MIA-R
Gasoducto Extensión Sureste
“Etapa II”

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.





CAPÍTULO I

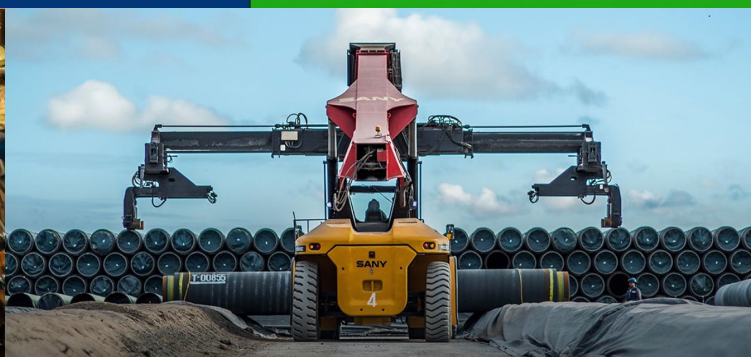
DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)







ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 3

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 3

I.1.1. Nombre del proyecto ---------- 3

I.1.2. Ubicación del proyecto ---------- 3

I.1.3. Duración del proyecto. ---------- 4

I.2. Datos generales del promovente. 4

I.2.1. Nombre o razón social. ---------- 4

I.2.2. Registro Federal del Contribuyente del promovente. ---------- 4

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente. ---------- 5

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 5

I.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 5

I.3.1. Nombre o razón social. ---------- 5

I.3.2. Dirección. ---------- 5

Figuras

Figura I.1 Ubicación del proyecto. 4

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

I.1.1. Nombre del proyecto

Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II".

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se localizará en el Golfo de México, entre los estados de Veracruz y Tabasco, interconectándose con obras en zona terrestre (Estaciones de Compresión y de Medición) en los municipios de Tuxpan y Coatzacoalcos, estado de Veracruz, y en el municipio de Paraíso (Dos Bocas), estado de Tabasco, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo).

Cabe mencionar que las obras terrestres corresponden a la Etapa I del Gasoducto Extensión Sureste, la cual se sometió al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, presentando para ello su correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo Ambiental.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura I.1 Ubicación del proyecto.

I.1.3. Duración del proyecto.

Se estima una vida útil para el proyecto de 32 años; de los cuales, 24 meses se destinarán para las etapas de preparación y construcción (instalación del ducto).

I.2. Datos generales del promovente.

I.2.1. Nombre o razón social.

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V.

I.2.2. Registro Federal del Contribuyente del promovente.

RFC: TGN0408178E7

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

Luis Felipe Nuñez Domínguez (Apoderado legal).

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



DOMICILIO Y TELEFONO DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

I.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.3.1. Nombre o razón social.

Martín José de la Cruz Quijano Poumián



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

MIA-R
Gasoducto Extensión Sureste
“Etapa II”

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.





CAPÍTULO II

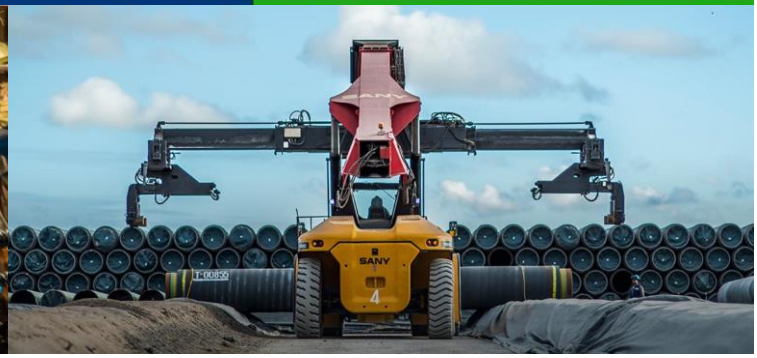
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)







Contenido

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 4

II.1. INTRODUCCIÓN. 4

II.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 8

II.2.1. Naturaleza del proyecto. ---------- 8

II.2.2. Justificación. ---------- 9

II.2.3. Objetivo del proyecto.---------- 9

II.2.4. Ubicación física del proyecto y dimensiones.---------- 10

II.2.5. Representación gráfica regional. ---------- 15

II.2.6. Vías de acceso. ---------- 16

II.2.7. Inversión requerida. ---------- 16

II.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 17

II.3.1. Obras y actividades. ---------- 17

II.3.2. Programa de trabajo. ---------- 31

II.3.3. Preparación del sitio.---------- 33

II.3.4. Construcción. ---------- 35

II.3.5. Actividades pre operativas.---------- 53

II.4. Operación. 56

II.4.1. Mantenimiento. ---------- 57

II.4.2. Personal, maquinaria e insumos. ---------- 59

II.4.3. Desmantelamiento y abandono. ---------- 60

II.4.4. Residuos. ---------- 61

Figuras

Figura II.1 Ubicación del Sistema integral “Extensión Sureste”. 7
Figura II.2 Ubicación del proyecto. 11
Figura II.3 Macros mapa ubicación del proyecto. 12
Figura II.4 Ejemplo del eje del ducto y la franja de ocupación a partir de la línea de costa. 14
Figura II.5 Representación gráfica de la zona buffer. 15
Figura II.6 Representación gráfica regional. 16
Figura II.7 Esquema del inicio de Zanjeo por succión y la transición a tierra. 20

Figura II.8 Zonas de zanjeo por succión. 21
Figura II.9 Diagrama método zanjeo por jetting. 22
Figura II.10 Ejemplo de barcazas para el ensamble y tendido de tubería. 23
Figura II.11 Ejemplo de conexión “Tie-in-spool”..... 24
Figura II.12 Profundidades de instalación del ducto Sección Norte..... 25
Figura II.13 Profundidades de instalación del ducto Sección Sur. 26
Figura II.14 Ejemplos de enrocamiento en el fondo marino. 27
Figura II.15 Zonas de enrocamiento, sección 1 (Norte) 28
Figura II.16 Zonas de enrocamiento sección 2 (Sur) 29
Figura II.17 Diagrama recubrimiento de cruce con terceros (tubería expuesta). 34
Figura II.18 Diagrama recubrimiento de cruce con terceros (tubería enterrada). 34
Figura II.19 Ejemplo de enrocamiento en cruces con terceros. 34
Figura II.20 Ejemplo del método de perforación Direct-Pipe..... 36
Figura II.21 Ejemplo del inicio de perforación Direct-Pipe. 36
Figura II.22 Vista en planta y sección tipo del Direct-pipe (en anexo digital se presenta la vista en planta y la sección tipo de cada cruce en las tres ubicaciones). 37
Figura II.23 Ejemplo de revestimiento casing par perforación Direct-Pipe. 38
Figura II.24 Extracción de material producto de la perforación. 39
Figura II.25 Ejemplo de anclaje de embarcación para jalado (recuperado) de tubería. 41
Figura II.26 Ejemplo de zanjeo por el método de succión. 43
Figura II.27 Ejemplo de una cantara. 44
Figura II.28 Comparativa del desbordamiento con y sin válvula verde. 45
Figura II.29 Sección tipo zanja por el método de succión. 46
Figura II.30 Zanjeo por el método de Jetting. 47
Figura II.31 Ejemplo de actividades de alineación y soldadura. 49
Figura II.32 Ejemplo del sistema automático de soldadura en una barcaza. 49
Figura II.33 Ejemplo de protección mecánica y catódica. 50
Figura II.34 Esquema del tendido de ducto técnica "S". 51
Figura II.35 Ejemplo de Tenido de ducto. 51
Figura II.36 Secciones tipo para el enrocamiento. 52
Figura II.37 Diagrama de flujo de operación del proyecto. 56

Tablas

Tabla II.1 Dimensiones y superficies del proyecto. 13
Tabla II.2 Características técnicas del gasoducto. 17
Tabla II.3 Actividades del proyecto. 18
Tabla II.4 Coordenadas cruces con terceros. 19
Tabla II.5 Coordenadas conexiones “Tie-in-spool”. 24
Tabla II.6 Volúmenes de llenado prueba hidrostática. 31
Tabla II.7 Volúmenes de llenado prueba hidrostática. 31
Tabla II.8 Cronograma de trabajo. 32
Tabla II.9 Inspección del gasoducto en la etapa de mantenimiento mediante equipo ROV y SSS. 57
Tabla II.10 Residuos que, en su caso, podrían generarse por el proyecto en zona terrestre. 62

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

II.1. INTRODUCCIÓN.

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos que se encuentra en el subsuelo en estado gaseoso, es un recurso no renovable que puede estar en un yacimiento acompañado de petróleo (gas asociado) o únicamente mezclado con pequeñas cantidades de otros gases (gas no asociado).

De acuerdo con el Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENEGAS), *"el gas natural es visto en la actualidad como una de las principales y más relevantes fuentes de energía"*, es utilizado en diversas industrias como: transporte, **generación de electricidad**, comercio y servicios domésticos. Es un tipo de energía menos dañina para el medio ambiente, seguro, accesible en términos económicos y la única alternativa que, en la práctica, puede sustituir masivamente al carbón y a los petrolíferos en diversos usos.

CENEGAS menciona que: …*"la seguridad energética, se refiere por un lado, a la capacidad que se tiene como país para mantener un superávit energético que brinde la certidumbre de que las actividades productivas podrán seguir desarrollándose con continuidad y con insumos energéticos de calidad, y por otro, en el sentido de previsión".* Sin embargo, México importa entre el 70% y 80% del gas que consume, por lo cual, para incrementar la oferta de gas en el país CENEGAS considera dos opciones: *"**Importar más** y explotar más rápido los yacimientos de la Nación".*

En tal sentido, se tiene, que cerca del 60% de la electricidad producida en el país es generada con gas natural, importado principalmente de Texas, aunque el Sureste del país se caracteriza por su dependencia en la producción nacional de gas natural; sin embargo, la producción del hidrocarburo ha disminuido.

Ante ello, considerando la nueva política energética, impulsada por la actual administración, para propiciar el desarrollo de la región Sureste del país mediante dos nuevas centrales de generación eléctrica CC Mérida y CC Riviera Maya (Valladolid), y proyectos de infraestructura prioritarios del Gobierno de México, como lo son la Refinería Dos Bocas y el Corredor Transístmico, se vislumbra una mayor demanda de gas natural en la región Sureste. Por lo tanto, es de suma importancia eliminar las limitaciones de interconexión con flujos de gas natural de importación, que se presentan en la región, mediante la construcción de nueva infraestructura que permita la distribución y transporte del hidrocarburo, lo que permitirá atender la demanda de gas en la zona.

Por lo anterior, y derivado de la importancia de propiciar el desarrollo económico de la región Sureste del país, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la empresa Transportadora de Gas Natural de la Huasteca (TGNH) analizaron diversas opciones para aumentar los flujos de gas hacia esta región e identificaron sinergias que permitirán extender el sistema Gasoducto Tuxpan-Tula (GTT) mediante un sistema integral denominado "Extensión al Sureste" (SEE, por sus siglas en inglés), el cual se realizará mediante un esquema de alianza estratégica entre las empresas TGNH y la CFE, lo que permitirá incrementar el suministro de gas natural de la región mediante la construcción de un nuevo gasoducto.

El Sistema integral "Extensión al Sureste" que se pretende llevar a cabo para el suministro de gas natural en la región Sureste, en específico para las centrales eléctricas de CFE en Dos Bocas, estará dividido en dos etapas, considerando principalmente la ubicación de las obras a realizar, las cuales se consideran como Obras en Zona Terrestre (primer etapa) y Obras en Zona Marina (segunda etapa), las cuales consistirán en lo siguiente:

Obras en Zona Terrestre.

Municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz

- Construcción de un gasoducto terrestre de aproximadamente 20.100 km de longitud y 36" de Diámetro Nominal (DN), la construcción de una Estación de Compresión (EC) y una Estación de Regulación y Medición (ERyM), así como una línea eléctrica, obras provisionales, acondicionamiento de caminos existentes y un tramo de caminos nuevos. En adelante las estaciones serán referidas como EC y/o ERyM Veracruz Norte.

Municipio de Coatzacoalcos, Veracruz

- Construcción de una Estación de Compresión (EC), y la instalación de 1.360 km de un ducto doble, que corresponderá a la entrada del gasoducto marino a la zona terrestre, proveniente de Tuxpan, y a la salida del ducto terrestre para ingresar nuevamente al área marina y continuar su trayectoria hacia el municipio de Paraíso, estado de Tabasco. La EC servirá como punto de conexión de un gasoducto marino entre el Municipio de Tuxpan, Veracruz y el Municipio de Paraíso (Dos Bocas), Tabasco, y como posible punto futuro de interconexión a otros sistemas.

Municipio de Paraíso, Tabasco

- Construcción de una Estación de Regulación y Medición (ERyM), y la instalación de un ducto de aproximadamente 620 m (0.62 km) para recibir un gasoducto marino y continuar en la

zona terrestre hacia la ERyM. Esta estación será el punto de recepción del gas natural proveniente de Tuxpan, para suministrar el recurso a la CFE, y como punto futuro de interconexión con la nueva extensión Mayakan. También se consideran obras provisionales, el acondicionamiento de un camino existente, un tramo de camino nuevo y una línea eléctrica. En adelante la ERyM será referida como ERyM Dos Bocas.

Obras en Zona Marina (Etapa II).

Construcción de un ducto mar adentro de 36" DN y una longitud aproximada de 692.00 km que correrá a lo largo del Golfo de México. El ducto marino conectará primero con la EC Veracruz Norte en Tuxpan (Primera etapa del proyecto), continuará su ruta por el Golfo de México hasta llegar a la EC en Coatzacoalcos, saliendo nuevamente hasta llegar a la ERyM en Paraíso, Tabasco (Dos Bocas).

En resumen, el Sistema Integral "Gasoducto Extensión Sureste" consistirá en un gasoducto terrestre de 36" DN que se extenderá desde la interconexión del sistema Tuxpan Tula en la Estación de Medición y Regulación (ERyM) Montegrande, hasta la EC Veracruz Norte que será construida en el municipio Tuxpan (Punto Recepción). Luego la ruta continuará en alta mar por medio de un ducto de 36" DN, y entrará nuevamente a la zona terrestre hasta llegar a la EC en Coatzacoalcos. Desde la EC de Coatzacoalcos, la ruta regresará a la zona marina hasta entrar nuevamente a la zona terrestre y llegar finalmente a la ERyM Dos Bocas en el Municipio de Paraíso, Tabasco (Punto de Entrega), donde el gas natural será distribuido a las instalaciones de CFE. El ducto trasportará 1,390 MMPCD (Millones de Pies Cúbicos Diarios) de gas natural.

El siguiente diagrama muestra la ubicación aproximada del Sistema Integral "Gasoducto Extensión Sureste" y las futuras interconexiones que se tienen planteadas, las cuales se muestran solo como referencia ya que no son motivo del proyecto que se somete al procedimiento de evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.1 Ubicación del Sistema integral "Extensión Sureste".

Si bien, con lo antes expuesto se describe el Sistema Integral "Gasoducto Extensión Sureste" y las interconexiones con diferentes gasoductos que permitirán abastecer de gas natural la zona sureste de México, principalmente a las instalaciones de CFE, **la presente MIA-R del proyecto que lleva por nombre Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II", en lo sucesivo el proyecto, considera solo la segunda etapa (obras en Zona Marina)**, mismas que fueron listadas anteriormente y que se desarrollarán a lo largo de este Capítulo II. En lo que concierne a las obras en Zona Terrestre del Sistema Integral, estas se gestionan a través de otra MIA para su evaluación y dictaminación.

II.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El proyecto que lleva por nombre **Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II",** en lo sucesivo el proyecto, que es promovido por la empresa **Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V.**, en lo sucesivo la promovente, consistirá en la construcción de un gasoducto en alta mar, sobre el Golfo de México entre los estados de Veracruz y Tabasco, de acero al carbón (API 5L X60 o X65), con un Diámetro Nominal (DN) de 36", dividido en dos secciones que en conjunto tendrán una **longitud total de 692.00 km.**

1. La sección 1 se extenderá aproximadamente 501.30 km desde la *landfall* (llegada a tierra) en Tuxpan, Veracruz, hasta la *landfall* (llegada a tierra) en Coatzacoalcos, Veracruz.

2. La sección 2 se extenderá aproximadamente 190.70 km desde la *landfall* en Coatzacoalcos, Veracruz, hasta la *landfall* (llegada a tierra) en Paraíso, Tabasco (Dos Bocas).

En las *landfall* (plataforma) se realizarán las interconexiones con las Estaciones de Compresión, y de Medición y Regulación correspondientes.

Cabe señalar, que las *landfall* y las Estaciones con las que interconectará el proyecto son obras correspondientes a la Etapa I del sistema SEE, que por su ubicación se gestionan de manera independiente y se encuentran en evaluación; por tal motivo, no serán consideradas como superficies y obras del presente proyecto.

El diseño, construcción y operación de este proyecto se hará de conformidad principalmente con la Norma y estándares Nacionales, aplicables para el Transporte de gas natural por medio de ductos; así como con códigos, reglamentos y normas nacionales e internacionales, tales como: el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME), el Instituto Americano del Petróleo (API), entre otros.

II.2.1. Naturaleza del proyecto.

Como se ha mencionado, el proyecto consiste en la construcción de un ducto en zona marina para el transporte de gas natural, por lo que considerando la Clasificación para Actividades Económicas del INEGI, el proyecto se clasifica dentro de las actividades terciarias, en específico el transporte por ductos.

II.2.2. Justificación.

La disminución de la producción de gas natural que se ha presentado a nivel nacional, hace necesario contar con fuentes alternativas para el abastecimiento seguro de gas natural, principalmente ante la importancia de propiciar el desarrollo económico en la región Sureste del país mediante proyectos de infraestructura prioritarios del Gobierno de México, tales como dos nuevas centrales de generación de energía CC Mérida y CC Riviera Maya (Valladolid) de la CFE, las cuales vendrán a incrementar la demanda de gas natural en la región. Por lo tanto, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en conjunto con la promovente, analizaron diversas opciones para aumentar los flujos de gas hacia esta región, e identificaron sinergias que permitirán extender el sistema de Gas Natural la Huasteca, lo que ayudará a disminuir las limitaciones que se presentan, en la región Sureste, de interconexión con flujos de gas natural de importación.

Además de coadyuvar con el crecimiento económico de la región Sureste, con el proyecto se brindará acceso al gas natural a precios competitivos y se mejorará el servicio del gas natural.

En términos ambientales, el desarrollo del proyecto es la mejor opción para el transporte del gas natural a la región del Sureste del país, dado que otros métodos de transporte del hidrocarburo, como lo sería mediante buques metaneros o criogénicos, generan emisiones contaminantes, ya que más del 3% de las emisiones globales de dióxido de carbono se relacionan con el transporte naval en su conjunto. Además de dióxido de carbono (CO_2), los barcos emiten otras partículas contaminantes en suspensión como óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxido nitroso (N_2O).

Bajo esas consideraciones, el proyecto representa la mejor opción de transporte de gas natural, ya que además se construirá y operará aplicando las mejores prácticas respetando en todo momento las normas ambientales. Finalmente, es importante mencionar que el proyecto se encuentra dentro de la Primera Revisión del Plan Quinquenal 2020-2024 aprobado por la SENER.

II.2.3. Objetivo del proyecto.

El objetivo del proyecto consiste en **construir un gasoducto de 36” DN y una longitud total de 692.00 km en altamar para transportar gas natural,** desde el municipio de Tuxpan pasando por Coatzacoalcos, ambos municipios en el estado de Veracruz, hasta llegar al municipio de Paraíso, en el estado de Tabasco.

II.2.4. Ubicación física del proyecto y dimensiones.

El proyecto se localizará en el Golfo de México, entre los estados de Veracruz y Tabasco; sin embargo, como ya se ha hecho mención, el proyecto se interconectará con obras en zona terrestre (Estación de Compresión y de Medición) en los municipios de Tuxpan y Coatzacoalcos, estado de Veracruz; y en el municipio de Paraíso (Dos bocas), Tabasco, tal como se muestra en los siguientes mapas **(se presenta en anexo para mejor referencia)**. Reiterando que las obras terrestres corresponden a la Etapa I del Sistema Integral Gasoducto Extensión Sureste, las cuales se gestionan a través de su correspondiente MIA y ERA para su evaluación.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.2 Ubicación del proyecto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.3 Macros mapa ubicación del proyecto.

Con respecto a las coordenadas (UTM Zona 14N y 15N, Datum WGS84), de las obras del proyecto, se presentan en anexo, en formato Excel; asimismo, se presenta el archivo kml para mejor referencia.

En lo que concierne a la superficie del proyecto se estima una superficie de ocupación de **7,093.046 ha,** de las cuales solo **68.903 ha serán permanentes** y **7,024.143 ha serán áreas temporales**, distribuidas de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla II.1 Dimensiones y superficies del proyecto.

	ÁREA	LONGITUD (KM)	SUPERFICIE (HA)
1	SECCIÓN 1 NORTE (PERMANENTE)	501.3	49.972
2	SECCIÓN 2 SUR (PERMANENTE)	190.7	18.931
	Subtotal	**692**	**68.903**
3	ZONAS MANIOBRAS DE JALADO (TEMPORAL)	N/A	4291.996
4	ZANJAS DE RECUPERACIÓN (TEMPORAL)	N/A	20.425
5	POLÍGONOS DE VERTIMIENTO (TEMPORAL)	N/A	2711.722
	Subtotal	**-**	**7024.143**
	TOTAL	-	**7093.046**

Notas:

1) Las secciones permanentes (1 y 2) corresponden a la franja que ocupará el ducto en el lecho marino considerando un ancho de 1.00 m.

2) Las longitudes de las secciones (1 y 2) corresponden a la distancia del eje del ducto (considerado por el diseño ejecutivo) que parten desde cada *LandFall* (Tuxpan, Coatzacoalcos, Paraíso); sin embargo, para fines de superficie de ocupación en el lecho marino, se considera desde la línea de costa hacia mar adentro (ver imagen), dado que las superficies en zona terrestre fueron manifestadas en la Etapa I del proyecto integral; por lo que, si se hace la operación aritmética (multiplicar la longitud de las secciones por el ancho de la franja) la superficie no será la que se manifiesta en la tabla anterior.

3) Las zonas temporales de maniobras serán utilizadas para jalar y recibir el ducto que vendrá por Direct Pipe desde tierra para continuar su instalación hacia mar adentro.

4) En las zanjas de recuperación, se llevará a cabo una zanja por el método de succión, esto para recuperar el ducto proveniente de las *landfall* e iniciar su transición de instalación hacia mar adentro.

