de HSE

Tabla IX-69. Recomendaciones Emitidas Aplicando la Metodología HazOp (Perforación)

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
1. Verificar la disponibilidad y estado del equipo de protección autónoma y Cascada	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3,	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			HSE de la Plataforma

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
	1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.16.1, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3						
2. Calibración periódica de los detectores de H2S.	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			HSE de la Plataforma
3. Entrenamiento para el uso de equipos, en Cursos de control de brotes.	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1, 3.4.4, 3.4.5	Mejora	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Matriz de entrenamiento
4. Aplicar el procedimiento y participación en emergencias y simulacros.	Causes: 1.1.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			PRE Registros de simulacros de emergencia
5. Capacitar y entrenar al personal para la identificación de las alarmas visuales y sonoras.	Causes: 1.1.2	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Registro de inducción en la Plataforma

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
6. Mantenimiento Preventivo Total (panel del perforador, bombas lodos, compresores, rotaria, temblorinas, agitadores, preventores, bomba koomey, malacate, roncos, detectores de gas combustible y sulfhídrico, silos, líneas y/o tuberías).	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.4, 7.2.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			HSE
7. Selección adecuada del personal para las distintas capacitaciones (control de brotes, equipos y herramientas de perforación).	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Matrix de entrenamiento
8. Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y utilizar el tipo de malla adecuado para el control de sólidos.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Preventiva	Contar con procedimientos de mantenimiento preventivo y apegarse a la actividad.	PETRONAS			Contrato de control de sólidos
9. Verificar regularmente la calibración de la balanza de lodos.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Procedimiento general de PETRONAS Hoja de verificación diaria de lodo

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
10. Evaluar controles de calidad en la preparación del lodo y equipos contratados para la eliminación de sólidos	Causes: 1.13.3, 3.6.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			Contrato de control de sólidos Hoja de verificación diaria de lodo
11. Monitoreo del nivel (espejo) o flujo de lodo en la línea de flote a la salida.	Causes: 1.14.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			Sensor de monitoreo de flujo redundante por contratista de registro de lodo.
12. Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.	Causes: 1.15.1	Preventiva	Contar con procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.	PETRONAS			HSE de la plataforma y programa de mantenimiento
13. Supervisión constante del personal involucrado en operación.	Causes: 3.3.1, 3.3.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			Manual de contratistas d ela plataforma

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
14. Evaluar procedimiento, insumos disponibles, rapidez de respuesta y capacitación y adiestramiento para el control de pérdidas.	Causes: 3.4.1, 3.4.5	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Plan de contingencia
15. Mejorar la instrumentación básica del equipo, incorporada detectores de densidad a la entrada y salida con alarma.	Causes: 3.6.3	Mejora	Contar con la instrumentación básica del equipo, incorporando detectores de densidad a la entrada y salida con alarma.	PETRONAS			Sensor de monitoreo de flujo redundante por contratista de registro de lodo
16. Monitoreo de presión de poro en tiempo real	Causes: 1.3.2, 1.5.7	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Monitoreo de la presión de poro en tiempo real por un contratista de registro de lodo

IX.5 REFERENCIAS.

- Directrices para evaluación cuantitativa de los riesgos (Guideline for quantitative risk assessment) "Purple Book" CPR, part one.
- Enrique González Ferradás, Francisco José Ruiz Boada, Agustín Miñana Aznar, Joaquín Navarro Gómez, José Ruiz Gimeno, Jesús Martínez Alonso. "Zonas de Planificación para Accidentes Graves de Tipo Térmico" Departamento de Ingeniería Química Universidad de Murcia.
- Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968)
- Guía Técnica, Métodos Cuantitativos para el análisis de riesgos, Protección Civil España, 1994.
- Human Reliability Handbook.
- IEC-61882 "Guía de Aplicación para Estudios de Peligro y Operabilidad"
- J.M. Santamaría, P.A. Braña Aisa "Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química", Fundación Mapfre.
- Miller, M.J. "Reliability of Fire Protection", Chemical Engineering Progress, 70 (4):62 (April 1974)
- Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Tomo 1, J.M. Storch de Gracia.
- "OREDA" Offshore Reliability Data, 2ª. Edition.
- Process sensor, Control and safety equipment.
- OREDA-2002.Williams, Jeremy C., "Incorporating Human Performance Variability in Process Safety Assessment", (Publication source unknown)

IX.6 PERSONAL QUE PARTICIPO EN LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO.

En la siguiente tabla se muestra el personal que participó en la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos para la Exploración del área contractual 12.

Tabla IX-70. Relación del Personal Participante.

Participantes	Cargo	Firma
Ing. Yasser Iván Rivas Gutiérrez.	D. T. de Proyecto	
Ing. Gabriel Cruz Zepeda	Coordinador de Proyecto	
Ing. Yazmin Díaz Ramírez	Ingeniero de proyecto	

IX.7 ANEXOS.

Anexo 1. Planos.

Anexo 2. Fotografías

Anexo 3. Hojas de Datos de Seguridad.

Anexo 4. Otros Anexos.

a) Documentos Legales.
b) Cartografía Consultada.
c) Información utilizada.
d) Análisis de Posibles Riesgos (Contaminación Suelo y Agua).
e) Hojas de Trabajo del Análisis Preliminar de Riesgo.
f) Hojas de trabajo del Análisis de Riesgo de Proceso.
g) Catálogo de Escenarios de Riesgo.
h) Resultados del Análisis Detallado de Frecuencias.
i) Hojas de Trabajo del Análisis Detallado de Consecuencias.
j) Análisis de Capas de Protección (LOPA)
k) Nivel de Seguridad (SIL)
l) Listado de Recomendaciones.
m) Autorizaciones Oficiales.

Anexo 5. CV Participantes de elaboración de Estudio.