5) Los polígonos de vertimiento serán áreas destinadas para el depósito del material producto del zanjeo por succión (los métodos constructivos se detallan en el apartado correspondiente Apartado II.3.4 Construcción).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

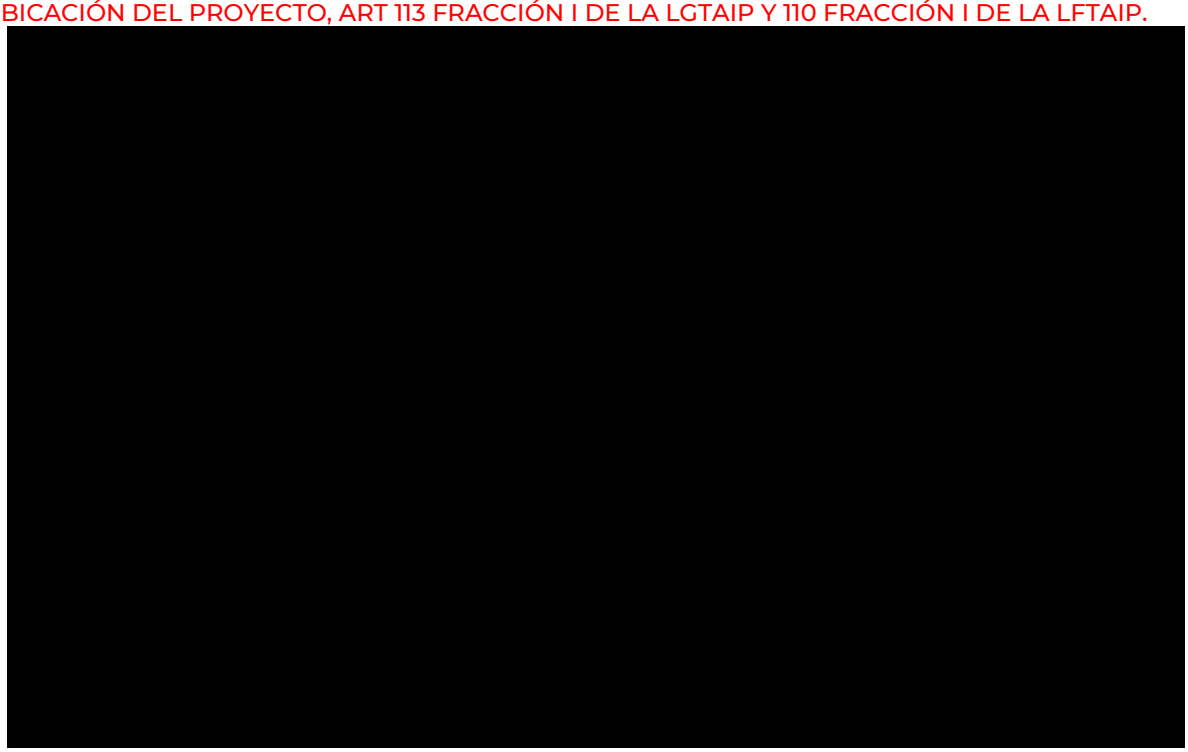


Figura II.4 Ejemplo del eje del ducto y la franja de ocupación a partir de la línea de costa.

Es importante señalar, que se ha establecido una zona buffer, tal como se puede apreciar en el plano Ubicación del proyecto. Esta zona "buffer" se ha definido con el objeto de contar con una herramienta de planeación para el proyecto, dado que las condiciones batimétricas, la dirección y velocidad de los vientos o de las corrientes, que se presenten en el sitio donde se desarrollará el proyecto podrían ocasionar algún imprevisto por ejemplo: presentarse algún obstáculo en el fondo marino, la inestabilidad de las embarcaciones o de la instalación del ducto en el fondo por las corrientes. Por lo tanto, **el "buffer" representa un área de previsión donde se podría desplazar el trazo del proyecto por algún imprevisto por las condiciones del sitio o por la propia ingeniería de detalle del proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura.**

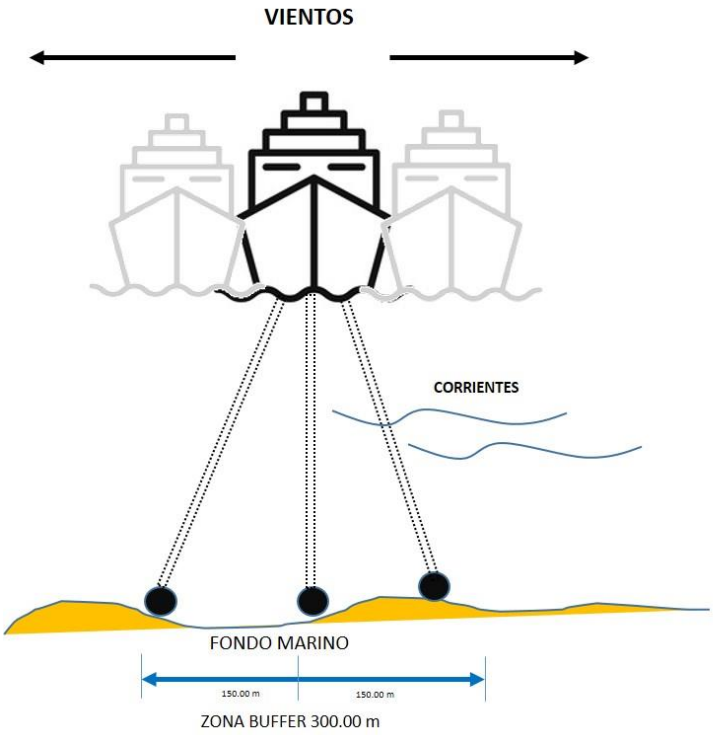


Figura II.5 Representación gráfica de la zona buffer.

El "buffer" definido tiene un ancho de 150.00 m a cada lado del eje del gasoducto y una superficie de 19,847.3 ha. No obstante, es importante mencionar que el establecimiento del buffer **no implica** que se afectará en su totalidad, ya que solo representa, como ya fue mencionado, un área de previsión para poder desplazar el gasoducto a resultado de la ingeniería de detalle o por algún imprevisto. La zona buffer se encuentra dentro del Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto (ver Capítulo IV).

II.2.5. Representación gráfica regional.

Regionalmente, el proyecto se localizará en el Golfo de México, el cual es una cuenca marítima contenida entre los litorales de México, Estados Unidos y Cuba.

El Golfo de México, está compuesto por varias provincias ecológicas y geológicas, entre las que se encuentran la zona costera, la plataforma continental, el talud continental y la llanura abisal, tal como se muestra en la siguiente imagen.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.6 Representación gráfica regional.

II.2.6. Vías de acceso.

Antedicho, el proyecto solo considera obras en zona marina, por lo que el transporte de material y de personal se hará a través de embarcaciones, las cuales partirán de terminales marítimas.

II.2.7. Inversión requerida.

INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

La inversión estimada para el desarrollo del proyecto es de , de los cuales se tiene considerado un porcentaje para las actividades y programas que atenderán los Impactos Ambientales previstos a generar por el proyecto.

II.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

Sobredicho, el proyecto consiste en la construcción de un gasoducto mar adentro de 36" DN, dividido en dos secciones (Norte y Sur).

La primera sección (Norte), iniciará con la conexión del ducto marino con un ducto terrestre en Tuxpan, Veracruz (proveniente de la Estación de Compresión Veracruz Norte), y continuará su trayectoria por el Golfo de México hasta conectar con un segundo ducto terrestre para su interconexión con la Estación de Compresión (EC) Coatzacoalcos, en Coatzacoalcos, Veracruz.

La segunda sección (Sur), corresponde a la salida del ducto, frente a la costa de Coatzacoalcos, para continuar su trayectoria mar adentro para su interconexión con la Estación de Regulación y Medición en el municipio de Paraíso (Dos Bocas), en Tabasco.

El gasoducto a instalar será de acero al carbón API 5L X60 o X65, con un espesor que podrá oscilar entre las 1.25" y 1.5" Tendrá un revestimiento de concreto (lastrado) para fines de estabilidad en el fondo marino y para brindar protección contra daños, ya sean mecánicos o por condiciones ambientales (anclajes, flujo de marea y contra la corrosión).

El gasoducto estará diseñado considerando las siguientes características técnicas.

Tabla II.2 Características técnicas del gasoducto.

Tuxpan-Coatzacoalcos			
SECCIÓN	**LONGITUD (km)**	**FLUJO (MMPCD)**	**MAOP* (psig)**
1	501.3	1,390.00	2,250.00
Coatzacoalcos-Paraíso (Dos Bocas)			
2	190.7	770	2,250.00

*Máxima Presión de Operación Permisible.

II.3.1. Obras y actividades.

Como obras, el proyecto considera **únicamente la instalación de tubería mar adentro**, para conformar el gasoducto, **y la interconexión con las instalaciones terrestres**; para lo cual, se llevarán a cabo las actividades que se presentan en la siguiente tabla. Cabe señalar, que **no** se contempla llevar a cabo la construcción de componentes o estructuras adicionales como: bodegas, patios de acopio u oficinas, ya que la transición para conectar el ducto marino con

las instalaciones en tierra se realizará por el método Direct-Pipe ocupando las obras y áreas que se consideraron para la Etapa I del Sistema Integral Gasoducto Extensión Sureste, las cuales se ingresaron al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y de Riesgo Ambiental (Gasoducto Extensión Sureste "Etapa I"); además, en zona terrestre se usarán como apoyo instalaciones de la Administración del Sistema Portuario Nacional (Asipona, antes API).

Tabla II.3 Actividades del proyecto.

Actividades
Preparación
Ahuyentamiento de fauna marina
Cruces con terceros
Construcción
Perforación Direct-Pipe
Zanjeo (Succión y Jetting)
Instalación de ducto (acarreo, alineamiento, soldadura y tendido)
Buceo
Enrocamiento
Prueba hidrostática
Pre operativos
Operación y mantenimiento

A continuación, se describen brevemente las actividades listadas en la tabla anterior, el proceso de construcción y/o instalación se detalla en el **Apartado II.3.4 Construcción.**

a) Ahuyentamiento de fauna marina.

Previo y durante las actividades de instalación y tendido del ducto se llevará a cabo el ahuyentamiento de fauna. Actividades que se describen en el Apartado II.3.3 Preparación del sitio.

b) Cruces con terceros.

De acuerdo con el sondeo realizado sobre el tazo del proyecto, se identificó que el gasoducto cruzará con tres tuberías cercanas a la costa del municipio Paraíso, Tabasco. Por lo que se realizará un recubrimiento de protección con estructuras metálicas, losas de

concreto prefabricado y roca, esto para establecer la separación mínima de 18” requerida entre los cruces de tuberías.

La siguiente tabla indica las coordenadas UTM Zona 15 N de los cruces con terceros.

Tabla II.4 Coordenadas cruces con terceros.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

UBICACIÓN	[redacted]
PARAÍSO	
PARAÍSO	
PARAÍSO	

c) Perforación Direct-Pipe.

Para poder interconectar el gasoducto marino con las instalaciones terrestres, se llevará a cabo la instalación del ducto de manera subterránea por el método Direct-Pipe, cuya actividad se realizará desde tierra, **sobre las plataformas *landfall* (obras consideradas en la Etapa I del proyecto),** hasta salir al área marina aproximadamente a más de 1.00 km de la costa y a una profundidad de 8.00 m bajo el nivel medio del mar (cabe señalar que se instalara un casing (encamisado de ducto) de 48” o 56” dentro quedara instalado el ducto de 36”, lo anterior con la finalidad de dar mayor protección y resistencia.

El método Direct-Pipe combina las ventajas de los métodos microtúnel y perforación direccional horizontal (HDD), permitiendo instalar la tubería en un solo paso, simultáneamente mientras se perfora. Con este método se evitará afectar tanto zonas de dunas y vegetación que, en su caso, se encuentre cercana a la costa, como la misma costa y la zona de playa en la parte superficial.

d) Zanjeo (succión y Jetting).

La colocación del ducto en el lecho marino se llevará a cabo mediante la apertura de zanja a lo largo del trazo del ducto, utilizando los métodos de zanjeo por succión y zanjeo por Jetting o inyección de agua.

El zanjeo por succión es un método de apertura de zanja, previo al tendido del ducto, que se realizará por una draga de tolva de succión en marcha. Este método **solo será utilizado para realizar la transición entre el ducto terrestre y el ducto marino**, entre los 500 m a los 3,000 m, a partir del foso de salida en los tres cruces costero (Tuxpan, Coatzacoalcos y Paraíso), **a una profundidad entre los 8.00 m a los 15.00 m.** El foso de salida emergerá a más de un km de la costa a una profundidad de 8.00 m, tal como se muestra en las siguientes imágenes (se presentan en anexo digital para mejor referencia).

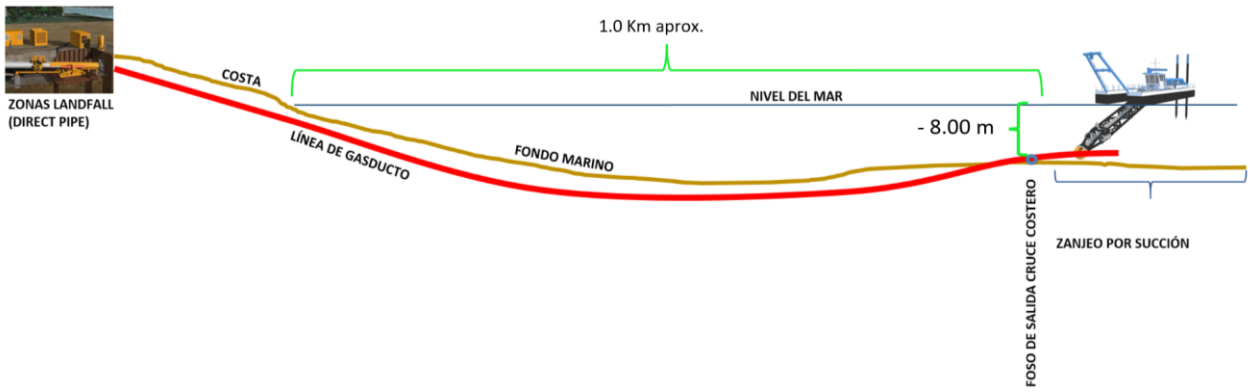


Figura II.7 Esquema del inicio de Zanjeo por succión y la transición a tierra.



Figura II.8 Zonas de zanjeo por succión.

A partir de las zonas de zanjeo por succión y en profundidades entre los 15.0 m y más de 100.00 m, para continuar la instalación del ducto en el lecho marino, se llevará a cabo el método de Jetting (inyección de agua). Este método se realizará posterior al tendido del ducto y consiste en inyectar un chorro de agua a presión que desaloja el material del lecho marino por debajo de la tubería para que descienda por su propio peso, tal como se muestra en el siguiente diagrama.

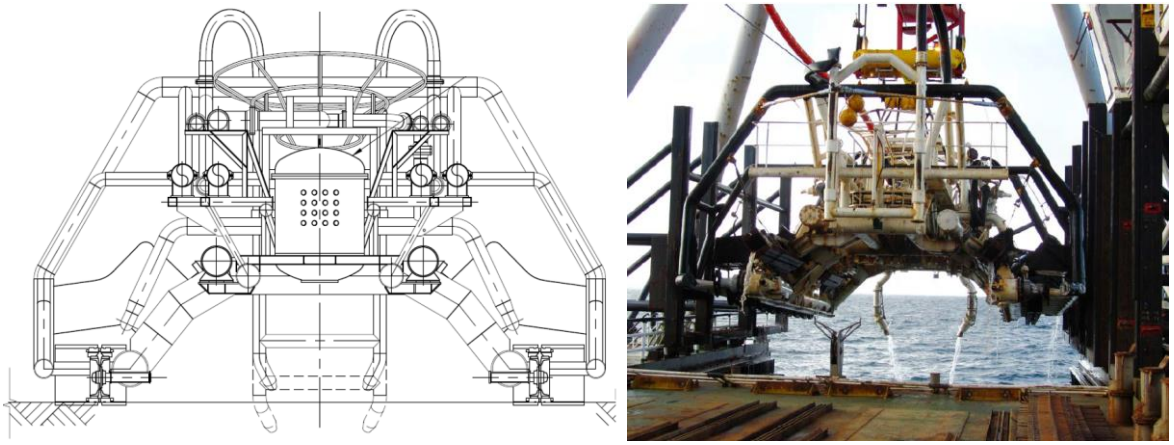


Figura II.9 Dispositivo para el zanjeo por jetting.

e) Instalación de ducto (acarreo, alineamiento, soldadura y tendido).

Las secciones de tubería a instalar serán abastecidas por una empresa contratista, quien será la encargada de suministrar la tubería debidamente preparada para su instalación; es decir, la tubería contará con lastrado, protección mecánica y anticorrosiva.

Desde tierra, y con el apoyo de embarcaciones, las secciones de tuberías serán trasladadas hasta una barcaza donde se llevará a cabo el alineamiento y soldadura, para ir formando la línea del gasoducto, para su posterior colocación en el lecho marino, similar a lo que se muestra en las siguientes imágenes.



Figura II.10 Ejemplo de barcazas para el ensamble y tendido de tubería.

La línea del gasoducto que se vaya formando en la barcaza será instalada sobre el lecho marino mediante los métodos de zanjeo por succión y por el método de Jetting o inyección de agua, actividades que se describirán en el Apartado II.3.4 Construcción.

Asimismo, como parte de la instalación del gasoducto, se instalarán pasos laterales de conexión “Tie-in-spool” para unir los segmentos de tubería que provendrán de tierra a través del Direct-Pipe, similar al que se muestra en la siguiente imagen.



Figura II.11 Ejemplo de conexión "Tie-in-spool"

Fuente: https://www.ranadiving.it/services/subsea-installation

La instalación de este tipo de conexiones también considera, en algunos momentos y por seguridad del personal, actividades de buceo para conectar y sellar las bridas de conexión e inspeccionar la alineación entre tuberías.

La siguiente tabla muestra las coordenadas UTM Zona 14 N y 15 N de la ubicación de las conexiones "Tie-in-spool".

Tabla II.5 Coordenadas conexiones "Tie-in-spool".

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

UBICACIÓN	KP	X	Y
TUXPAN (Z 14N)	9.172	[redacted]	
COATZACOALCOS (Z 15N)	493.852		
COATZACOALCOS (Z 15N)	5.551		
PARAÍSO (Z 15N)	175.2		

Adicional a los "Tie-in-spool", también se tiene contemplada la instalación de una Tee en línea (In-Line-Tee) para una interconexión futura en la zona del municipio de Paraíso, Tabasco. Sus coordenadas de ubicación UTM Zona 15N son las siguientes:

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

[redacted]

Los siguientes planos muestran las profundidades a las que se pretende instalar el gasoducto (se presentan en anexo digital para mejor referencia). Cabe señalar, que el punto

más profundo para la instalación del ducto será la cota -199.00 m, sin embargo, no es una profundidad constante.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.12 Profundidades de instalación del ducto Sección Norte.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.13 Profundidades de instalación del ducto Sección Sur.

f) Enrocamiento.

Con la finalidad de proteger el ducto de impactos mecánicos y darle estabilidad en el lecho marino, en zonas donde las condiciones del fondo marino no permitan llevar a cabo el zanjeo para su instalación; así como para nivelar tramos donde el ducto no pueda ser asentado, se llevará a cabo un enrocamiento, el cual consistirá en colocar material pétreo para recubrir el ducto o colocar el material pétreo en el lecho marino antes de tender la tubería para darle soporte y estabilización. Además la colocación de piedra se hará a lo largo de la ruta de la tubería, determinándose mediante estudios geofísicos antes de la colocación de la tubería tal como se muestra en las siguientes figuras.

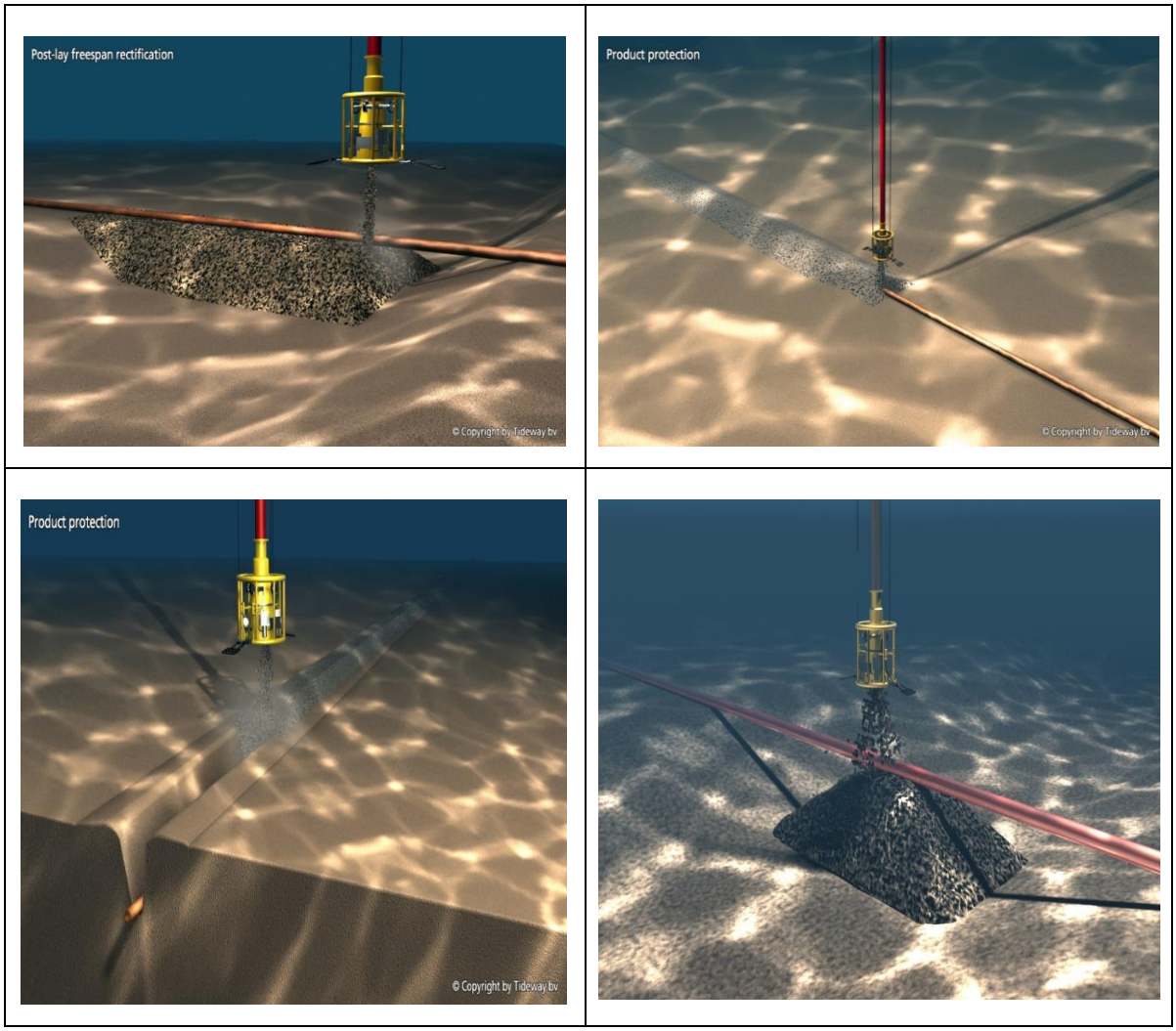


Figura II.14 Ejemplos de enrocamiento en el fondo marino.

Es importante mencionar, **que el enrocamiento se considera no solo de protección al ducto, sino también como una medida ambiental**, ya que representará un sustrato que podrá ser colonizado por organismos sésiles como corales y esponjas. Esta técnica se aplicará a lo largo de aproximadamente 23 km, en la zona donde se registró la presencia de individuos sésiles (ver Capitulo IV) y posiblemente en los tres cruces costeros (Tuxpan, Coatzacoalcos y Paraíso), a una profundidad entre los 8.00 m a los 60.00 m. En Coatzacoalcos se espera la colocación de rocas solo como medida de protección contra impactos mecánicos por el anclaje de embarcaciones.

Los siguientes planos (se presenta en anexo digital para mejor referencia) muestran las zonas de enrocamiento, también en anexo se presentan las coordenadas (UTM Z14N y Z15N) correspondientes a las zonas de enrocamiento.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.15 Zonas de enrocamiento, sección 1 (Norte)



Figura II.16 Zonas de enrocamiento sección 2 (Sur)

g) Prueba hidrostática.

Una vez instaladas las dos secciones del gasoducto en altamar, se someterán a la prueba de resistencia hidrostática, la cual consistirá en aplicar alta presión con agua a los ductos para confirmar la integridad del gasoducto antes de iniciar operaciones.

Para la prueba hidrostática, las dos secciones del gasoducto serán inundadas con agua de mar, posteriormente se desarrollará la prueba y al finalizar el agua será descargada en su totalidad para ser depositada nuevamente al mar. Considerando que son dos secciones las que componen el gasoducto (Sección Norte y Sección Sur) se tiene contemplado las siguientes acciones y parámetros:

- **Ubicación del punto de carga y descarga:** La carga y descarga de agua se realizarán a través de un ducto de 24" DN y 1.360 km de longitud, ya considerado en la Etapa I del Sistema Integral Gasoducto Extensión Sureste. Es importante señalar que el ducto de carga-descarga tendrá difusores para evitar que la descarga sea un chorro directo hacia el mar.

  El punto de carga y descarga estará en las coordenadas UTM Zona 15N siguientes:
  COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP. [redacted]

- **Numero de eventos de carga:** se realizarán cuatro actividades de carga de agua planificadas, dos para la sección Norte y dos para la sección Sur.

  Se consideran dos cargas por tramo, dado que una primera carga se realizará para las pruebas hidrostáticas y la segunda carga se ejecutará para el llenado pre operativo.

- **Numero de eventos de descarga:** se realizarán cuatro actividades de descarga de agua planificadas, dos para la sección Norte y dos para la sección Sur.

  Se consideran dos descargas, considerando que existirán dos cargas de agua por sección.

- **Fechas de descarga:** Los eventos de descarga se realizarán considerando las corrientes oceánicas, por lo que se tiene considerado realizarlas de junio a noviembre.

Es importante mencionar, que para la prueba hidrostática, el agua de mar será filtrada, y según la calidad y condiciones concretas de ejecución de prueba, podrá recibir algún tratamiento físico (en este caso aplicación de filtros y un sistema de luz ultravioleta UV) para minimizar los microorganismos que puedan entrar durante la etapa de llenado del ducto. Para prevenir la corrosión, se realizará la extracción de oxígeno del agua mediante la aplicación de Chronox CRW3448 (secuestrador de oxígeno) en concentración 100 ppm, también se utilizará un colorante Aquasweep FluorBlue Dye en concentración 50 ppm, para detectar si existe una fuga en el ducto.

Las siguientes tablas muestran los volúmenes de agua a utilizar por cada evento de carga.

Tabla II.6 Volúmenes de llenado prueba hidrostática.

LLENADO PRUEBA HIDROSTÁCTICA		
SECCIÓN NORTE		
CONCEPTO	**CONCENTRACIÓN**	**VOLUMEN REQUERIDO (m^3)**
Agua de mar	no aplica	3,025.00
Chronox CRW3448	100 ppm	0.3
Aquasweep FluorBlue Dye (HDW 1000)	50 ppm	0.15
SECCIÓN SUR		
CONCEPTO	**CONCENTRACIÓN**	**VOLUMEN REQUERIDO** (m^3)
Agua de mar	no aplica	1,132.00
Chronox CRW3448	100 ppm	0.11
Aquasweep FluorBlue Dye (HDW 1000	50 ppm	0.05

Nota: La descarga de agua de la prueba hidrostática será de 972 m^3/hr.

Tabla II.7 Volúmenes de llenado prueba hidrostática.

LLENADO PRE-OPERATIVO		
SECCIÓN NORTE		
CONCEPTO	**CONCENTRACIÓN**	**VOLUMEN REQUERIDO (m^3)**
Agua de mar	no aplica	288,875.00
Chronox CRW3448	100 ppm	28.9
SECCIÓN SUR		
CONCEPTO	**CONCENTRACIÓN**	**VOLUMEN REQUERIDO (m^3)**
Agua de mar	no aplica	108,297.00
Chronox CRW3448	100 ppm	28.9

Nota: La descarga de agua para el secado pre operativo será de 2,073 m^3/hr.

II.3.2. Programa de trabajo.

Para el proyecto, se estima una vida útil de 32 años, de los cuales, 24 meses se destinarán para las etapas de preparación, construcción y las pruebas pre operativas y 30 años para la etapa de operación , de acuerdo con el siguiente cronograma.

Tabla II.8 Cronograma de trabajo.

Año	1												2												3												4-->32			
Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Adquisición de Permisos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																											
Preparación del sitio													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Ahuyento de fauna																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Cruces con terceros																			■	■	■	■																		
Construction / Construcción																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Conexión con obras terrestres (Direct Pipe)																			■	■	■	■	■	■	■															
Instalación de ducto (zanjeo, alinemaiento, soldadura, tendido de ducto)																							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Preoperativos (prueba hidrostática, limpieza y secado, empaquetamiento)																																			■	■				
Operación y mantenimiento																																					■	■	■	■
Abandono																																								■
													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
																																					Preparación de sitio y Construcción: 24 meses			

II.3.3. Preparación del sitio.

a) Ahuyentamiento.

Como ya ha sido mencionado, el proyecto hará uso de áreas y obras incluidas en el proyecto Gasoducto Extensión Sureste “Etapa I”, actualmente sujeto al Procedimiento de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental, por lo que las actividades de preparación solo consistirán en el ahuyentamiento de fauna marina susceptible de ello (ver Capítulo VI).

Para llevar a cabo las acciones de ahuyentamiento se podrán utilizar métodos sonoros que consistirán en la generación de un factor (sonido) que genere incomodidad a los peces y otras especies marinas con capacidades de desplazamiento, esta actividad se llevara a cabo durante los trabajos del zanjado.

b) Cruces con terceros.

Como ya se ha hecho mención, el gasoducto cruzará con otras tuberías ya existentes en el sitio, por lo que para tener una operación segura se llevará a cabo el recubrimiento que permita una separación entre tuberías y así evitar el contacto directo entre las mismas.

Si la tubería existente se encuentra expuesta sobre el lecho marino, el recubrimiento a colocar se hará instalando primero una estructura metálica a cada lado de la ubicación del cruce con una separación mínima de 18”, estas estructuras a su vez ofrecen. De caso contrario, que la tubería existente se encuentre enterrada, solo se colocarán dos losas de concreto prefabricado para garantizar la separación requerida.

En ambos casos, posterior a la colocación de la estructura metálica o las losas de concreto y, una vez instalado el ducto, se colocará un revestimiento de roca, tal como se muestra en los siguientes diagramas (se presenta plano en anexo digital para mejor referencia).

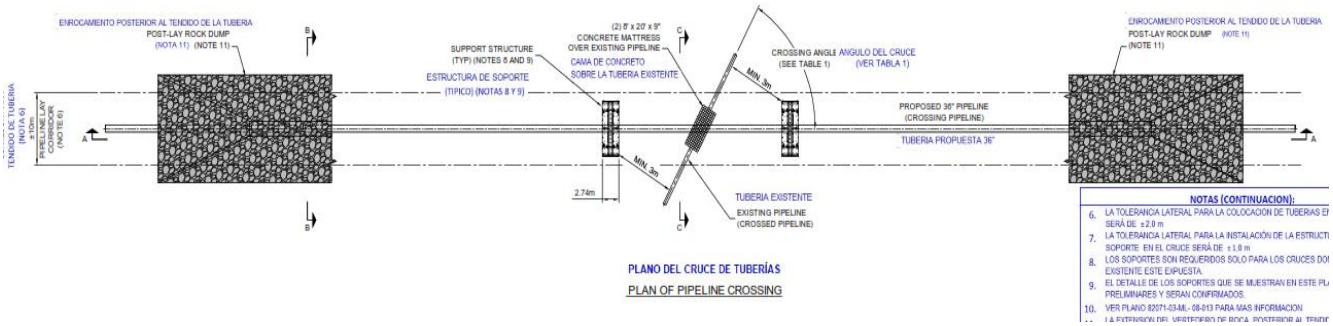


Figura II.17 Diagrama recubrimiento de cruce con terceros (tubería expuesta).

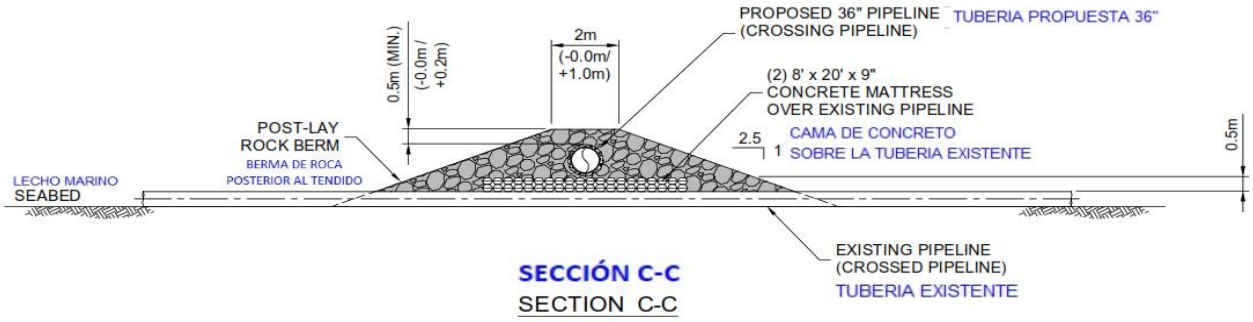


Figura II.18 Diagrama recubrimiento de cruce con terceros (tubería enterrada).

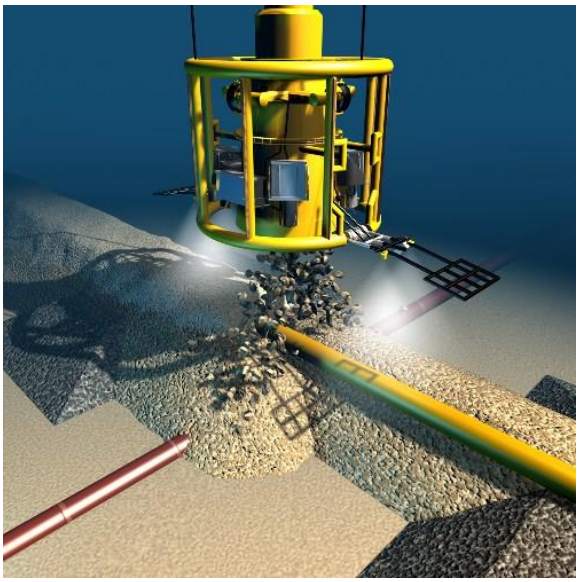


Figura II.19 Ejemplo de enrocamiento en cruces con terceros.

II.3.4. Construcción.

Los procesos de construcción y/o instalación del proyecto, de acuerdo a las actividades antes mencionadas, serán los siguientes:

a) Perforación Direct-Pipe.

Antedicho, para conectar el proyecto (ducto en altamar) con las instalaciones terrestres en las tres ubicaciones de conexión (Tuxpan, Coatzacoalcos y Paraíso), se llevará a cabo una perforación por el método Direct-Pipe.

El método Direct-Pipe combina técnicas de perforación direccional horizontal (HDD) y microtuneles para permitir la instalación de tuberías en una solo paso, además que permite perforar el suelo y a su vez ir instalando la tubería. En este método (Direct Pipe), el sistema de guiado se puede utilizar fácilmente debajo del lecho marino, evitando afectar los ecosistemas costeros.

La perforación iniciará desde el foso de lanzamiento ubicado en plataformas o *landfall* (obras de la Etapa I) donde la tubería será sujetada y empujada por un propulsor de tubería. En el inicio de la tubería, se montará una microperforadora de túneles que irá penetrado el suelo y que se estará dirigiendo para seguir la geometría de perforación designada, hasta llegar al punto del foso de salida que, al momento, se ha establecido que la perforación saldrá aproximadamente de 1.0 km a 1.5 km desde el foso de lanzamiento hacia el mar, tal como se muestra en las siguientes imágenes.

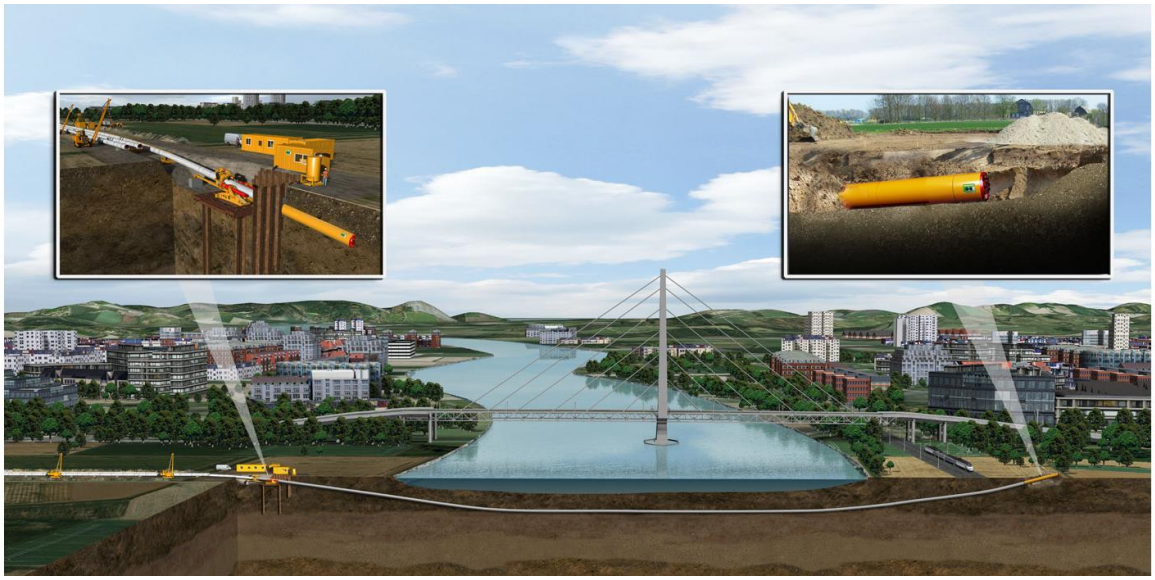


Figura II.20 Ejemplo del método de perforación Direct-Pipe.

Fuente: Tomada de Internet como referencia.

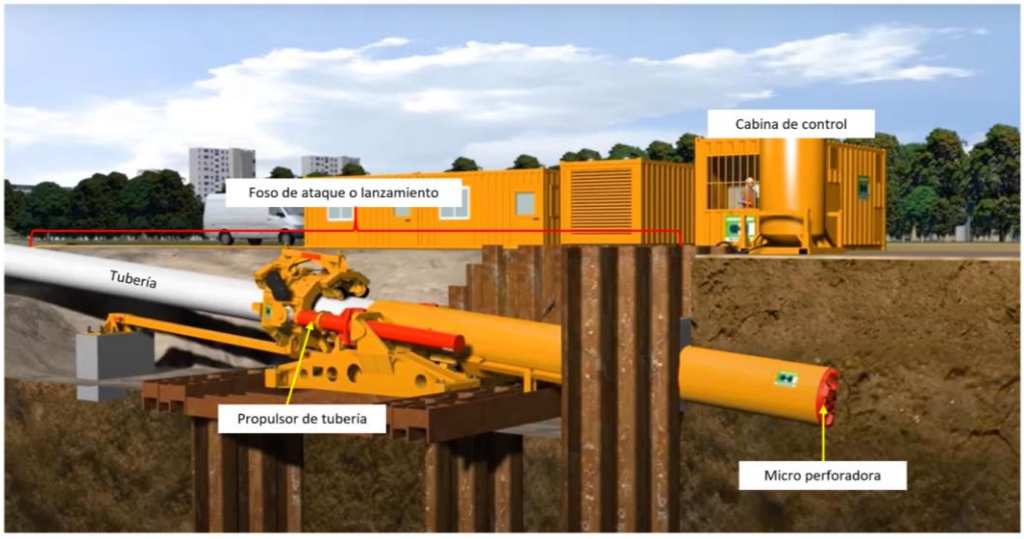


Figura II.21 Ejemplo del inicio de perforación Direct-Pipe.

Fuente: Tomada de Internet como referencia.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

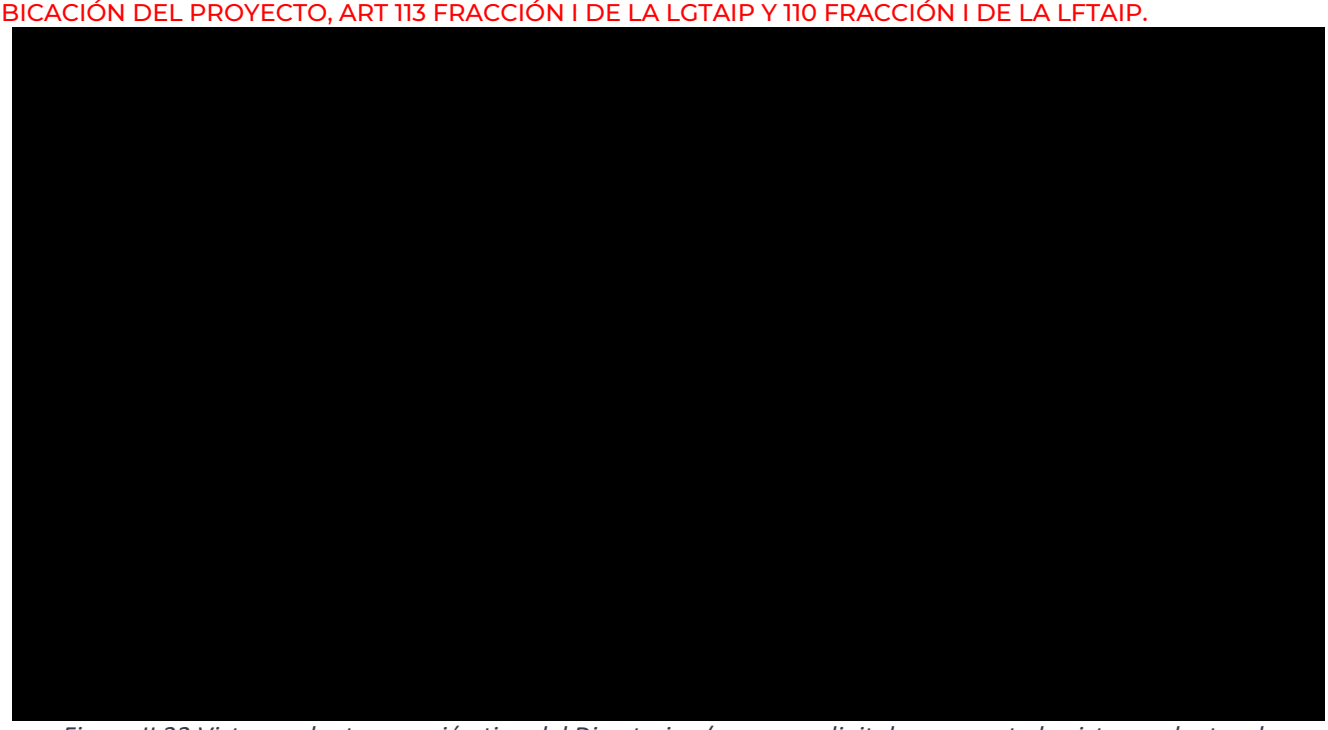


Figura II.22 Vista en planta y sección tipo del Direct-pipe (en anexo digital se presenta la vista en planta y la sección tipo de cada cruce en las tres ubicaciones).

Conforme se vaya perforando, se ira colocando un revestimiento denominado casing el cual consiste en una tubería de diámetro mayor (48" o 56") a la del ducto que será instalado. El uso del casing elimina los viajes de entrada y salida del pozo, para ensanchar el túnel como se hace con la HDD, lo que reduce el riesgo de atascamiento de tuberías y colapso de la formación al estar expuesta al lodo de perforación. Además, el casing se usa como proveedor de la energía hidráulica y mecánica para lograr el corte del terreno instalando en su interior cables y mangueras, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Una vez instalado el casing, el ducto de 36" DN será arrastrado a través del casing hasta cruzar la costa y surgir en el foso de salida.



Figura II.23 Ejemplo de revestimiento casing par perforación Direct-Pipe.

Los elementos que se instalarán al interior del casing, son los siguientes:

- Cable de alimentación para el cabezal de corte.
- Cable para alimentación general de la máquina.
- Cables para las bombas de lodos.
- Cable de datos.
- Manguera de aire para la bomba de aguas residuales.
- Manguera de aire para mantenimiento.
- Manguera para el sistema de nivelación de agua.

Durante el proceso de perforación, la máquina utiliza un circuito de descarga para transportar el material excavado hacia la superficie, el cual circula por el interior de la perforadora (ver siguiente figura). El material producto de la perforación será depositado en los costados dentro de las zonas *landfall*.

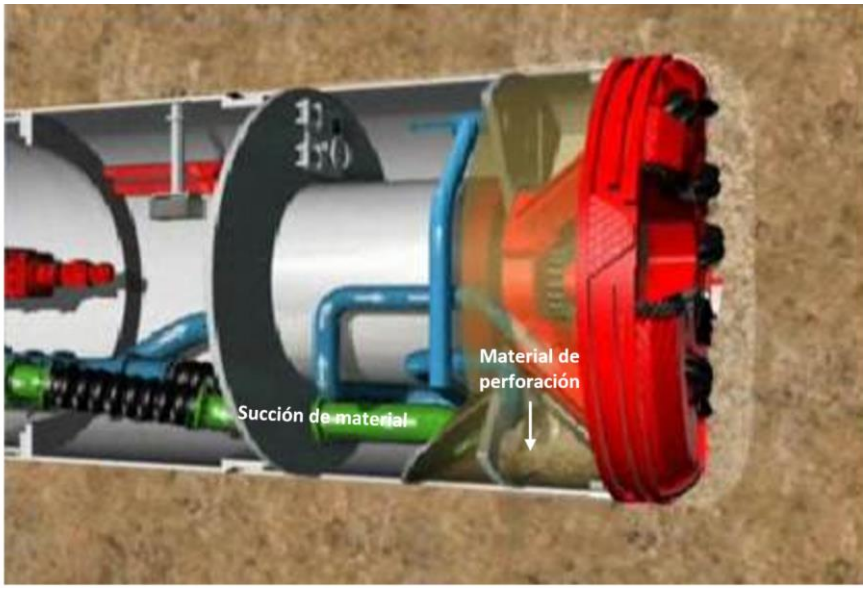


Figura II.24 Extracción de material producto de la perforación.

Sobre dicho, el proyecto hará uso de instalaciones y maquinaria del proyecto Gasoducto Extensión Sureste Etapa I; en particular, para la perforación Direct-Pipe se hará uso de las plataformas *landfall* donde se tendrá ya instalada la siguiente maquinaria para la perforación Direct Pipe:

- Propulsores de tubería de 750 toneladas.
- Una tuneladora tipo AVN o Slurry, con trituradora de cono y todoterreno para excavar túneles de forma segura en un rango de diámetro de 0.914 a unos 1.4 metros.
- Cabina de control, para operar desde un contenedor de control ubicado cerca de los propulsores de tubería.
- Planta de separación, para separar el material de corte del fluido de perforación.
- Unidad mezcladora de lodos a base de bentonita.
- Sistema de lubricación.
- Sistema de bombeo y recuperación de lodos.

Como toda perforación del terreno natural con maquinaria, se necesita la aplicación de lodos a base de bentonita. La bentonita es una arcilla formada esencialmente por minerales del grupo de la

esmecita, contiene alto nivel de iones de sodio, se expande cuando se moja, absorbe varias veces su peso seco en agua y puede aumentar hasta 12 veces su volumen. Debido a sus excelentes propiedades coloidales se utiliza a manudo en lodos de perforación de pozos petroleros, gas y para la investigación geotécnica y ambiental. Cabe señalar, que **la bentonita a utilizar para la actividad de perforación es material inocuo y no provoca impactos ambientales, ya que se tendrá el control de producción y almacenamiento para su retiro al término de los trabajos** (en anexo se presenta la hoja de seguridad)**.**

Por otra parte, una vez que la perforación haya llegado al foso de salida (en zona marina), la tubería será recuperada por una embarcación que estará posicionada mar adentro anclada a una profundidad de 10 m. La embarcación tendrá instalados cables para jalar el ducto; previamente al jalado del ducto se abrirá una zanja de 10 m de ancho en la base hasta llegar a los 50 m de ancho, esta zanja tiene la función de unir y continuar el tendido del ducto en altamar.

Cabe señalar, que para la recuperación del ducto, se hará uso de las zonas temporales de maniobras, tanto para realizar la zanja de 50.00 m, como para el anclaje de la embarcación. También es importante mencionar, que si bien se requiere un área amplia para las maniobras, principalmente de la embarcación de jalado, la afectación será puntual, ya que solo se requiere para el anclaje de la embarcación, la cual requiere de varios puntos de apoyo para tener el soporte suficiente para el jalado de la tubería, tal como se muestra en la siguiente figura (se presenta en anexo digital para una mejor visualización).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura II.25 Ejemplo de anclaje de embarcación para jalado (recuperado) de tubería.

Una vez que el ducto se termine de jalar, se procederá a la unión mediante una soldadura para interconectar la tubería recuperada, que vendrá de tierra, con la tubería que se instalará en el mar. Este mismo procedimiento se llevará a cabo en los tres puntos de interconexión en tierra.

La interconexión del ducto marino con las instalaciones en tierra se hará por medio de juntas de aislamiento que previamente serán instaladas en las secciones de los ductos en tierra (obras de la Etapa I).

b) Zanjeo (succión y jetting).

Las técnicas de zanjeo (succión y jetting), para el tendido del ducto en el lecho marino, consistirán en lo siguiente:

- **Zanjeo por succión**

El zanjeo por succión se llevará a cabo por una draga de succión en marcha, la cual es una embarcación autoportante y autopropulsada, diseñada para excavar de forma continua. La técnica consiste en aspirar o extraer el material por un tubo dotado en su extremo de un cabezal de succión. A bordo de la embarcación se instala una bomba que crea el vacío necesario en el cabezal para poner en suspensión los materiales sueltos en el agua, y se aspira la mezcla agua-material que se almacena en la cántara de la propia embarcación.

En particular, el proyecto contempla llevar a cabo este método de zanjeo en zonas poco profundas (cercanas a la costa hasta 15 de profundidad aproximadamente) para evitar la dispersión de sedimentos y la turbulencia del agua. La siguiente imagen muestra un ejemplo del método de succión.



Figura II.26 Ejemplo de zanjeo por el método de succión.

Fuente: https://driza.me/2013/03/21/el-dragado-de-nuestra-bahia/.

Las dragas de succión están principalmente diseñadas para usarse en terrenos blandos, como fangos, arcillas blandas, arenas y ciertas gravas. En casos extremos, se puede instalar un montaje de dientes en el cabezal aspirador y un sistema de chorro para poder retirar materiales más resistentes

Durante el proceso de zanjeo, el barco se encuentra en movimiento, aunque a una velocidad muy inferior a la de un crucero. El material succionado se vierte en la cántara (ver imagen), donde los sólidos decantan hacia el fondo y el agua que queda por encima se va evacuando nuevamente al mar a través de un dispositivo de rebose u “overflow”, el agua que se regresará tendrá material muy fino y diluido. En cuanto a los sólidos que se acumulen en la cántara, serán depositados en los polígonos de vertimiento para su disposición final.



Figura II.27 Ejemplo de una cantara.

El sistema de draga por succión tiene contemplado la incorporación del sistema de válvula verde que es colocada en el tubo de rebose. La válvula verde está diseñada para limitar la cantidad de aire atrapado en la mezcla de desbordamiento a fin de estabilizar la fase dinámica de la pluma de dispersión.

Cuando la mezcla de desbordamiento no contiene burbujas de aire, es una mezcla de agua con algunas partículas finas en el mismo, por lo que es una mezcla que es más densa que las aguas circundantes, por lo que la mezcla desciende más rápido al fondo marino.

Si la válvula no es colocada, el nivel del agua de mar será el mismo que en la salida del tubo de rebose generando burbujas de aire. En el caso de que la mezcla de desbordamiento contenga burbujas de aire, todo el proceso dinámico de la pluma de dispersión será perturbado, ya que la densidad de la corriente se romperá por las burbujas de aire y el material no se sedimentará rápidamente en el fondo del mar, extendiéndose en el medio. En cambio, al colocar la válvula verde en la salida del tubo de rebose, se controla que el agua de la tolva este por debajo del nivel del mar evitando que se generen las burbujas de aire, lo que hace más densa la mezcla que está en la tolva provocando que la mezcla caiga más rápido al fondo marino, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

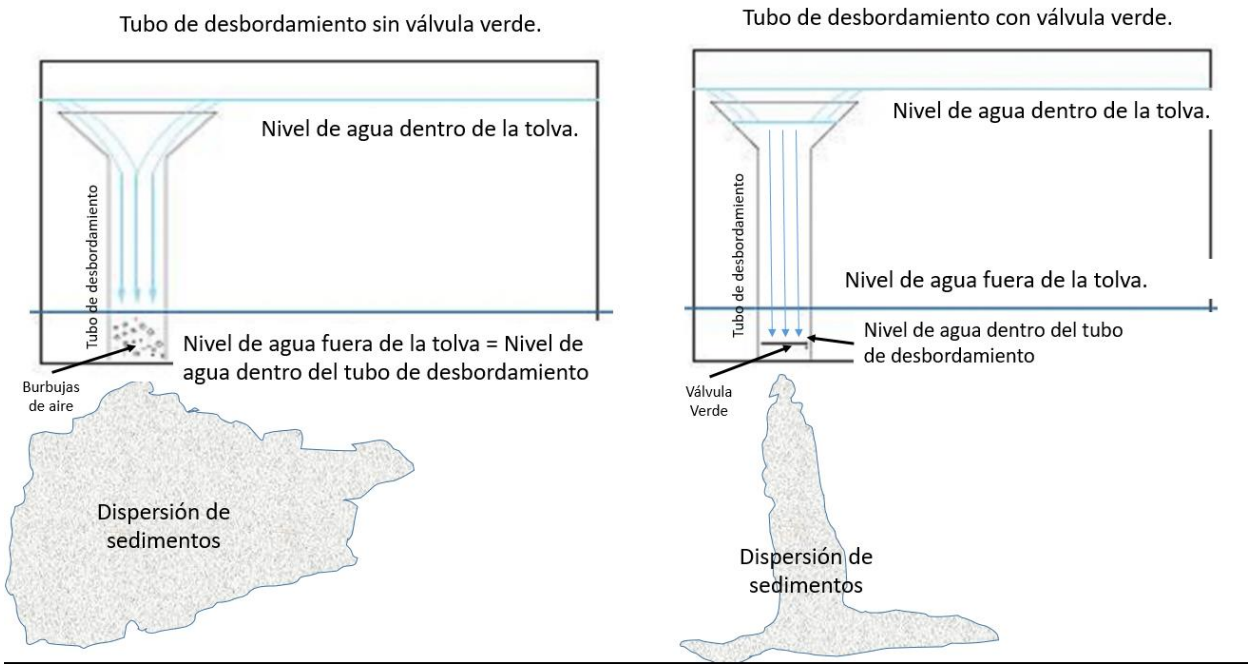


Figura II.28 Comparativa del desbordamiento con y sin válvula verde.

También es importante mencionar, que el material producto del zanjeo, que quede sedimentado en la tolva, será trasladado y depositado en los polígonos de vertimiento que se tienen contemplados para el proyecto, cuyas coordenadas y archivos kml se presentan en anexo.

Retomando, el zanjeo por succión es un método que solo será utilizado para realizar la transición entre el ducto terrestre y el ducto marino, entre 0.5 – 3.80 km a partir del foso de salida en los tres cruces costeros (Tuxpan, Coatzacoalcos y Paraíso).

En estas zonas donde se considera el método de succión, se tendrá una zanja de 10 m de ancho en la base hasta llegar a los 50 m de ancho (primeros 500 m de longitud a partir de la salida del DPI), luego la zanja de estrecha hasta los 26 m de ancho aproximadamente. Esta dimensiones permiten la maniobrabilidad de recuperación del ducto con seguridad; sin embargo, la ocupación permanente será solo de 1.00 m (ancho del ducto), tal como se muestra en la siguiente sección de diseño.

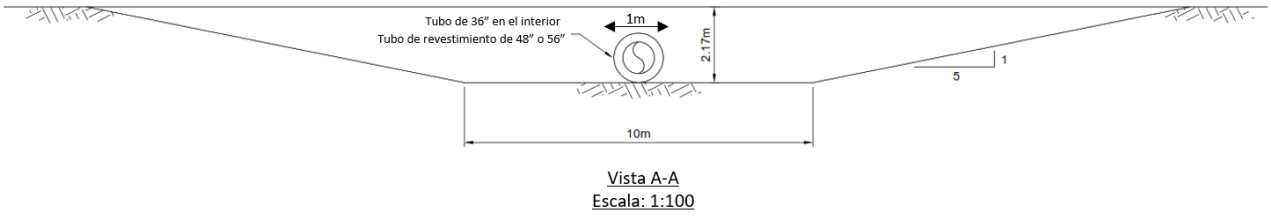


Figura II.29 Sección tipo zanja por el método de succión.

- **Zanjeo por Jetting.**

Esta técnica será utilizada a profundidades a partir de los 15 m en adelante y se realiza posterior al tendido del ducto. Las dragas que se utilizan, en general, son autopropulsadas.

La técnica consiste en inyectar un chorro de agua a presión combinado con efecto de succión dado por la salida de aire comprimido. Cuando se inicia la operación se baja el cabezal para que se apoye en el fondo de mar sobre la tubería instalada. Se inicia la inyección de agua con un caudal y presión predeterminados, el buque se mueve lentamente hacia adelante y arrastra la pluma de sedimento.

La superficie del fondo queda muy pareja después del dragado por inyección de agua. Una ventaja del dragado por inyección de agua es que todo el transporte de sedimentos se produce en una franja vecina al fondo, además de que los mismos sedimentos, por la dinámica de las corrientes, cubrirán la zanja del ducto. A continuación, se ilustra el proceso de zanjeo por inyección de agua.

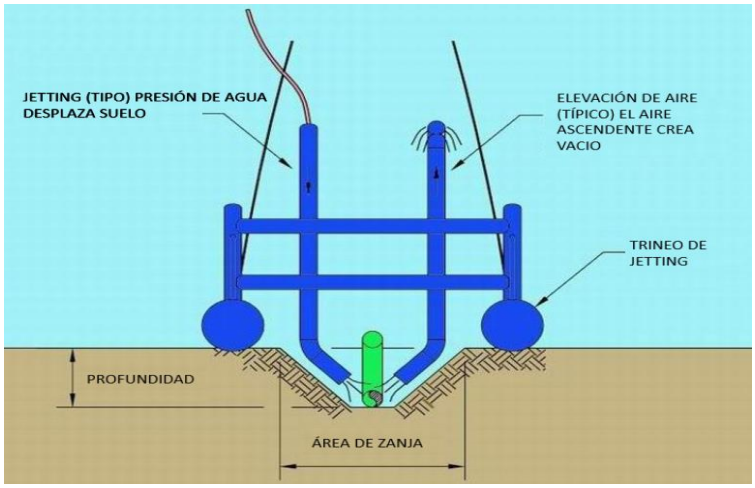


Figura II.30 Zanjeo por el método de Jetting.

Este dispositivo forma la zanja y la limpia, desalojando el material del lecho marino por debajo de la tubería. Después, por su propio peso, la tubería se asienta en el fondo de la zanja. En profundidades de entre los 15 m a los 60 m el ducto será enterrado a una profundidad de 1 m, en profundidades mayores a los 60 y 100 m el ducto quedará enterrado solo 50 cm.

Dado que las dragas por inyección de agua no requieren equipamiento auxiliar, como anclas o barcazas, puede tener una alta movilidad y puede operar y dejar el canal de navegación relativamente libre para el tráfico pasante.

Con el método de jetting, a pesar de que el volumen de sedimento que se removerá, y quedará en re suspensión en el agua es considerable, la pluma de sedimento no es mucho mayor que la que se presenta por el overflow durante el zanjeo por succión. Esto se debe principalmente a que la emisión es en el fondo, donde las corrientes son de menor energía, alcanzando a depositarse rápidamente los sedimentos más gruesos como arenas. Los sedimentos más finos y de mayor concentración a estas profundidades permanecen por más tiempo en re suspensión sin llegar a alcanzar la zona fótica.

c) Instalación del ducto (acarreo, alineamiento, soldadura y tendido).

Una vez que se haya realizado la zanja por succión, se procederá al alineamiento, soldadura y tendido del ducto en el lecho marino. Coma ya se ha hecho mención, las secciones de tubería que irán

formando el ducto se trasladarán desde tierra con el apoyo de embarcaciones hasta el punto donde se localice la barcaza que tenderá el ducto.

La alineación y soldadura de los tubos se realizará sobre la cubierta de la embarcación que tenderá el ducto, y consistirá en realizar las siguientes actividades:

1) Limpieza interna de los tubos que se realizará con un pase de espuma para retirar materiales extraños tales como polvo, suciedad, líquidos, etc.

2) Preparación del bisel a ser soldado y de la superficie adyacente hasta que el metal blanco no esté contaminado con pintura, grasa, óxido u otro material que pudiera impedir que se logre una soldadura de buena calidad.

3) Alineación del tubo con un acoplador neumático interno para la soldadura semi-automática.

4) Continuar soldando y agregando uniones de tubería para formar la tubería SEE, incluidas las pruebas no destructivas de cada soldadura de circunferencia para garantizar que la soldadura cumpla con los estándares de integridad requeridos.

Las siguientes figuras ejemplifican las actividades descritas.



Figura II.31 Ejemplo de actividades de alineación y soldadura.

Fuente: Internet: Barcaza Plata: Tendido Tubería Submarina.

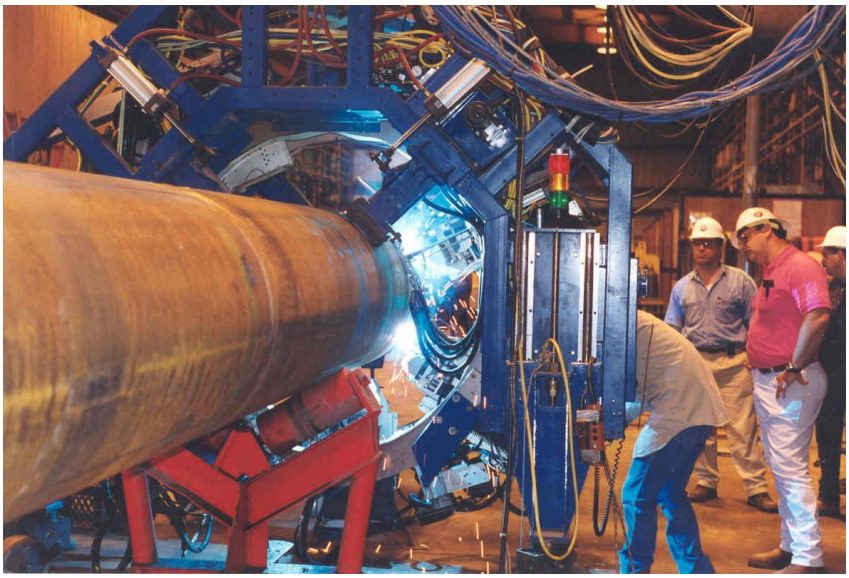


Figura II.32 Ejemplo del sistema automático de soldadura en una barcaza.

Adicional a las pruebas no destructivas, a la soldadura se le colocará una protección mecánica a base de una manga termo-adherible (FBE); a su vez, se aplicará la protección catódica del ducto a través de ánodos de sacrificio. Para la protección catódica se observará lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SECRE-1999 para que el sistema de protección catódica sea diseñado, instalado y operado conforme a ésta, y con la ingeniería de detalle se fijará la posición final de los rectificadores y camas anódicas que aseguren el potencial de protección de la tubería. Las siguientes imágenes ejemplifican la actividad de protección mecánica y catódica.





Figura II.33 Ejemplo de protección mecánica y catódica.

Fuente: Internet: Barcaza Plata: Tendido Tubería Submarina

Una vez realizada la secuencia de alineamiento y soldadura, se procederá al tendido de tubería. El bajado de tubería se realizará con cables de tensión hacia el lecho marino.

El tendido del gasoducto en alta mar se realizará mediante la técnica de tendido “S” (S-lay), en la cual se utiliza una barcaza o plataforma móvil en la que se realiza la soldadura de la tubería antes de tenderla al lecho marino. Esta técnica de tendido en “S”, es denominada de este modo porque la tubería adopta un perfil alargado en forma de S, al ser bajada desde la embarcación hasta el fondo marino.

Las embarcaciones de tendido S se caracterizan por su pontón (stinger) largo, una estructura reforzada provista de rodillos y de un tensor. El pontón se encuentra montado frente a la popa para soportar la tubería a medida que sale de la embarcación, tal como se muestra en las siguientes imágenes.

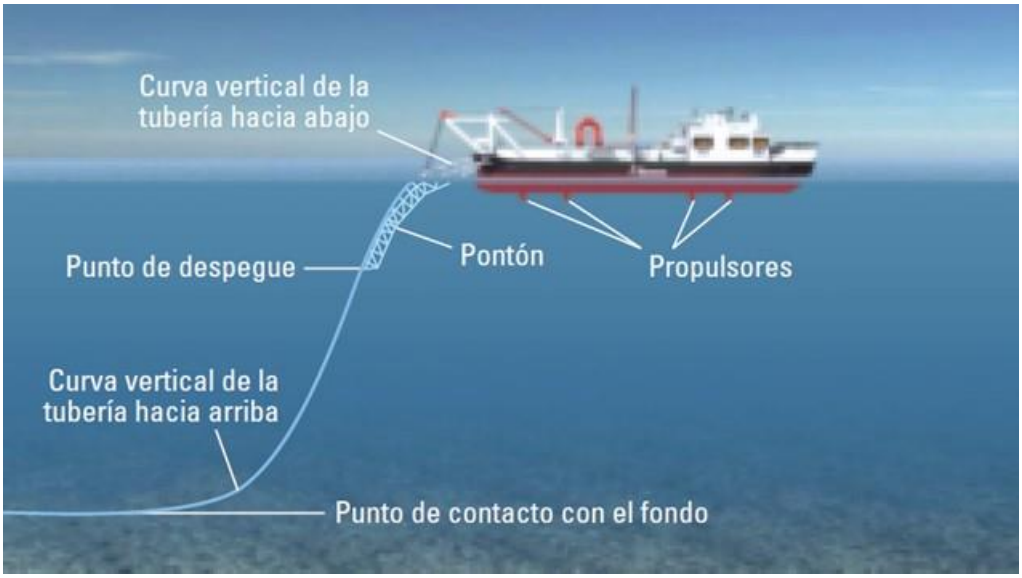


Figura II.34 Esquema del tendido de ducto técnica "S".

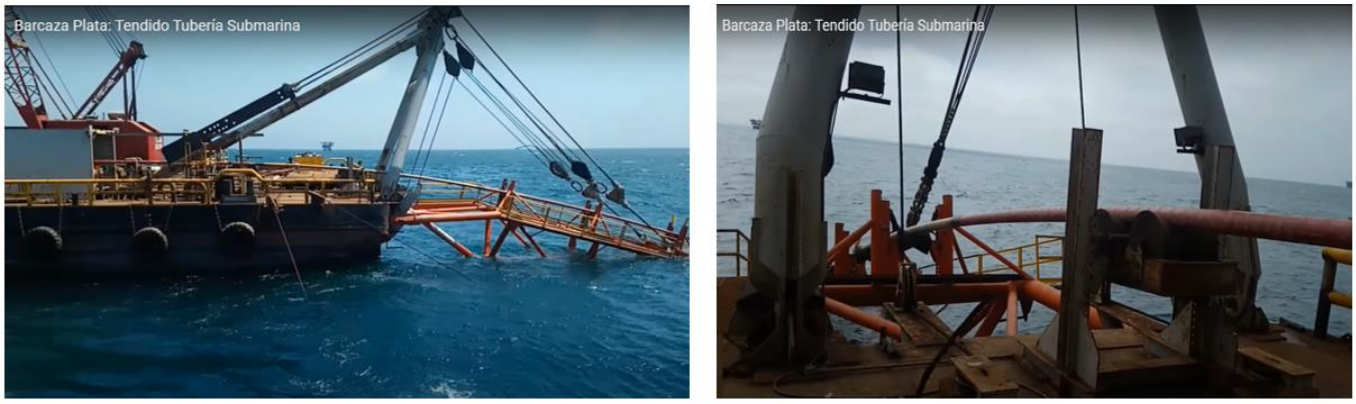


Figura II.35 Ejemplo de Tenido de ducto.

Fuente: Internet: Barcaza Plata: Tendido Tubería Submarina

En el caso del zanjeo por jetting, el tendido del ducto se realizará previó al zanjeo; sin embargo, la construcción de la línea de ducto seguirá el mismo proceso antes descrito (alineación, soldadura y tendido).

d) Enrocamiento.

Como actividad a realizarse durante la etapa constructiva, se pretende llevar a cabo el enrocamiento en algunas áreas del ducto, el cual, como ya fue mencionado, tiene como objetivo dar estabilidad al ducto en el área marina, amortiguar los tramos libres de éste, evitar los pandeos laterales y verticales, y protegerlo de impactos mecánicos.

El enrocamiento consiste en colocar material pétreo para recubrir el ducto o colocar el material pétreo en el lecho marino antes de tender la tubería y posterior al tendido para darle soporte, tal como se presenta en los siguientes diagramas.

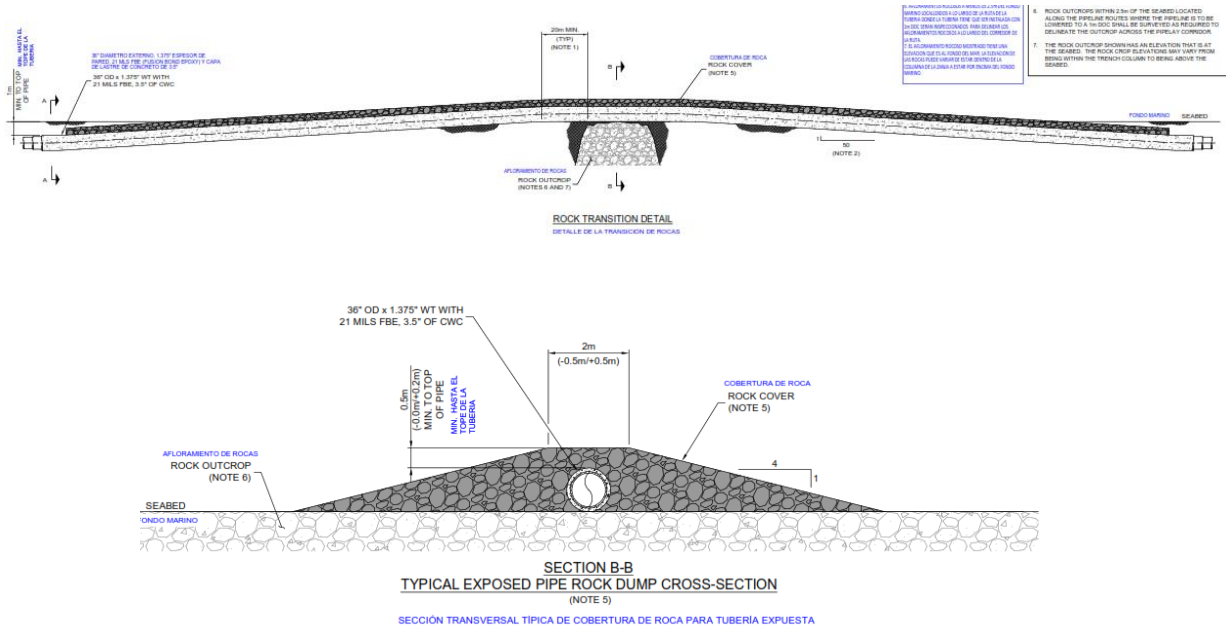


Figura II.36 Secciones tipo para el enrocamiento.

Los equipos a utilizar en el enrocamiento serán los siguientes: a) buques de descarga/instalación de roca con un sistema de tubería de descarga para ejecutar la instalación de roca. Se espera que una parte de la colocación de material rocoso sea en aguas poco profundas (~ 8m); b) equipo/sistema de posicionamiento dinámico (sistema controlado por medio de un ordenador, que automáticamente mantiene la posición y rumbo mediante el uso de los sistemas propios de propulsión del barco); c) vehículos y equipos sumergibles de operación remota (ROV) para monitorear e inspeccionar visualmente todas las actividades de instalación de material rocoso así como para realizar

levantamientos; d) radios de buque a buque, sistema de electricidad de emergencia, sistemas de protección contra incendio, equipo de salvamento y sistemas de alarma, así como grúas, malacates, polipastos, excavadoras, bandas transportadoras y tenazas, y e) buques para el transporte de materiales, equipo menor y, en su caso, tripulantes, esto para las ocasiones en que no se determine que el buque de instalación se traslade hacia la costa.

Las dimensiones y capacidades del buque serán definidos previo al inicio de la actividad de enrocamiento, en la cual participará personal calificado de prospección y del equipo para todo alineamiento y posicionamiento del buque de instalación de material rocoso, y como apoyo al monitoreo de la correcta ejecución de los trabajos se tienen considerados los servicios de posicionamiento acústico submarino.

Al término de la instalación del material pétreo se realizará otro levantamiento para tener registro de la ubicación exacta de los tramos del enrocamiento.

El material para enrocamiento será roca de forma angular, dura, a base de granito, no corrosiva y no magnética. Deberá estar libre de arcilla, limo, yeso u otros materiales nocivos acorde con la norma ASTM C127[1]. La gravedad específica (SG) será mínimo de 2,600 kg/m³, y la absorción de agua no deberá ser mayor al 2% por peso según dicha norma. En cuanto al valor de abrasión en prueba “Los Ángeles” deberá ser menor al 35% según la norma ASTM C131[2], y el valor de solidez de magnesio/azufre deberá ser menor del 12% de acuerdo con la norma ASTM C88[3].

Finalmente, la roca suministrada será probada conforme a la norma ASTM D5731 "Método de prueba estándar para determinar el índice de resistencia de carga puntual de la roca y la aplicación a las clasificaciones de resistencia de roca". La granulometría de la roca será acorde a los cálculos de estabilidad frente a carga de oleaje y corriente.

La roca a utilizar provendrá de fuentes locales (bancos de materiales existentes y autorizados), que cumplan con las especificaciones ya antes mencionadas.

II.3.5. Actividades pre operativas.

[1] ASTM-C127 Método de prueba estándar para la resistencia a la degradación del agregado grueso de tamaño pequeño mediante abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles
[2] ASTM-C131 Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso
[3] ASTM-C88 Método de prueba estándar para la solidez de los agregados mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Previo al inicio de las actividades de operación y mantenimiento se llevarán a cabo las siguientes pruebas de verificación para garantizar la integridad de las instalaciones: prueba hidrostática, limpieza-secado y empaquetamiento, mismas que se describen a continuación:

a) Prueba hidrostática.

Una vez concluidos los trabajos de instalación del gasoducto en alta mar, se procederá a realizar la prueba hidrostática, para lo cual, las dos secciones del gasoducto serán inundadas con agua de mar. El tiempo de llenado dependerá de las bombas de succión y la velocidad optima de los diablos.

Antedicho, para la prueba hidrostática el agua de mar será filtrada, y según la calidad y condiciones concretas de ejecución de prueba, podrá recibir algún tratamiento físico (en este caso aplicación de filtros y un sistema de luz ultravioleta UV) para minimizar los microorganismos que puedan entrar durante la etapa de llenado del ducto. Para prevenir la corrosión, se recomienda la extracción de oxígeno del agua mediante la aplicación de Chronox CRW3448 (secuestrador de oxígeno) en concentración 100 ppm, también se utilizará un colorante Aquasweep FluorBlue Dye en concentración 50 ppm, para detectar si existe una fuga en el ducto.

La operación de llenado será realizada mediante el lanzamiento de un tren de rascadores (calibrador de integridad de gasoducto). Se trata de dispositivos diseñados para introducirse dentro de los gasoductos para transitar o viajar por ellos. El agua filtrada será bombeada por delante y entre los raspadores.

Una vez finalizadas las tareas de inundado, el sistema de gasoducto será probado hidrostáticamente para comprobar su integridad. La presión será controlada de forma continua durante el período de prueba de 24 horas, para poder detectar cualquier reducción provocada por posibles fugas.

Cabe señalar, que el llenado y la descarga de agua se realizarán a través de un ducto de 24” DN y 1.360 km de longitud, obra considerada en la Etapa I del Gasoducto Extensión Sureste que se ha venido mencionando.

b) Limpieza, secado e inspección del ducto.

Al término de la prueba hidrostática, el agua será retirada del gasoducto utilizando un tren de rascadores impulsado mediante aire seco. Posteriormente, esta agua será vertida al mar a una distancia de más de 1,000 m a partir de la línea de costa, esto de conformidad con los permisos de las autoridades locales y/o federales; asimismo, se realizarán los estudios correspondientes de la calidad de agua que será vertida al mar.

Una vez desalojada el agua, se realizará la limpieza y secado interior de los ductos mediante corridas de diablos para asegurar que estén libres de agua y escombros. Para el secado, la tubería se deshidratará y se secará con un 95% de nitrógeno. Una vez hecho lo anterior, se inspeccionará internamente la tubería mediante un diablo electrónico calibrador ("Caliper Pig") a fin de asegurar que no existan ovalidades y/o abolladuras más allá de los parámetros permitidos. Los diablos miden el diámetro interior de la tubería mecánicamente y registran la información electrónicamente. Los registros están relacionados por la longitud, a fin de poder ubicar las indicaciones fácilmente y repararlas según sea necesario.

c) Empaquetamiento.

Esta actividad considera el llenado paulatino del sistema con gas natural, el cual reemplazará el nitrógeno contenido en la tubería con gas natural mediante procedimientos seguros. En términos generales se tiene lo siguiente:

- Se ubica la válvula auxiliar del primer punto de sistemas que se pretende empaquetar, mismo que aguas abajo contiene gas natural. Posteriormente se ubica la válvula auxiliar del segundo punto hasta donde se pretende empaquetar.

- Con la segunda válvula abierta, la primera válvula empieza a abrirse lentamente, ubicándose un equipo de medición de oxígeno en la segunda válvula que, al detectar 0% de oxígeno, permite que la válvula se cierre lentamente.

II.4. Operación.

Una vez concluida la etapa de construcción o instalación, y en conjunto con las obras de la Etapa I, el proyecto iniciará operaciones transportando gas natural desde la Estación de Regulación y Medición Veracruz Norte en Tuxpan (punto de envío) hasta la Estación de Regulación y Medición, en el municipio de Paraíso, Tabasco (Punto de entrega), siguiendo el siguiente proceso:

1) Primero, de la ERyM Veracruz Norte (Tuxpan, Veracruz) se enviarán 1,390 MMPCD de gas natural hacia la EC Coatzacoalcos a una MAOP de 15,306 kPa (2,220 psig), a través de la primera sección del gasoducto marino.

2) Posteriormente, de la EC Coatzacoalcos, donde se comprimirá el gas de 863 psig a 1,403 psig, se enviarán 777 MMPCD de gas a través de la segunda sección del gasoducto marino hasta llegar a la ERyM en Paraíso, Tabasco, la cual será el punto de recepción de todo el sistema para su distribución a la CFE.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo (se presenta en anexo digital para mejor referencia) que ilustra el proceso de operación.

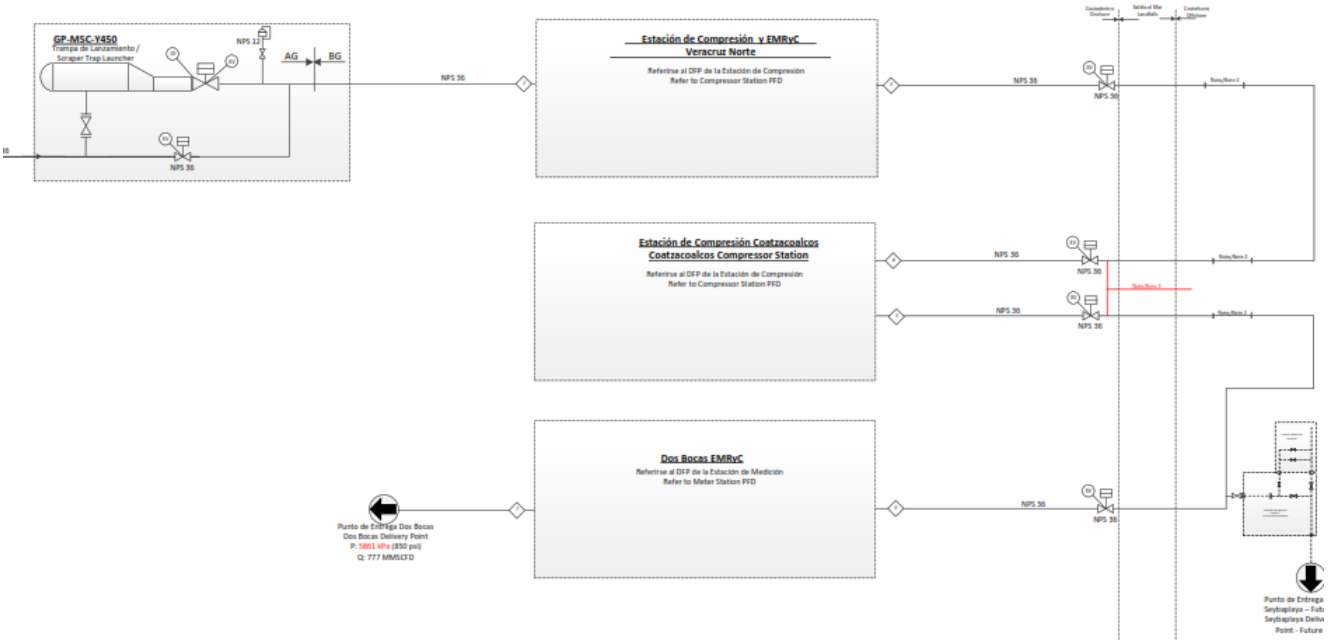


Figura II.37 Diagrama de flujo de operación del proyecto.

II.4.1. Mantenimiento.

Se contará con un programa general de mantenimiento, que permita incrementar la eficiencia en la operación de las instalaciones, cumplir con los compromisos de producción adquiridos, brindar seguridad industrial a la infraestructura, y proteger el entorno marino en el que se desenvuelven estas acciones.

El programa de mantenimiento del gasoducto comprende las actividades tanto de mantenimiento como inspección del ducto. La inspección se realizará con el apoyo de una sonda de barrido lateral (SSS) y por un vehículo operado a distancia (ROV), pudiendo identificar las siguientes amenazas.

Tabla II.9 Inspección del gasoducto en la etapa de mantenimiento mediante equipo ROV y SSS.

Grupo de amenazas	Amenaza	ROV	SSS
Amenazas de DFI	Error de diseño	●	
	Relacionado con la fabricación	●	
	Relacionado con la instalación	●	
Amenazas de corrosión/erosión	Corrosión interna		
	Corrosión externa	●	
	Erosión	●	●
Amenazas de terceros	Interferencia de arrastre	●	●
	Anclaje	●	●
	Impacto de buque	●	●
	Objetos caídos	●	●
	Vandalismo/terrorismo	●	●
	Tráfico (impacto de vehículos, vibraciones)	●	●
	Otro impacto mecánico	●	●
Amenazas estructurales	Pandeo global (expuesto)	●	●
	Pandeo global (enterrado)	●	●
	Terminar expansión	●	●
	Estabilidad en el fondo	●	●
	Sobrecarga estática	●	●
	Fatiga (VIV, FIV, ondas o variaciones del proceso)	●	●
Amenazas de peligros naturales	Clima extremo	●	●
	Temblores	●	●
	Deslizamientos de tierra	●	●

A. Inspección del ducto.

- Inspección indirecta (frecuencia de inspección anual).
- Inspección de ductos ascendentes (frecuencia anual).
- Monitoreo de protección catódica (frecuencia de monitoreo, 3 veces al año).
- Evaluación de testigos de corrosión.

B. Mantenimiento preventivo.

- Protección anticorrosiva (frecuencia anual).
- Protección catódica (frecuencia trimestral).

Los insumos necesarios para aplicar una protección catódica a ductos (parte aérea) son los siguientes:

Barco, ánodos de sacrificio (aluminio y zinc) y equipo de buceo.

- Protección ultrasónica y líquidos penetrantes (frecuencia trimestral).

Los insumos necesarios para llevar a cabo las pruebas ultrasónica y de líquidos penetrantes son los siguientes:

Equipos de ultrasonidos, atomizadores y lubricantes.

- Protección interior, inyección de inhibidores (frecuencia diaria).

Los insumos necesarios para llevar a cabo la protección interior del ducto mediante la inyección de inhibidores de corrosión son los siguientes:

Depósitos de inhibidor, bombas neumáticas de inyección, niple de inyección e inhibidor.

II.4.2. Personal, maquinaria e insumos.

Se estima que durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, se contrátate un promedio de 750 trabajadores, y para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se requerirá un total de 150 empleados.

En cuanto a la maquinaria y equipo se estiman utilizar las siguientes:

- Embarcación de tendido de ducto marino tipo anclada o con posicionamiento dinámico (DP).
- Embarcaciones para enrocamiento
- Embarcación de transporte de tubería y para transporte de personal.
- Remolcadores de posicionamiento.
- Embarcaciones de apoyo de levantamiento geofísico y ROV.
- Embarcaciones de abastecimiento de material.
- Draga Jetting.
- Draga tipo succión

Con respecto a los insumos, estos se enlistan a continuación:

i. Agua.

El agua que será requerida durante las diferentes etapas del proyecto será solamente para consumo humano y para las pruebas hidrostáticas.

El agua potable para el personal será suministrada en garrafones que serán adquiridos a empresas locales.

En cuanto al agua que se utilizará para llevar a cabo las pruebas hidrostáticas será tomada del mar, por lo que resulta importante mencionar que se solicitarán los permisos necesarios, y se realizarán pruebas de laboratorio para determinar la calidad del agua y establecer la línea base de carga de contaminantes antes de ser vertidas nuevamente al mar.

ii. Energía eléctrica.

La energía eléctrica necesaria en la etapa de construcción será abastecida por plantas portátiles de generación accionadas con diésel.

iii. Combustibles.

Los combustibles serán utilizados principalmente para las embarcaciones, por lo que el suministro se realizará en puntos de abastecimiento debidamente autorizados y que cuenten con las medidas de seguridad correspondientes para evitar accidentes por el inadecuado manejo de los mismos.

iv. Materiales a utilizar para las secciones del gasoducto.

- Tubo de acero de carbón grado API 5L X60 o X65.
- Recubrimiento exterior con un sistema epóxico adherido por fusión.
- Recubrimiento FBE.
- Recubrimiento interno epóxico.
- Recubrimiento externo con hormigón (CWC)

v. Sustancias requeridas para las pruebas hidrostáticas.

- **Chronox CRW3448**, utilizado como inhibidor de corrosión. En anexo se incluye la hoja de datos.
- Colorante a utilizar para el rastreo de fuga y prueba de presión. **Desmantelamiento y abandono.**

Un gasoducto puede extender su vida útil cumpliendo los adecuados procedimientos de mantenimiento adecuados.

En particular para el proyecto se estima una vida útil de 30 años, pero en el caso de que la promovente no tenga interés en continuar con el proyecto y considerando que el retiro de tubería puede ocasionar mayores afectaciones al ambiente que el hecho de dejarlo en el sitio, se analizará

la posibilidad de que el gasoducto se quede en el sitio del proyecto. Lo que procedería en este caso, sería la aplicación de medidas de limpieza en el interior de la tubería y la extracción completa de del gas trasportado a través de la misma, con el fin de que quede libre de cualquier tipo de sustancia que pudiera en determinado momento dañar el ambiente. Esta opción tiene la posibilidad de dejar la tubería sin ningún uso en el sitio del proyecto, con el objeto de no provocar impactos al ambiente.

- Desincorporación administrativa del manejo del ducto.
- Desactivación del ducto.
- Desfogue.
- Recuperación de líquidos.
- Taponamiento (definitivo en el caso de que ya no se le dé ningún uso).
- Purgado.
- Inertización.

La inertización del gasoducto en caso de abandono, se llevará a cabo mediante la corrida de un diablo de copas para la limpieza de los residuos entrampados a lo largo del ducto, desfogando en las cubetas de la trampa de recibo, con lo cual queda listo para la inyección de nitrógeno, dejando completamente empaquetada la línea.

II.4.4. Residuos.

Durante el desarrollo del proyecto se estiman generar residuos líquidos, sólidos orgánicos e inorgánicos, pudiendo también generarse residuos peligrosos.

El manejo de los residuos en las embarcaciones seguirá lo establecido en el Anexo V del Convenio MARPOL. A bordo de las embarcaciones se tendrán contenedores especiales debidamente rotulados, y con capacidad suficiente para almacenar debidamente los residuos sólidos, orgánicos, de manejo especial, y peligrosos. Todos los residuos se manejarán de acuerdo a lo establecido internacionalmente para embarcaciones conforme al Convenio MARPOL, así como a lo establecido en la legislación (Ley de Puertos), normas de SEMARNAT, normas y protocolos de la SEMAR, ASIPONA y, de ser el caso, a normas internacionales.

Se tiene previsto que la recolección, manejo y disposición final de los residuos a bordo de las embarcaciones, acorde a su categoría, sea a través de empresas debidamente autorizadas, atendiendo lo que establezcan las autoridades competentes (ASIPONA, SEMAR, etc.), además de observar las reglas del Convenio Marpol. Estará prohibido arrojar al mar toda materia plástica, productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, tablas y forros de estiba, materiales de embalaje y residuos en general.

Aunado a lo anterior, todos los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto se manejaran de acuerdo con la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los residuos (LGPGIR). En la siguiente tabla se ejemplifican los residuos que podrían generarse, en su caso, en zona terrestre, asumiendo que su manejo igualmente será por una empresa debidamente autorizada.

Tabla II.10 Residuos que, en su caso, podrían generarse por el proyecto en zona terrestre.

Preparación del sitio y construcción	
Clasificación	**Residuo**
Residuos orgánicos	
Residuos sólidos urbanos	Papel y cartón de embalaje
	Vidrio y plástico
	Otros
Residuos Peligrosos	Aceite usado
	Estopas impregnadas de aceite y/o grasa
	Pintura y otros
Operación y mantenimiento	
Residuos sólidos urbanos (residuos de comida, papel, cartón y plásticos, otros)	
Residuos Peligrosos (combustibles, grasas, aceites, solventes, aerosoles)	

Los residuos se almacenarán en lugares específicos, claramente marcados y en contenedores diferenciados acorde al tipo de residuo.

Gasoducto Extensión Sureste

”Etapa II”

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca. S. de R. L. de C. V.





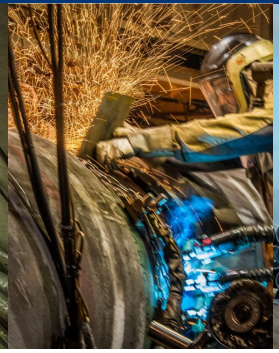
CAPÍTULO III

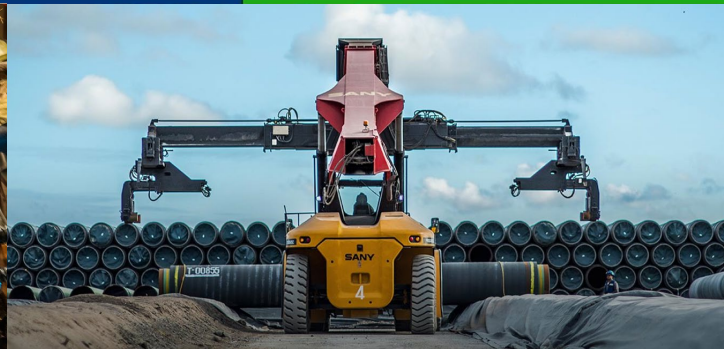
VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)







INDICE

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

III.1. INTRODUCCIÓN 1

III.2. Ordenamientos Jurídicos Aplicables. 2

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

III.4. Leyes y Reglamentos Federales. 6

III.4.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 7

III.4.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 10

III.4.3. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. 14

III.4.4. Ley de Hidrocarburos. 16

III.4.5. Reglamento de la Ley de Hidrocarburos 17

III.4.6. Reglamento de las Actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos. 18

III.4.7. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera. 19

III.4.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 20

III.4.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 23

III.4.10. Ley General de Cambio Climático. 24

III.4.11. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (“LGCC”). 25

III.4.12. Ley de Aguas Nacionales. 26

III.4.13. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. 28

III.4.14. Ley General de Vida Silvestre. 29

III.4.15. Ley General de Bienes Nacionales. 31

III.4.16. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar. 33

III.4.17. Ley Federal del Mar. 36

III.5. Instrumentos de Política Ambiental. 37

III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 39

III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. 41

III.6. Instrumentos de Planeación para el Desarrollo. 77

III.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 78

III.6.2. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027. 79

III.6.3. Plan Sectorial de Energía 2020-2024. 80

III.7. Instrumentos de política ambiental en el ámbito internacional. _____ 81

III.7.1. Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)..... 82

III.7.2. Protocolo de 1996 relativo al Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972. 87

III.7.3. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). 88

III.7.4. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. 91

III.7.5. Vinculación del proyecto con los Principios de Ecuador..... 93

III.8. Áreas Naturales Protegidas. _____ 102

III.8.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal. 103

III.8.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal. 107

III.9. Sitios RAMSAR. _____ 109

III.10. Normas Oficiales Mexicanas. _____ 112

TABLAS

Tabla III-1 Artículos de la LGEEPA aplicables al proyecto. 8

Tabla III-2 Artículos en materia Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental aplicables. 11

Tabla III-3 Artículos de la LANSIPMASH en materia de impacto ambiental aplicables al proyecto. 15

Tabla III-4 Artículos de la LH en materia de impacto ambiental aplicables al proyecto. 16

Tabla III-5 Artículos del Reglamento de las Actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos aplicables al proyecto. 18

Tabla III-6 Artículos en materia Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmosfera aplicables al proyecto. 19

Tabla III-7 Artículos aplicables al proyecto en materia Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables al proyecto. 20

Tabla III-8 Artículos aplicables al proyecto en materia del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables al proyecto. 23

Tabla III-9 Artículos en materia de la Ley de Cambio Climático aplicables al proyecto. 25

Tabla III-10 Artículo del Reglamento de la LGCC aplicable para el desarrollo del proyecto. 26

Tabla III-11 Artículos en materia de Ley de Aguas Nacionales aplicables al proyecto. 27

Tabla III-12 Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental aplicables al proyecto. 28

Tabla III-13 Artículos de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al proyecto. 29

Tabla III-14 Artículo de la Ley General de Bienes Nacionales aplicables al proyecto. 32

Tabla III-15 Vinculación de proyecto con el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar. 33
Tabla III-16 Artículo de la Ley Federal del Mar aplicables al proyecto. 36
Tabla III-17 Unidades de Gestión Ambiental. 45
Tabla III-18 Vinculación del proyecto con respecto a las acciones generales. 47
Tabla III-19 Vinculación de las obras con respecto a las acciones específicas. 62
Tabla III-20 Criterios de Regulación Ecológica "Zona Costera Inmediata del Occidente del Golfo de México". 69
Tabla III-21 Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica "Zona Costera inmediata Golfo Sur" del POEMyyRGMyMC. 75
Tabla III-22 Vinculación de la Guía General sobre medio ambiente, salud y seguridad (IFC) en relación con la Legislación Nacional aplicable al proyecto. 99
Tabla III-23 Distancia de las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal cercanas al proyecto. 104
Tabla III-24 Distancia de las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal cercanas al proyecto. 108
Tabla III-25 Distancia de los sitios RAMSAR cercanos al proyecto. 110
Tabla III-26 Normas Oficiales Mexicas aplicables al proyecto. 113

FIGURAS

Figura No. 1 Ordenamientos jurídicos vinculados con el proyecto. 3
Figura No. 2 Ubicación del proyecto respecto al PEOGT 40
Figura No. 3 Ámbito de aplicación del POEMyRGMyMC. 43
Figura No. 4 Modelo de Ordenamiento en Unidades de Gestión Ambiental POEMyRGMyMC. 44
Figura No. 5 Ubicación del proyecto con relación a las UGA´s del POEMyRGMyMC. 45
Figura No. 6 Trazo del gasoducto con respecto a las ANP´s de competencia Federal. 103
Figura No. 7 Ubicación del proyecto con respecto a la zona de influencia de la ANP Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. 105
Figura No. 8 Ubicación del proyecto con relación a la zona de influencia de la ANP Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. 106
Figura No. 9 Subzonificación de la ANP Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. 107
Figura No. 10 Ubicación del proyecto con respecto a las ANP´s Estatales cercanas al proyecto. 109
Figura No. 11 Ubicación del proyecto con relación a los sitios RAMSAR. 111

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

III.1. INTRODUCCIÓN

Como se ha mencionado en el Capítulo II de la presente MIA-R, el proyecto consiste en la construcción de una línea de gasoducto en zona marina de 36" DN y tendrá una longitud aproximada de 692.00 km, que correrá a lo largo del Golfo de México. El ducto marino conectará primero con la EC de Tuxpan (Primera etapa del proyecto), continuará su ruta por el Golfo de México hasta llegar a la EC en Coatzacoalcos, saliendo nuevamente hasta llegar a la ERyM en Paraíso, Tabasco (Dos Bocas); para el transporte de gas natural. Por lo que tomando en consideración las características del proyecto, en el presente capítulo se llevó a cabo un análisis de la legislación federal en materia ambiental, así como los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional que guardan relación con el proyecto con el propósito de acreditar plenamente su cumplimiento a las disposiciones legales aplicables, así como su viabilidad.

La vinculación que se desarrolla en el presente Capítulo tiene como propósito principal demostrar el cumplimiento del proyecto con la legislación ambiental y evidenciar su compatibilidad con los diversos ordenamientos de carácter Federal, Estatal e inclusive Municipal que, en función de la ubicación del sitio del proyecto, resultan aplicables, en cuanto a los usos y aprovechamientos de suelo.

En este tenor y de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.[1]

[1] Artículo 35 de la LGEEPA, párrafo segundo, (…) 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.

Por lo antes mencionado, en las subsecuentes páginas, se expondrá la vinculación del proyecto con los diversos instrumentos jurídicos en observancia de jerarquía, en primer orden con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Finalmente, se destaca que, para una mejor apreciación se acompaña en documento adjunto al presente, un anexo digital de las Figuras que serán observadas a lo largo del presente capítulo y que demuestren el trazo del proyecto, así como su incidencia dentro de los instrumentos de planeación que se vinculan.

III.2. Ordenamientos Jurídicos Aplicables.

Para la realización del presente apartado se llevó a cabo una revisión y análisis minucioso de la legislación federal en materia ambiental, así como de aquella que resulta aplicable al sector al que pertenece, con el fin de evidenciar el cumplimiento del proyecto con dichos instrumentos, es decir demostrar la viabilidad jurídica del proyecto.

Para ello se relacionaron los ordenamientos que se listan a continuación en virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

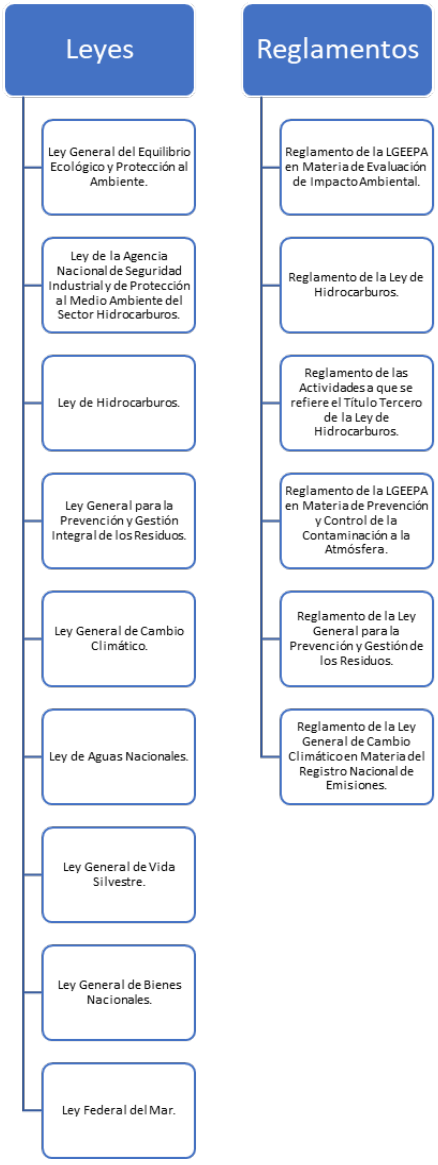


Figura No. 1 Ordenamientos jurídicos vinculados con el proyecto.

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

En el artículo 4° Constitucional se establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. De igual forma establece que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quién lo provoque.

Por su parte, el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que 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 la competitividad, 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. Esto es, el artículo 25 otorga al Estado la rectoría del desarrollo nacional. Para realizar dicha función, el párrafo segundo establece: "El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regularización y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco que otorga esta Constitución."

El tipo de planeación que regirá en México lo establece el artículo 26 constitucional, en su segundo párrafo:

> *"...La planeación será democrática. Mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlos al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal".*

Adicionalmente, el artículo 73, fracción XXIX-D, de la Constitución otorga la facultad al Congreso de la Unión "*para expedir leyes sobre planeación nacional del desarrollo económico y social*", por lo que dentro de la Ley de Planeación, en cuyo artículo 33 dispone que "*El Ejecutivo Federal podrá convenir con los órganos constitucionales autónomos y los gobiernos de las entidades federativas, satisfaciendo las formalidades que en cada caso procedan, la coordinación que se requiera a efecto de que éstos participen en la planeación nacional del desarrollo; coadyuven, en el ámbito de sus respectivas competencias, a la consecución de los objetivos de la planeación nacional, y para que las acciones a realizarse por dichas instancias se planeen de manera conjunta. En los casos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas se deberá considerar la participación que corresponda a los municipios y demarcaciones territoriales.*"

Bajo las anteriores consideraciones, en el presente Capítulo, se han observado los instrumentos de planeación nacional de desarrollo, a fin de evidenciar ante la autoridad el cumplimiento a los mismos, lo cual guarda total congruencia con el contenido del artículo 17, Sección I denominada Planeación Ambiental, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual establece que:

> *"**ARTÍCULO 17.- En la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental** y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.*
>
> *En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes."*

Por otra parte, el Artículo 27 Constitucional establece, en principio, el dominio y propiedad de las tierras y aguas comprendidas en territorio nacional, asimismo establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, así como de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, 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. A mayor abundamiento sobre este último punto, el artículo 27 constitucional establece a la letra:

> *"**Artículo 27** (…) 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. (…)"

Finalmente, el artículo 133 establece dos principios relevantes para el funcionamiento del sistema jurídico mexicano: la supremacía constitucional y la regla de jerarquía normativa (constitución, leyes y tratados internacionales). **El precepto apunta que las leyes del Congreso que emanen de la Constitución y los Tratados Internacionales acordes a su texto también son parte de la Ley Suprema, en el sentido que son de observancia obligatoria en todo el territorio mexicano.**

Como consecuencia de la constante degradación de los ecosistemas y por ende la continua pérdida de biodiversidad, la comunidad internacional, sobre la base de los principios internacionales a nivel internacional, ha propiciado la creación de instrumentos internacionales con la finalidad de salvaguardar los ecosistemas, hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, proteger las distintas especies de flora y fauna, así como guiar el actuar de los Estados en la protección del medio ambiente, los cuales han sido observados para la elaboración de la presente MIA-R.

De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto dará cabal cumplimiento a las disposiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, ley fundamental del Estado Mexicano, que dada la naturaleza del proyecto resultan aplicables, así como aquellas en materia de protección al ambiente. De tal forma que el proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con apego a la legislación en materia ambiental evaluando los impactos del proyecto al ambiente y estableciendo medidas para preservar el equilibrio ecológico.

III.4. Leyes y Reglamentos Federales.

El sistema jurídico mexicano está conformado por una serie de Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

Particularmente en materia ambiental, el artículo 27 Constitucional referido con antelación, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, 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.

En este orden de ideas, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que la regulación ambiental deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas de carácter ambiental que las autoridades deberán determinar (Federación, Estados y Municipios), con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio del medio natural, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

De esta manera, la citada Ley prevé un procedimiento de impacto ambiental a través del cual se establecen 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 ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

III.4.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer diversas bases para "garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar".

Dentro de la presente Ley se contemplan diversos instrumentos de Política Ambiental, entre los que se encuentra la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental, por lo que al respecto el

proyecto se vinculará con las disposiciones relacionadas con la evaluación, así como con otras disposiciones que guardan relación con el mismo.

Tabla III-1 Artículos de la LGEEPA aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***"Artículo 15. Fracción IV**. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique."*	El presente proyecto sujeto a evaluación de impacto ambiental se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo de la MIA-R se contemplaron acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto (Ver capítulo V y VI de la presente MIA-R).
***"Artículo 28.** (…) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:* *I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, **gasoductos,** carboductos y poliductos;* *(…)"*	El proyecto consiste en la construcción y operación de un ducto en altamar de 36" DN y sus respectivas interconexiones con las instalaciones terrestres, recorriendo un total de 692 km para el transporte de gas natural, sobre el Golfo de México, entre los estados de Veracruz y Tabasco. Para una mejor apreciación respecto a las obras que incluye el proyecto, se sugiere consultar el Capítulo II de la presente MIA-R. Como se observa la conceptualización del proyecto y su diversidad de obras, se encuentran tipificadas dentro de los preceptos del artículo en comento, haciéndolas de competencia federal respecto de su evaluación y autorización en materia de impacto ambiental, lo cual debe realizarse de manera previa a su realización.
***"Artículo 30.** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*	El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita ya que, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental de sus obras y actividades, se presenta para su respectiva evaluación en materia de impacto ambiental la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional. La manifestación de impacto ambiental presentada para su evaluación incluye una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran

Artículo	Vinculación con el proyecto
Cuando se traten de actividades altamente riesgosas en los términos de la presente Ley la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente (…)"	ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Asimismo, dadas las características del proyecto, éste es considerado como uno de los cuales realizará una actividad altamente riesgosa por el manejo, conducción y transporte de gas natural como hidrocarburo, al rebasar las cantidades de reporte establecidos en los listados de actividades altamente riesgosas, por lo que el proyecto se vincula con el segundo párrafo del artículo 30 y como consecuencia, se incorpora a la presente MIA-R, el estudio de riesgo correspondiente.
"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 citado precepto, se vincula al proyecto, al incorporar a la presente MIA-R, las medidas necesarias tendientes a la Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera en las etapas de construcción y operación del proyecto. El proyecto contará con un estricto control de supervisión y mantenimiento de equipos, se supervisará que las embarcaciones utilizadas, cumplan con un programa de mantenimiento preventivo y en caso de requerirse mantenimiento correctivo, para lo cual deberá ajustarse a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en cumplimiento a las normas oficiales y lineamientos específicos.
"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."*	En las etapas de preparación de sitio y construcción las aguas de desecho que se contempla generar serán las producidas por la estancia de trabajadores dentro de las embarcaciones utilizadas para la ejecución y operación del proyecto; el promovente contratará los servicios de los propietarios de las embarcaciones para la instalación del gasoducto, quienes serán los responsables de su disposición final.

Artículo	Vinculación con el proyecto
	Los residuos de estas etapas serán manejados por una empresa prestadora del servicio, por lo que se da cumplimiento a la presente disposición jurídica.
*"**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."*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
*"**Artículo 151 BIS**.- Requiere autorización previa de la Secretaría:* *I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;* *II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y* *III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos."*	La empresa especializada prestadora de servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados deberá estar debidamente acreditada y contar con las autorizaciones correspondientes, situación que será verificada por la promovente, por lo que, durante la fase de preparación y construcción, así como de operación se verificará periódicamente que dichos permisos se encuentren vigentes y en cumplimiento ante las autoridades competentes.

III.4.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Artículo 28 de la LGEEPA, establece que es el Reglamento de dicho ordenamiento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el que determina cuales son las obras o actividades, que

por su ubicación, dimensiones, características o alcances puedan producir impactos ambientales significativos, desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y de igual forma también determina cuales son aquellas obras o actividades que no deban sujetarse al proceso de evaluación de impacto.

De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta con lo establecido en el Artículo 5 del Reglamento en cuestión tal como se podrá observar en la siguiente tabla, además de otros artículos que se han considerado, los cuales guardan relación con las obras y actividades previstas para el proyecto:

Tabla III-2 Artículos en materia Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental aplicables.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 5. *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* *(…)* *C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS:* *Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.* *(…)* *D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS:* *(…)* *VII. Construcción y operación de instalaciones para el procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como de instalaciones para el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural;* *(…)* *III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y.* *(…)"*	Las obras y actividades que comprende el proyecto, por su naturaleza y ubicación se encuentran comprendidas dentro del ámbito de competencia en materia de evaluación de impacto ambiental por parte de la Autoridad Federal en los incisos C) y D), fracción VII del presente Reglamento. Por las consideraciones antes expuestas y características del proyecto, es que, de manera previa a cualquier obra y actividad relacionada con el mismo, se presenta la MIA-R para su evaluación y correspondiente autorización por parte de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos ("ASEA").

Artículo	Vinculación con el proyecto
*"**Artículo 10.-** Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:* *I.- Regional, o* *II.- Particular."* *"**Artículo 11.-**La manifestación de impacto ambiental se presentará en la modalidad regional cuando se trate de:* *III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y (…)"*	Como se observa, la conceptualización del proyecto y su diversidad de obras, hacen que el mismo sea concebido en la modalidad Regional, ya que el proyecto comprende una serie de obras y actividades en una región ecológica determinada. El conjunto de dichas obras, hacen que el proyecto tenga que ser evaluado con una visión regional, por parte de la ASEA con objeto de obtener la autorización en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental.
*"**Artículo 13.-** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener a rasgos generales la siguiente información:* *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;* *II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;* *III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;* *IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;* *V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;* *VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;* *VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y* *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental."*	El proyecto cumple con el alcance del precepto reglamentario en cita, ya que para aspirar a la viabilidad del proyecto y autorización correspondiente, el promovente de manera previa a cualquier obra y actividad, ha procedido a la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, a través de la cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generará la obra y su actividad, así como la forma de evitar o atenuar los mismos dentro del marco de evaluación de impacto ambiental.
***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:*	Se incorpora la presente MIA-R, el estudio de riesgo correspondiente, con la finalidad de dar cumplimiento a los preceptos establecidos en el artículo en cita.

Artículo	Vinculación con el proyecto
I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto; *II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y* *III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.* *La Secretaría publicará, en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica, las guías que faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo."*	
Artículo 44. *Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:* *I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;* *II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y* *III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*	En el capítulo IV de la presente MIA-R, se describen las condiciones actuales del sistema ambiental, lo cual nos da una idea general de que tan conservadas o perturbadas se encuentran las zonas en que se desarrollará el proyecto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto. Asimismo, está el compromiso a evaluar las medidas y mejoras que la autoridad considere pertinentes para determinar la factibilidad del presente proyecto.
Artículo 47.- *La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*	El proyecto se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva, en el caso de una autorización a favor de este, así como lo establecido en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, condición que se expresa de antemano en la presente MIA-R, al igual que dicha condición será medible a través de los informes y/o reportes que en el futuro se rindan para efectos de cumplimiento y verificación.
"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*	En su momento y en caso de emitirse una autorización condicionada para el proyecto, el regulado obtendrá

Artículo	Vinculación con el proyecto
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 requerimiento."*	los seguros y garantías a que haya lugar, conforme se dispone por el presente artículo.

III.4.3. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

El 11 de agosto de 2014, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la cual 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; tiene como objeto crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión.

La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:

I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;
II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y
III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.

La actuación de la Agencia se regirá por los principios de eficacia, eficiencia, honestidad, imparcialidad, objetividad, productividad, profesionalización, transparencia, participación social y rendición de cuentas.

La Agencia planeará y conducirá sus actividades con sujeción a lo dispuesto en esta Ley y los instrumentos que se emitan en el marco del sistema nacional de planeación democrática y las

políticas que determine el Titular del Ejecutivo Federal para el logro de los objetivos y prioridades del desarrollo nacional, integral y sustentable, así como a los programas que establezcan las Secretarías del ramo en materia de Medio Ambiente y Energía.

En el ejercicio de sus funciones, tomará en consideración criterios de sustentabilidad y de desarrollo bajo en emisiones, así como atenderá lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y demás ordenamientos aplicables.

Visto lo antes mencionado, se vincula el proyecto con las siguientes disposiciones de la Ley de la Agencia Nacional Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (LANSIPMASH), aplicables al proyecto.

Tabla III-3 Artículos de la LANSIPMASH en materia de impacto ambiental aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***"Artículo 5o**.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:* *…* *XVIII. 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;"*	El proyecto consistente en la construcción y operación de un ducto en altamar de 36" DN y sus respectivas interconexiones con las instalaciones terrestres, recorriendo un total de 692 km para el transporte de gas natural, sobre el Golfo de México, entre los estados de Veracruz y Tabasco, mismo que requiere de la autorización de impacto ambiental, la cual deberá ser evaluada y de así estimarse procedente autorizarse por la ASEA, la cual tiene amplias facultades como se desprende del presente artículo, por lo que la MIA-R se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante dicha autoridad para su análisis y evaluación en materia de impacto y riesgo ambiental.
***"Artículo 7o.-** Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán 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*	Al tratarse el proyecto de infraestructura por ducto de gas natural que corresponde al Sector Hidrocarburos, resulta de competencia de la ASEA el conocimiento, evaluación y correspondiente autorización de impacto y riesgo ambiental, de conformidad con el artículo 5, inciso C) y D) fracción VII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, de aplicación supletoria al marco

Artículo	Vinculación con el proyecto
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; *(…)"*	regulatorio que rige a la ASEA, por lo que la presente MIA-R y su correspondiente Estudio de Riesgo deberán ser evaluados y en su caso, autorizados por la mencionada Agencia, tal como se establece en el presente artículo.

III.4.4. Ley de Hidrocarburos.

El presente ordenamiento tiene por objeto regular diversas actividades relacionadas con los hidrocarburos, entre tales actividades se encuentran el procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de Gas Natural; y dado que el presente proyecto pretende la compresión, descompresión y transporte se vincula con las disposiciones de la citada Ley.

Tabla III-4 Artículos de la LH en materia de impacto ambiental aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 4.- *Para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:* *(…)* *XXXVIII. Transporte: La actividad de recibir, entregar y, en su caso, conducir Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos, de un lugar a otro por medio de ductos u otros medios, que no conlleva la enajenación o comercialización de dichos productos por parte de quien la realiza a través de ductos. Se excluye de esta definición la Recolección y el desplazamiento de Hidrocarburos dentro del perímetro de un Área Contractual o de un Área de Asignación, así como la Distribución;"*	Como ya se mencionó con antelación, el proyecto consistente en la construcción y operación de un ducto en altamar de 36" DN y sus respectivas interconexiones con las instalaciones terrestres, recorriendo un total de 692 km para el transporte de gas natural, razón por la que se ajusta a la definición dada en la fracción del presente artículo.
"Artículo 48.- *La realización de las actividades siguientes requerirá de permiso conforme a lo siguiente:* *(…)*	El proyecto se sujetará a la presente disposición para la obtención de la autorización correspondiente, en virtud de que transportará gas natural por ducto, para tal efecto se ha elaborado y presentado ante esa Agencia, la Manifestación de Impacto Ambiental en su

Artículo	Vinculación con el proyecto
II. Para el Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de Sistemas Integrados, que serán expedidos por la Comisión Reguladora de Energía."	modalidad Regional, así como el estudio de riesgo correspondiente.
***"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."*	El proyecto cumplirá con lo establecido en el presente artículo, ya que se contará con la Evaluación de Impacto Social Correspondiente

III.4.5. Reglamento de la Ley de Hidrocarburos

El Reglamento de la Ley de Hidrocarburos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre del 2014, reglamenta los Títulos Primero, Segundo y Tercero de la Ley de Hidrocarburos, los cuales hacen referencia a: Disposiciones Generales; al Reconocimiento y Exploración Superficial y de la Exploración de Hidrocarburos; así como de las **Disposiciones aplicables a la Industria de Hidrocarburos**, destacando que en éste último Título (Título Tercero), es donde se hace referencia al transporte de hidrocarburos, entre los que se encuentra el gas natural. Asimismo, el presente Reglamento establece que las actividades de la Industria de Hidrocarburos a que se refiere el Título Tercero de la Ley se regularán por el

reglamento que al efecto se expida, por lo que el presente proyecto se ajustará a las disposiciones legales que le resulten aplicables y que guarden relación con el Título Tercero.

III.4.6. Reglamento de las Actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.

El presente ordenamiento se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre del 2014, en el Diario Oficial de la Federación, el cual tiene por objeto regular los permisos para realizar actividades de Tratamiento y refinación de petróleo, procesamiento de gas natural; exportación e importación de Hidrocarburos Petrolíferos; Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como para la gestión de Sistemas Integrados, en términos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.

Por lo antes mencionado, y considerando que el proyecto consiste en infraestructura de distribución por ducto de gas natural, se vinculará con el Reglamento en cuestión.

Tabla III-5 Artículos del Reglamento de las Actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 2.- *Para efectos de este Reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 4 de la Ley de Hidrocarburos, se entenderá, en singular o plural, por:* *(…)* *VIII. Ductos: Las tuberías e instalaciones para el Transporte de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, así como para la Distribución de Petrolíferos y Gas Natural;"*	Como ya se ha mencionado reiteradamente, el proyecto consistente en la construcción y operación de un ducto en altamar de 36" DN y sus respectivas interconexiones con las instalaciones terrestres, para el transporte de gas natural, es decir, es una instalación de transporte de gas natural, razón por la que se ajusta a la definición dada en la fracción del presente artículo.
"Artículo 6*.- La realización de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley requerirá de permiso, en los términos de la misma y este Reglamento."*	El proyecto se ajustará a la presente disposición y tramitará el permiso correspondiente, entre los que destaca la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental que se encuentra siendo sometida a la competencia de la ASEA.
"Artículo 30.- *El Transporte de Hidrocarburos y Petrolíferos se podrá realizar por medio de Ductos,*	Esta disposición legal, encuadra con la realización del proyecto, el cual consiste en un gasoducto que

Artículo	Vinculación con el proyecto
Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques. En el caso de Petroquímicos, sólo su Transporte por Ductos estará sujeto a permiso."	transportará gas natural por ducto, por lo que en su momento se tramitará el permiso correspondiente ante la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía.

III.4.7. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera.

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

De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta con lo establecido en el **Artículo 17 bis** del Reglamento en cuestión, donde se señala lo siguiente:

Tabla III-6 Artículos en materia Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmosfera aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
*"**Artículo 17 bis**- Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 Bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción Federal los siguientes:* *ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS* *(…)* *VI.- **Transportación de gas natural y otros tipos de gases por ductos**; incluye operación de las instalaciones; incluye la distribución de gas por ducto a consumidores; (…)"*	Como se mencionó anteriormente, el proyecto contará con un estricto control de supervisión y mantenimiento de equipos, se supervisará que las embarcaciones utilizadas, cumplan con un programa de mantenimiento preventivo y en caso de requerirse mantenimiento correctivo, para lo cual deberá ajustarse a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en cumplimiento a las normas oficiales y lineamientos específicos. Asimismo, el promovente realizará en el momento correspondiente la tramitación de los permisos correspondientes en materia de emisiones para la pre-operación y operación del ducto.

III.4.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho a toda persona a 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 sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como el establecimiento de diversas bases, por lo que el promovente ha observado diversas disposiciones ponderando la siguiente vinculación:

Tabla III-7 Artículos aplicables al proyecto en materia Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"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."*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
"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:* *(…)* *VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; (…)"*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en

Artículo	Vinculación con el proyecto
	instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
***"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."*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
***"Artículo 40.-** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.* *En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables."*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
***"Artículo 41.-** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente*	El presente proyecto generará residuos peligrosos, por lo que el promovente en observancia de lo dispuesto en dicho artículo será responsable del manejo

Artículo	Vinculación con el proyecto
adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley."	adecuado y ambientalmente seguro, conforme a lo establecido en los instrumentos normativos que regulen la materia, apoyándose en la empresa que contrate para la disposición final de los residuos, misma que deberá estar legalmente acreditada tal como se menciona en el artículo 42 de la LGPGIR y 151 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
"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."*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
"Artículo 54.- *Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.* *La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo."*	La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diferentes obras sujetas a evaluación, se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo al artículo en comento.

III.4.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En observancia del presente Reglamento se vincula el proyecto con las siguientes disposiciones.

Tabla III-8 Artículos aplicables al proyecto en materia del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***Capítulo IV**, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos* ***Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I**, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.*	La vinculación de esta Ley con el proyecto, se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en la etapa constructiva, que es en la etapa que se generará mayor volumen de residuos, ya que en la etapa operativa habrá una disminución drástica en tanto que los pocos residuos que se generen serán provenientes de los trabajos de mantenimiento, por lo que éstos serán manejados en observancia de las los artículos citados así como en lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas que sean aplicables.
***Artículos 85 y 86, de la Sección II,** Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos*	Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, éstas se llevarán a cabo a través de una empresa prestadora de servicios, de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.
***"Artículo 87.** Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.* *(…)"*	La vinculación del proyecto con este artículo, se encuentran relacionadas con las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 88.- *La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización."*	Asimismo, se menciona que dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por el promovente del proyecto.
Artículo 90, de la Sección IV, *Tratamiento de residuos peligrosos*	El tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, así como los criterios que de esta ley emanen, a través de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.
Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, *Disposición final de residuos peligrosos*	La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto, deberá darle una disposición final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas, precisando que el almacenamiento de residuos peligrosos será temporal.

III.4.10. Ley General de Cambio Climático.

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla III-9 Artículos en materia de la Ley de Cambio Climático aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***"Artículo 28**. La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:* *(…)* *IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, **marinas**, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;* *V. Energía, industria y servicios;* *(…)"*	Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las autoridades en el ámbito de su competencia, siendo éstas las competentes para ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación frente al cambio climático, por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad. No obstante, el promovente implementará las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.
***"Artículo 37.** Para los efectos de esta Ley serán reconocidos los programas y demás instrumentos de mitigación que se han desarrollado a partir del Protocolo de Kioto y cualquier otro que se encuentre debidamente certificado por alguna organización con reconocimiento internacional.* *Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán los requisitos que deberán cumplirse para el reconocimiento y registro de los programas e instrumentos referidos en el presente artículo."*	El proyecto adoptará las mejores prácticas y compromisos internacionales en el empleo de tecnologías limpias y eficientes, a efecto de ajustarse a los programas establecidos a través del Protocolo de Kioto, mismo que ha sido considerado en la presente vinculación.
***"Artículo 88.** Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro."*	El artículo en comento se vincula con el proyecto, ya que en el desarrollo del proyecto, se generarán emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero por la operación de motores de combustión interna pertenecientes al uso de maquinaria, generación que será de forma temporal y no permanente y que en caso de ser necesario, considerando las emisiones que se pudieran generar, serán reportadas.

III.4.11. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones ("LGCC").

El Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre del 2014, el cual se

ha considerado en la presente vinculación, previendo las emisiones que se pudieran generar por el proyecto.

Tabla III-10 Artículo del Reglamento de la LGCC aplicable para el desarrollo del proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"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:* *I. Sector Energía:* *(…)* *b. Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos:* *b.6. Transporte de gas natural por ductos, incluido el suministro al consumidor final;* *Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.* *La Secretaría, mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación podrá definir aspectos técnicos que permitan identificar a detalle las actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como Establecimientos Sujetos a Reporte, aun cuando, conforme a otras disposiciones jurídicas, no estén obligadas a proporcionar información sobre sus Emisiones o descargas a través de la Cédula de Operación Anual ante la Secretaría, pero que en su realización emitan, de manera directa o indirecta, Gases o Compuestos de Efecto Invernadero."*	Las principales emisiones a la atmósfera que genere el proyecto será por el uso de equipos, maquinaria y embarcaciones empleados en las etapas de preparación de sitio y colocación de infraestructura, así como de los gases provenientes de las embarcaciones que se utilizarán para el mantenimiento del ducto y sus instalaciones, para finalmente aquellas relacionadas con la operación del mismo, en razón de ello, el proyecto tendrá especial cuidado en que dichas emisiones no sobrepasen los niveles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables, por lo que en caso de estar la promovente sujeta a la presentación de reporte lo realizará.

III.4.12. Ley de Aguas Nacionales.

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

En observancia a la presente Ley se han vinculado los siguientes artículos que se considera guardan relación con el proyecto.

Tabla III-11 Artículos en materia de Ley de Aguas Nacionales aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 20.- *(…) La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan."*	El proyecto no prevé el aprovechamiento de aguas nacionales, pues durante la instalación del ducto en la zona marina, únicamente el gasoducto será inundado con agua de mar una vez instalado y posteriormente se desarrollará la prueba hidrostática, lo cual permitirá conocer, en su caso, la posible existencia de fugas y al finalizar, se realizarán pruebas de laboratorio para determinar la calidad de agua y establecer la línea base de carga de contaminantes antes de ser depositada nuevamente al mar. De acuerdo con lo anterior, en caso de ser necesario, se solicitarán ante la CONAGUA y la SEMAR los permisos y concesiones que sean necesarias para la ejecución del proyecto.
"ARTÍCULO 28. *Los concesionarios tendrán los siguientes derechos:* *I. Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley, en los términos de la presente Ley y del título respectivo;* *II. Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente Ley y demás disposiciones reglamentarias aplicables;* *III. Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como la de desagüe, de acueducto y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan;* *(…)"*	
"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*	El promovente dará cumplimiento al artículo en cita ya que, no se realizará el depósito de residuos, basura, materiales o lodos en cuerpos de agua nacional o zonas federales. Para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua y sus correspondientes zonas federales se implementarán las acciones establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-R.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición".	
***"ARTÍCULO 88.** Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.* *El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes."*	Como se ha mencionado en la presente MIA-R, en las etapas de preparación de sitio y construcción las aguas de desecho que se contempla generar serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras; es decir, las aguas de servicios que generará el personal a bordo las embarcaciones, contarán con sistemas de tratamiento de agua. En este entendido, en ninguna de las etapas del proyecto se realizarán descargas de aguas residuales en cuerpos de agua federales.

III.4.13. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

La presente Ley 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, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

De las disposiciones legales contenidas en la presente Ley, es de resaltarse que se regulan las obligaciones derivadas de los daños ocasionado al ambiente razón por la que el presente proyecto se vincula con las siguientes disposiciones.

Tabla III-12 Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***"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*	A efecto de no contravenir la presente disposición, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental para el proyecto, el mismo se ajustará a la resolución que la autoridad emita, no obstante que, en caso de que por el desarrollo del proyecto se pudiera llegar a generar algún daño al

Artículo	Vinculación con el proyecto
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."*	ambiente, la promovente reparará o compensará el mismo.
***"Artículo 11.-** La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.* *En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.* *Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades."*	Con la finalidad de no realizar acciones que pudieran ser ilícitas y den lugar a una responsabilidad por daños ocasionados al ambiente, es que se ha sometido al procedimiento de evaluación del impacto y riesgo ambiental el proyecto, para obtener la autorización correspondiente, en la que la autoridad precisará las obras y actividades autorizadas, así como en su caso, las condiciones a que se sujetarán las mismas; por lo que una vez que sea expedida dicha autorización, el promovente se ajustará a la misma.

III.4.14. Ley General de Vida Silvestre.

La presente Ley 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 constitucionales. 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, relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Debido a su ámbito de aplicación, a continuación, se vincula con el proyecto los artículos que se han considerado guardan relación con el mismo.

Tabla III-13 Artículos de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***"Artículo 4°.** Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o*	El proyecto sujeto a evaluación no pretende desarrollar actividades de aprovechamiento de vida silvestre. No obstante, se implementará un Programa

Artículo	Vinculación con el proyecto
perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. *Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.* *Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia".*	de Protección a la Fauna Marina dentro del cual se dará prioridad a las especies listadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las especies de lento desplazamiento. De tal forma, el promovente se compromete a respetar la vida silvestre presente en el trazo del proyecto por lo que no se permitirá molestar, capturar, cazar y comercializar fauna silvestre.
"Artículo 18. *Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.* *Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat."*	Se han identificado especies de flora y fauna que se encuentran listadas bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por tal motivo el proyecto, ha incluido acciones que tendrán por objeto la protección y conservación tanto de especies como su hábitat, cabe destacar que en dichas acciones, se incluye el manejo de protección de flora y fauna y por ningún motivo el proyecto pretende el aprovechamiento de fauna o flora, ya sea que esté o no protegida o con categoría especial.
"Artículo 19. *Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat. (...)"*	El presente dispositivo, se encuentra dirigido a las Autoridades, no obstante, el promovente coadyuvará con dichas acciones, por lo que previo a la ejecución del proyecto, será gestionado ante las autoridades competentes en los tres ámbitos de gobierno, las autorizaciones y licencias correspondientes. Como parte de la MIA-R se presentarán las propuestas de Programa de Protección a la Fauna Marina. (Ver Capítulo VI), que posteriormente y derivado de la autorización de impacto se ejecutarán y se verificará su correcta implementación.
"Artículo 59. *Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de*	En el sitio del proyecto y su área de influencia se han identificado especies de fauna reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2011, tal como se señala en el Capítulo IV de la presente MIA-R, por tal motivo se implementarán estrategias para la protección y

Artículo	Vinculación con el proyecto
investigación y educación ambiental autorizados por la secretaría."	conservación de dichas especies, resultando importante precisar que por ningún motivo el proyecto pretende el aprovechamiento de fauna o flora, ya sea que esté o no protegida o con categoría especial.
***"Artículo 106.** Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento.* *Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat."*	El promovente contempla estrategias ambientales, cuyas acciones están orientadas a la protección y conservación de las especies de flora y fauna en riesgo o prioritarias (Ver Capítulo VI), dichas acciones consideran acciones preventivas, de mitigación y/o compensación a fin de atenuar los impactos adversos que pudieran presentarse en el desarrollo del proyecto. El presente estudio, obedece de igual manera, al hecho de que existen especies y poblaciones comprendidas dentro del área del proyecto, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la mitigación de los impactos que fuesen a ocasionar las actividades comprendidas en el proyecto, las cuales, se especifican en el capítulo correspondiente.

III.4.15. Ley General de Bienes Nacionales.

La presente Ley es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer, los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles; las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal; las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales; las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales.

Tabla III-14 Artículo de la Ley General de Bienes Nacionales aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***"Artículo 6**.- Están sujetos al régimen de dominio público de la Federación:* *(…)* *II.- Los bienes de uso común a que se refiere el artículo 7 de esta Ley;* *(…)"*	Atendiendo al presente artículo y considerando que el trazo del proyecto incidirá en una porción del mar territorial, mismo que pertenece a la nación y está sujeta al régimen de dominio público. En su momento el promovente realizará las gestiones correspondientes para la obtención de la concesión de dicha zona con el fin de realizar las obras y actividades pretendidas. Finalmente, atendiendo al presente artículo y considerando que el proyecto también incidirá en la Zona Federal Marítimo Terrestre, misma que pertenece a la nación y está sujeta al régimen de dominio público. En su momento, el promovente realizará las gestiones correspondientes para la obtención de la concesión de dicha zona con el fin de realizar las obras y actividades pretendidas.
***"Artículo 7.-** Son bienes de uso común:* *(…)* *III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar;* *(…)* *V.- La zona federal marítimo terrestre;* *(…)"*	
***"Artículo 16.** Las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente."*	El proyecto se ajusta a lo establecido en este artículo, ya que en su momento oportuno, se solicitará la concesión para su uso y aprovechamiento en concordancia con el artículo en cita y el uso y aprovechamiento de una porción del mar territorial se hará acorde a lo establecido por la autoridad.
***"Artículo 20.** Las concesiones sobre bienes de dominio público no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el acto o título de la concesión."*	El proyecto se ajusta a lo establecido en este artículo, ya que en su momento se solicitará la concesión para su uso y aprovechamiento en concordancia con el artículo en cita y el uso y aprovechamiento de la Zona Federal Marítimo Terrestre se hará acorde a lo establecido por la autoridad.
*"**Artículo 119.** Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará:* *I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de*	El artículo en cita define lo que es la Zona Federal Marítimo Terrestre, por tal motivo, el promovente obtendrá en su momento oportuno el título de concesión que le permite el uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre y le dará el uso y aprovechamiento según lo estipulado por la autoridad.

Artículo	Vinculación con el proyecto
los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba; *(…)"*	
*"**Artículo 120.** El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuacultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas."*	En atención al presente artículo, el promovente se ha ajustado a las políticas de sustentabilidad planteadas por la SEMARNAT a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, donde se gestionará y obtendrá el título de concesión de zona federal marítimo terrestre, mismo que será utilizado conforme a las bases que contiene.

III.4.16. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

A continuación, hacemos referencia de aquellos artículos que se vinculan con la realización del proyecto, con respecto al Reglamento en cita:

Tabla III-15 Vinculación de proyecto con el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Artículo	Vinculación con el proyecto
*"**Artículo 4º.** La zona federal marítimo terrestre se determinará únicamente en áreas que en un plano horizontal presenten un ángulo de inclinación de 30 grados o menos.* *Tratándose de costas que carezcan de playas y presenten formaciones rocosas o acantilados, la Secretaría determinará la zona federal marítimo terrestre dentro de una faja de 20 metros contigua al litoral marino, únicamente cuando la inclinación en*	En el presente artículo, se define la Zona Federal Marítimo Terrestre de la cual el presente proyecto hará uso, por lo que el mismo se ubica dentro del supuesto legal previsto, asimismo, es importante mencionar que el promovente del presente proyecto contará con el título de concesión correspondiente para el debido aprovechamiento del bien nacional costero.

Artículo	Vinculación con el proyecto
dicha faja sea de 30 grados o menor en forma continua".	
*"**Artículo 5º.** Las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional".*	La Zona Federal Marítima Terrestre en donde tendrá incidencia el presente proyecto, son bienes de dominio público de la Federación.
*"**Artículo 6º.** Para el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, se considerarán sus características y uso turístico, industrial, agrícola o acuícola, en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de tales bienes, cuya elaboración estará a cargo de la Secretaría".*	Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las autoridades en el ámbito de su competencia, siendo éstas las competentes para ejecutar las acciones necesarias promover el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas. No obstante, el promovente ha diseñado el presente proyecto con base en las mejores prácticas y equipos de trabajo, en concordancia con los programas maestros de control y aprovechamiento de los bienes comunes, y cuyas obras se apegarán a dichos lineamientos.
***"Artículo 22.** La Secretaría mediante el acuerdo correspondiente, destinará al servicio de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de los gobiernos estatales o municipales, las áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas que se requieran usar, aprovechar o explotar.* *Las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal o de los gobiernos de los estados o de los municipios, que para el cumplimiento de los fines públicos a su cargo requieran se destinen a su servicio áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, deberán presentar solicitud escrita a la Secretaría, precisando el área que*	Los particulares, así como las instituciones públicas podrán usar, aprovechar y explotar los bienes del dominio público a través de un título de concesión o el permiso respectivo, por lo que el presente proyecto se apegará a dicho criterio.

Artículo	Vinculación con el proyecto
requieran, así como el uso, aprovechamiento o explotación que vayan a darles, anexando croquis de localización de las mismas, así como los proyectos y planos de las obras a ejecutarse y demás requisitos que conforme a las leyes y reglamentos sean necesarios."	
*"**Artículo 29**. Los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a:* *I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión;* *II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría;* *III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes;* *IV. Responder de los daños que pudieran causarse por defectos o vicios en las construcciones o en los trabajos de reparación o mantenimiento;* *V. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada;* *VI. Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada;* *VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal;* *VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada;* *IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría;* *X. Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por la Secretaría las áreas de que se trate en los casos de extinción de las concesiones; y* *XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión.*	El promovente se ajustará a todas y cada una de las disposiciones establecidas al presente artículo, así como a lo definido en el título de concesión expedido en su momento por la Secretaría.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Los permisionarios de los bienes a que se refiere este Reglamento tendrán que cumplir con las obligaciones señaladas en las fracciones I, II, III, VII, VIII, IX y XI de este artículo."	
*"**Artículo 36.-** La SEMARNAT vigilará que el uso, aprovechamiento o explotación de los bienes a que se refiere este reglamento, se ajuste a las disposiciones vigentes sobre desarrollo urbano, ecología, así como a los lineamientos que establezcan los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre."*	El proyecto se ajustará a lo establecido en los lineamientos que establecen los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.

III.4.17. Ley Federal del Mar.

La presente Ley es reglamentaria de los párrafos Cuarto, Quinto, Sexto y Octavo del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a las zonas marinas mexicanas, por lo que atendiendo a que parte del trazo del proyecto se colocará en la zona marina del Golfo de México, se vincula el presente proyecto con los artículos aplicables.

Tabla III-16 Artículo de la Ley Federal del Mar aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
***"ARTICULO 3o.-** Las zonas marinas mexicanas son:* *a) El Mar Territorial* *b) Las Aguas Marinas Interiores* *c) La Zona Contigua* *d) La Zona Económica Exclusiva* *e) La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares y* *f) Cualquier otra permitida por el derecho internacional."*	El proyecto se implementará sobre la zona marina mexicana como es el mar territorial, ya que el gasoducto de 36" DN y sus respectivas interconexiones con las instalaciones terrestres, para el transporte de gas natural, se desarrollará sobre el Golfo de México, entre los estados de Veracruz y Tabasco.
***"ARTICULO 7o.-** Corresponde al Poder Ejecutivo Federal la aplicación de esta Ley, a través de las distintas dependencias de la Administración Pública Federal que, de conformidad con la Ley Orgánica de ésta y demás disposiciones legales vigentes, son*	El proyecto se ajusta al precepto que se analiza, ya que se tramitarán los permisos que resulten necesarios independientemente de la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental, que guarden relación con la realización del proyecto en el mar territorial que

Artículo	Vinculación con el proyecto
autoridades nacionales competentes según las atribuciones que confieren a cada una de ellas."	sean necesarios ante la Autoridades correspondientes.

III.5. Instrumentos de Política Ambiental.

De conformidad con el artículo 3, fracción XXIV, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) el Ordenamiento Ecológico, es el instrumento de la política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso de 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.

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación.

a) El general, cuya formulación, expedición, ejecución y evaluación de este programa es de competencia del Gobierno Federal y tiene como objetivo vincular las acciones y programas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio nacional y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional.
b) El marino, donde su formulación, aplicación, expedición, ejecución y evaluación de estos programas es de competencia del Gobierno Federal. Tiene por objeto establecer los lineamientos y las previsiones a que deberá sujetarse el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en las zonas marinas mexicanas y sus zonas federales adyacentes.
c) Por cuanto hace al regional, su formulación, expedición, ejecución y evaluación es competencia del Gobierno Estatal, cuando la región incluye parte o la totalidad del territorio de un estado. Cuando la región a ordenar incluye el territorio de dos o más entidades federativas, el gobierno federal, se coordina con los gobiernos estatal y municipal, según el caso, en el ámbito de sus respectivas competencias, mediante la firma de convenios de coordinación. Cuando la región incluye un área Natural

Protegida de competencia Federal, está deberá participar en su formulación y aprobación.
Tiene como objetivo orientar el desarrollo de los programas sectoriales hacia los sitios, con mayor aptitud y menor impacto ambiental, identificar áreas de atención prioritaria, optimizar el gasto público, asegurar la continuidad de las políticas ambientales locales. Define una regionalización ecológica en la que se identifican áreas de atención prioritaria, áreas de aptitud sectorial y lineamientos y estrategias ecológicas aplicadas a dichas áreas.

d) Finalmente, el ordenamiento local, su formulación, expedición, ejecución y evaluación es competencia del Gobierno Municipal cuando el área incluye parte o la totalidad de un municipio. Cuando el área incluye un área Natural Protegida de competencia Federal, está deberá participar en su formulación y aprobación.
Tiene como objetivo regular los usos del suelo fuera de los centros de población y establecer los criterios de regulación ecológica dentro de los centros de población para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Por otra parte, los planes y programas de Desarrollo Urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los Asentamientos Humanos establecidos en el artículo 23 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en las normas oficiales mexicanas en materia ecológica.

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, establece que los Planes y Programas municipales de Desarrollo Urbano señalarán las acciones específicas necesarias para la Conservación, Mejoramiento y Crecimiento de los Centros de Población, asimismo establecerán la zonificación correspondiente.

Las entidades federativas y los municipios promoverán la elaboración de programas parciales y polígonos de actuación que permitan llevar a cabo acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación de los centros de población, para la formación de conjuntos urbanos y barrios integrales.

Dichos programas parciales serán regulados por la legislación estatal y podrán integrar los planteamientos sectoriales del desarrollo urbano, en materias tales como: centros históricos, movilidad, medio ambiente, vivienda, agua y saneamiento, entre otras.

En conclusión, en este apartado se evidencia la observancia y congruencia del proyecto con los lineamientos, criterios, estrategias y políticas marcadas en los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables, así como de ordenamiento urbano.

III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Tiene el propósito de regionalizar ecológicamente el territorio nacional en su conjunto, para poder determinar claramente los lineamientos y estrategias ecológicas que preserven, protejan, restauren y propicien el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a través de acciones coordinadas e integrales entre los distintos niveles de gobierno y la sociedad, que permitan la articulación de las políticas, programas y acciones para enfrentar los retos en materia ambiental, frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio nacional. El Acuerdo por el que se expide el POEGT, establece, entre otros puntos, lo siguiente:

- ✓ El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, quienes deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos y en sus programas de obra pública.
- ✓ El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal –a quienes está dirigido este Programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.
- ✓ Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

De lo anterior se desprende que le corresponde a la Administración Pública Federal y a las Entidades Paraestatales, la formulación e instrumentación del POEGT; no obstante, y a la escala en la que se presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (1:2,000,000), se llevó a

cabo la revisión de este instrumento de planeación identificando que el trazo del proyecto **se encuentra ubicado en el mar territorial del Golfo de México, sin que este incida en alguna Unidad Ambiental Biofísica, como se puede apreciar en la siguiente imagen:**

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 2 Ubicación del proyecto respecto al POEGT.

Derivado de lo antes expuesto, se evidencia que, en virtud de la ubicación territorial del trazo del proyecto, no le resultan aplicables los lineamientos y políticas establecidas en el POEGT.

III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, y establece, entre otras cosas lo siguiente:

- 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 estos. 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 él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

- El POEMyRGMyMC también establece que se construyeron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con base en los dos criterios centrales siguientes: primero el ser un documento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal que debe tener la resolución necesaria como para reflejar la complejidad del territorio ordenado, y segundo que debe ser un documento suficientemente generalizado como para ser aplicado y administrado sin incrementar de manera sensible los recursos disponibles para ello.

Lo anterior, pone de manifiesto que el POEMyRGMyMC es sobre todo un instrumento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal, no para los particulares, como es el caso de la promovente y el desarrollo del proyecto.

- El POEMyRGMyMC establece una serie de estrategias ecológicas, y acciones orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Las Estrategias son generales o específicas, y para cada una de ellas se han identificado los principales sectores responsables para su instrumentación, cumplimiento de las acciones, y seguimiento en el programa. Los principales responsables, se refiere a las autoridades estatales, municipales o a la dependencia y/o entidad de la Administración Pública Federal en el ámbito de sus respectivas competencias, principalmente responsables de llevar a cabo, en el marco de sus atribuciones, las acciones en ella descritas.

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

III.5.2.1. Modelo de Ordenamiento Ecológico.

1. Lineamientos Ecológicos que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.
    - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.
    - El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 3 Ámbito de aplicación del POEMyRGMyMC.

En la siguiente figura se visualiza la conformación del Modelo de Ordenamiento en Unidades de Gestión Ambiental clasificadas en marinas y regionales.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 4 Modelo de Ordenamiento en Unidades de Gestión Ambiental POEMyRGMyMC.

El proyecto se ubica dentro de las **UGAs Marinas: 160, 161, 162, 165, 166 y 187**; del presente instrumento, como se muestra en la siguiente imagen:

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 5 Ubicación del proyecto con relación a las UGA´s del POEMyRGMyMC.

Las características, acciones generales y específicas aplicables a las Unidades de Gestión Ambiental en las que incide el proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla III-17 Unidades de Gestión Ambiental.

UGA	Nombre de la UGA	Acciones específicas	Subregión
160	Zona Marina de Competencia Federal	7, 8, 13, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 71	Aplican criterios de Zona Costera inmediata Golfo Occidente
161	Zona Marina de Competencia Federal	7, 13, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 71, 73, 74	Aplican criterios de Zona Costera inmediata Golfo Occidente

162	Zona Marina de Competencia Federal	7, 13, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 71	Aplican criterios Zona Costera inmediata Golfo Sur
165	Zona Marina de Competencia Federal	7, 13, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 71	Aplican criterios Zona Costera inmediata Golfo Sur
166	Zona Marina de Competencia Federal	7, 13, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 71	Aplican criterios Zona Costera inmediata Golfo Sur
187	Zona Marina de Competencia Federal	7, 13, 18, 22, 25, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48,	Aplican criterios Zona Costera inmediata Golfo Sur

Las acciones establecidas por el ordenamiento son Generales o Específicas y se asignan a las UGA dependiendo de sus características derivadas del diagnóstico, pronóstico y constituyen los elementos más finos y directos para inducir y lograr el estado deseado de cada UGA.

- ✓ Las **acciones generales (G)** aplican a todas las UGA del Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO). Estas Acciones se implementarán en el ASO, por los sectores participantes en el proceso de ordenamiento ecológico de acuerdo con sus atribuciones. Servirán para dirigir las actividades productivas de los sectores hacia un uso sustentable de los recursos y para promover la acción intersectorial para la atención de problemas ambientales en el área. Para cada una de estas se han identificado los principales sectores responsables para su instrumentación y seguimiento en el programa.
- ✓ Las acciones específicas (A) se asignan a cada UGA de acuerdo con sus diferentes características y en correspondencia con los lineamientos ecológicos. Los principales responsables se encuentran identificados de acuerdo con su participación en el cumplimiento de las acciones.

De acuerdo con lo antes expuesto, en los siguientes apartados se presenta la vinculación del proyecto con las Acciones Generales y Acciones Específicas.

A continuación, se presentan la tabla de acciones generales y su vinculación con el proyecto.

Tabla III-18 Vinculación del proyecto con respecto a las acciones generales.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
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.	En las etapas de preparación de sitio y construcción las aguas de desecho que se contempla generar serán las producidas por la estancia de trabajadores dentro de las embarcaciones utilizadas para la ejecución y operación del proyecto; el promovente contratará los servicios de los propietarios de las embarcaciones para la instalación del gasoducto, quienes serán los responsables de su disposición final. Como se desprende del Capítulo II, se llevará a cabo una prueba hidrostática, por lo que las aguas que se utilicen para tal actividad se dispondrán conforme a lo señalado en dicho capítulo, destacando que se enviarán muestras para su análisis en un laboratorio autorizado, además de contar con las autorizaciones correspondientes previo a su descarga. Por lo anteriormente expuesto, el proyecto se ajusta al presente criterio.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Corresponde a la autoridad ambiental el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos, no obstante que el proyecto no tiene como finalidad promover

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		el establecimiento de pago por servicios hídricos.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	En el desarrollo del proyecto no se pretende la extracción de especies para comercio, así como tampoco se pretende impulsar o crear UMA´s, ya que dicha acción debe ser cumplida por la autoridad.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial 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).	Durante el desarrollo del proyecto, no se pretende la extracción de vida silvestre. Las especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 serán rescatadas y reubicadas bajo programas que se proponen en la presente MIA-R los cuales para pronta referencia podrán ser observados dentro del Capítulo VI.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El desarrollo de acciones ambientales no está orientado a establecer bancos de germoplasma, por lo que no es de observancia la presente acción para el proyecto.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Si bien en las diferentes etapas del proyecto se generarán emisiones a la atmósfera, particularmente por la operación de maquinaria y equipo, éstas serán temporales y en observancia de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad aplicable.
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.	

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		Aunado a lo anterior, se contará con el mantenimiento periódico y con las bitácoras que acrediten que los equipos temporalmente ocupados, cumplen con las condiciones técnicas y de mantenimiento que garantizan que se encuentran dentro de los límites permisibles de norma, dando cumplimiento así al presente criterio.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente	No se incluye la utilización de organismos genéticamente modificados para la realización del proyecto.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto contempla el transporte de gas natural por ducto marino y obras adicionales, cuyo trazo no contempla incidir en superficie terrestre, motivo por el cual, el proyecto no guarda relación con el presente criterio.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Las obras no corresponden al desarrollo de actividades agropecuarias, por lo que el proyecto no guarda relación con la presente acción.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El promovente coadyuva con la presente acción, dado que, en la presente MIA-R, propone una serie de medidas y programas que una vez que sea autorizado el proyecto se implementarán a fin de evitar, reducir o minimizar los impactos ambientales que con

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		el desarrollo del proyecto se puedan ocasionar. Dichas medidas se encuentran descritas en el Capítulo VI del presente documento.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Corresponde a la autoridad estatal y local la reubicación de zonas industriales.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No habrá introducción de especies invasoras en la cubierta vegetal, por lo que se dará cumplimiento a la presente acción.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	La zona propuesta para el desarrollo del proyecto, no se ubica en algún río o escorrentía, sino que se ubica en zona marina, de tal suerte que la reforestación requerida en el presente criterio no resulta aplicable al proyecto.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	La presente acción no resulta de observancia para el proyecto dado que no se prevén asentamientos industriales o humanos, pues el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto y obras adicionales para el transporte de gas natural.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	Corresponde a las autoridades incentivar esta actividad. Por otro lado, el proyecto no se localizará en ninguna ladera y por tanto, no se llevarán a cabo actividades de reforestación de laderas montañosas.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no incluye actividades agrícolas, motivo por el cual no le resulta aplicable la presente acción general.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no llevará a cabo acciones de recuperación de vegetación en márgenes de cauces naturales; así como tampoco prevé la afectación de esta, resultando relevante destacar que el trazo del gasoducto se encuentra ubicado en la zona marina del Golfo de México.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Corresponde a la autoridad local desarrollar planes o programas de desarrollo urbano en coordinación con la autoridad estatal.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto no pretende la recuperación de vegetación en riberas de los ríos o zonas inundables, o la afectación de zonas federales de ribera. Como se ha mencionado con antelación, el trazo del proyecto se encuentra ubicado en la zona marina del Golfo de México.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto no contempla actividades productivas, por lo que no le son de observancia las presentes acciones.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Considerando que el proyecto es un gasoducto para transporte de gas natural ubicado en la zona marina del Golfo de México, la presente acción general no es de observancia para el mismo, ya que no se llevarán a cabo actividades agrícolas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Como se ha mencionado, el proyecto se ubicará en la zona marina del Golfo de México, motivo por el cual, la presente acción general no es de observancia para el mismo.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas	
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El trazo del proyecto se encuentra ubicado en la zona marina del Golfo de México, con lo cual se evidencia que no tendrá incidencia en gradientes altitudinales, motivo por el cual no le es aplicable al proyecto. Adicionalmente, se menciona que con el desarrollo del proyecto no se afectará la conectividad ambiental, dado que las

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		características de las zonas por las que pasará el trazo del proyecto tendrán afectaciones temporales.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El presente proyecto no tiene por objeto promover o fomentar lo establecido en los criterios de referencia, pues para ello se requiere de la intervención de las autoridades en el ámbito de su competencia, motivo por el cual no son aplicables al proyecto.
G028	Promover el uso de energías renovables.	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
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.	
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	Las presentes acciones generales no son de observancia para el proyecto ya que no guarda relación con el impulso de la reducción de energía de viviendas y edificaciones, así como tampoco con el incremento de eficiencia energética de las instalaciones domésticas.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto consiste en un gasoducto para transporte de gas natural y no contempla el establecimiento de medidas que incrementen la eficiencia de energía en instalaciones industriales, por lo cual, la presente acción general no guarda relación con el mismo.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	La presente acción general no guarda relación con el proyecto en virtud de que no pretende el desarrollo de actividades agrícolas o de cultivo.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Como se ha mencionado, el proyecto se ubicará en la zona marina del Golfo de México, motivo por el cual, la presente acción general no es de observancia para el mismo.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Corresponde a la autoridad estatal y/o local la formulación de instrumentos de planeación como son los ordenamientos ecológicos, razón por que no es aplicable el criterio al proyecto.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	La presente acción general se encuentra dirigida a las Autoridades Ambientales, por lo que el proyecto no guarda relación.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios	Corresponde a la autoridad local, la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano y a los particulares observarlo, por lo cual, no le resulta aplicable lo establecido en la presente acción general.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	La observancia de la presente acción general corresponde a las autoridades encargadas de administrar el RETC, por lo que no se guarda relación con el proyecto.
G043	La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Corresponde a la autoridad ambiental lo citado en la presente acción, motivo por el cual, no guarda relación con el proyecto.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras	El proyecto no corresponde a actividades pesqueras, razón por la cual la acción no es de observancia para el proyecto.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El proyecto no corresponde a actividades de transporte público, motivo por el cual las acciones en cita no son de observancia para el mismo.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso,	

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
	corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	La naturaleza de las obras y actividades del proyecto se refieren a la instalación de un gasoducto para el transporte de gas natural, por lo que no guarda relación con las actividades productivas.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Corresponde a la autoridad instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales, no obstante, en caso de que durante las etapas del proyecto se deban adoptar protocolos de protección civil, los mismos se llevarán a cabo.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Corresponde a la autoridad la consolidación de comités de protección civil.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Dada la naturaleza del proyecto, éste no guarda relación con la construcción de casas o asentamientos humanos, por lo que no es aplicable el criterio de mérito.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El presente proyecto no prevé como parte de sus obras y actividades instrumentar mecanismos o programas de reutilización de las aguas residuales, así como tampoco promoverá la instalación u operación adecuadas de plantas de tratamiento, ya que contempla el transporte de gas natural, sin embargo, la manera en que coadyuvará con las presentes acciones es la siguiente: En las etapas de preparación de sitio y construcción las aguas de desecho que se contempla generar serán las producidas por la estancia de trabajadores dentro de las embarcaciones utilizadas para la ejecución y operación del proyecto; el promovente contratará los servicios de los propietarios de las embarcaciones para llevar a cabo la
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		instalación del gasoducto, quienes serán los responsables de su disposición final. Los residuos de estas etapas serán manejados por una empresa prestadora del servicio, por lo que se da cumplimiento a la presente disposición jurídica. Como se desprende del Capítulo II, se llevará a cabo una prueba hidrostática, por lo que las aguas que se utilicen para tal actividad se dispondrán conforme a lo señalado en dicho capítulo, destacando que se enviarán muestras para su análisis en un laboratorio autorizado, además de contar con las autorizaciones correspondientes previo a su descarga. Por lo antes mencionado y en virtud de la naturaleza de las obras y actividades contempladas para el proyecto, no se hará uso de plantas de tratamiento, por lo que no resultan aplicables los criterios analizados.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a	Como se ha mencionado en distintas ocasiones a lo largo del presente capítulo, el proyecto se ubicará en la zona marina del Golfo de México, motivo por el cual, la

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
	cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	presente acción general no es de observancia para el mismo.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No se contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial, únicamente el transporte de gas natural, por lo que no le es de observancia la acción en cita.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Corresponde a las autoridades sanitarias la Promoción de estudios sobre problemas de salud relacionados con los efectos del Cambio Climático, por lo que la presente acción general no guarda relación con el proyecto.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	La presente acción no es de observancia para el proyecto dado que el mismo no afectará ningún Área Natural Protegida, lo cual se podrá corroborar en el apartado correspondiente del presente Capítulo.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Para el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo las técnicas descritas en el Capítulo II, minimizando con ello el impacto sobre la vegetación acuática sumergida. Asimismo, se implementará un Programa de Protección a la Fauna Marina dentro del cual se dará prioridad a las especies listadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las especies de lento desplazamiento. De tal forma, el promovente se compromete a respetar la vida silvestre presente en el trazo del proyecto por lo que no se permitirá molestar, capturar, cazar y comercializar.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo las técnicas descritas en el

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		Capítulo II, por lo que con ello se minimiza la contaminación del ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Como se ha mencionado en distintas ocasiones a lo largo del presente capítulo, el proyecto se ubicará en la zona marina del Golfo de México, motivo por el cual, la presente acción general no es de observancia para el mismo.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos	El proyecto no desarrollará actividades pesqueras, ni acuícolas. Corresponde a la autoridad la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El desarrollo del proyecto no corresponde a la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas, motivo por el cual, la presente acción general no guarda relación con el proyecto.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto no se desarrollará en ningún Área Natural Protegida, por lo que no es de observancia para el mismo la presente acción.

Adicionalmente se realizará la vinculación del proyecto con las acciones específicas:

Tabla III-19 Vinculación de las obras con respecto a las acciones específicas.

No.	Acción específica	UGA	Vinculación del proyecto
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	160, 161, 162, 165, 166 187	La presente acción, corresponde a una facultad exclusiva de la Autoridad Federal, Estatal y Municipal. Adicionalmente se menciona que el presente proyecto no prevé la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación, por lo que la promoción para la constitución de estas requiere de la intervención de la CONANP, resultando inaplicable el criterio al presente proyecto, atendiendo a las características que guarda el mismo.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	160	El proyecto no guarda relación con la presente acción específica, ya que las obras y actividades se desarrollarán en la parte marina del Golfo de México. No obstante, se ha diseñado un programa de protección a la fauna marina, el cual se encuentra descrito en el capítulo VI.
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.	160, 161, 162, 165, 166 187	No aplica la acción específica al proyecto ya que no se contempla la introducción de especies potencialmente invasoras.

No.	Acción específica	UGA	Vinculación del proyecto
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	160, 161, 162, 165, 166	La zona propuesta para el desarrollo del proyecto se encuentra ubicada en la zona marina del Golfo de México. Aunado a lo anterior, el sitio seleccionado no incide en Áreas Naturales Protegidas o corredores biológicos que requieran conectividad, por lo que no guarda relación con la acción en cita.
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).	160, 161, 162, 165, 166 187	El proyecto se ajusta a la acción en cita, en virtud de que se contemplan acciones de rescate y reubicación de especies tanto de flora y fauna sujetas a protección legal de acuerdo con la NOM-059 SEMARNAT-2010. Estas acciones se describen con mayor detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R, en particular en el Programa de Protección a la Fauna Marina.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	160, 161, 162, 165, 166, 187	El trazo del proyecto no se ubica en una zona afectada por hidrocarburos por lo que la presente acción no es de observancia para el mismo, no obstante, en el Capítulo VI de la presente MIA-R se han propuesto Medidas adicionales para evitar la contaminación por hidrocarburos.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de	160, 161, 162,	Como se ha mencionado en distintas ocasiones a lo largo del presente capítulo, el proyecto se ubicará en la zona marina del Golfo de México, motivo por

No.	Acción específica	UGA	Vinculación del proyecto
	residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	165, 166 187	el cual, la presente acción general no es de observancia para el mismo.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	160, 161, 162, 165, 166	El perfil de la costa no será afectado por la implementación del proyecto, así como los patrones naturales de circulación de corrientes alineadas a la costa no serán perturbados, tal como se puede apreciar en el Capítulo II de la presente MIA-R, el diseño y proceso constructivo del proyecto De manera complementaria es necesario precisar que durante la operación el proyecto se mantendrán los procesos de transporte litoral puesto que la afectación de los pilotes es puntual, por lo que una vez construidos estos se permitirá el flujo y transporte de manera natural sin incidir en las corrientes alineadas a la costa. En lo que respecta a la etapa de preparación del sitio y construcción, se implementarán medidas para evitar la afectación a la calidad del agua, particularmente por la suspensión de sedimentos, así como a las comunidades marinas, previstos en el Programa de Monitoreo Marino y en el Programa de Protección a la Fauna Marina. (Ver Capítulo VI)

No.	Acción específica	UGA	Vinculación del proyecto
			Por lo antes expuesto, el proyecto no contraviene la presente acción.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	160, 161, 162, 165, 166	Las presentes acciones específicas, no son de observancia para el proyecto, ya que no pretenden realizar obras o actividades de las relacionadas con la generación de energía eléctrica por medio de energía hidráulica, geotérmica o solar.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	160, 161, 162, 165, 166	
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	160, 161, 162, 165, 166	Durante todas las etapas de desarrollo del proyecto no se pretende realizar actividades pesqueras, ni de producción acuícola, por lo cual, la presente acción específica no es de observancia para el proyecto.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	160, 161, 162, 165, 166 187	Las acciones planteadas no guardan relación con el proyecto, resultando inaplicables a este, pues como ya se mencionó con anterioridad no guardan relación con la pesca o algún tipo de actividad extractiva de especies marinas de captura comercial.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las	160, 161,	

No.	Acción específica	UGA	Vinculación del proyecto
	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.	162, 165, 166 187	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	160, 161, 162, 165, 166 187	
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.	160, 161, 162, 165, 166 187	La acción no es de observancia al proyecto, atendiendo a la naturaleza que guarda el mismo, ya que consiste en el transporte de gas por ducto y no en el uso de fauna de acompañamiento para la producción de harinas y complementos nutricionales.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas	160, 161, 162, 165, 166 187	Durante las etapas del proyecto, las aguas de desecho que se contempla generar, serán las producidas por la estancia de trabajadores dentro de las embarcaciones utilizadas para la ejecución y operación del proyecto; el promovente contratará los servicios de los propietarios de las embarcaciones para la instalación del gasoducto, quienes serán los responsables de su disposición final.

No.	Acción específica	UGA	Vinculación del proyecto
			Finalmente, se menciona que el promovente hará patente el presente criterio mediante la difusión entre los propietarios de las embarcaciones contratadas, de resultar ello posible, coadyuvando al cumplimiento del presente criterio.
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.	160, 161, 162, 165, 166 187	No se contemplan actividades pesqueras o la construcción de infraestructura portuaria, motivo por el cual, las presentes acciones específicas no guardan relación con el proyecto.
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.	160, 161, 162, 165, 166 187	
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local	160, 161, 162, 165, 166	La acción en cita no es de observancia al proyecto ya que no tiene relación con el sector turístico.

No.	Acción específica	UGA	Vinculación del proyecto
	respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.		
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	161	El proyecto no corresponde al desarrollo portuario, por lo que la acción de referencia no es de observancia para el mismo.
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	161	El proyecto no se relaciona con la realización de infraestructura portuaria, por lo que la acción no es de observancia para el mismo.

Para las **UGAs Marinas: 160 y 161** son aplicables los criterios de la Zona Costera inmediata del Occidente del Golfo de México, motivo por el cual se vincula el proyecto con los criterios correspondientes.

Tabla III-20 Criterios de Regulación Ecológica "Zona Costera Inmediata del Occidente del Golfo de México".

No.	Criterio	Vinculación
ZGN-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en dichas comunidades.	El desarrollo del proyecto en zona marina no afectará comunidades arrecifales, motivo por el cual se ajusta al presente criterio, manifestándose que el Área Natural Protegida denominada Sistema **Arrecifal de Lobos Tuxpan**, se localiza a una distancia de 1.1 km, y el Parque Nacional **Sistema Arrecifal Veracruzano**, del cual el proyecto se ubica a 2.8 km de distancia con respecto al trazo del proyecto, con lo que se reitera la no afectación a éstas comunidades.
ZGN-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.	El proyecto da cumplimiento al presente criterio, dado que no afectará a los pastos marinos, pues en la zona del proyecto no se identificó la existencia de estos. La instalación de infraestructura del proyecto se llevará a cabo en zonas desprovistas de pastos marinos, motivo por el cual no se contraviene el criterio en cita. Lo anterior se robustece con las consideraciones descritas en el capítulo IV.

No.	Criterio	Vinculación
ZGN-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	Se dará cumplimento al criterio, en virtud de que para le ejecución del proyecto no se llevará a cabo la captura de mamíferos marinos, aves o réptiles. Por el contrario, se ejecutará un Programa de Protección a la Fauna Marina, para su ahuyentamiento, rescate y reubicación con la finalidad de salvaguardar a los individuos que se distribuyan dentro del área del proyecto.
ZGN-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	Se cumple con este criterio toda vez que en el trazo del proyecto no se encuentra en ninguna zona coralina representativa registrada. Al estar el proyecto fuera Áreas Naturales Protegidas no hay zonas coralinas que, por su extensión, riqueza y especies presentes, estén reportadas en la bibliografía. Asimismo, se señala que el proyecto no pretende realizar puntos de anclaje en esas zonas. Aunado a que además de que el proyecto cumple con el objetivo de preservar los recursos naturales, se realizaron estudios específicos.
ZGN-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos como las praderas de pastos marinos, para fines científicos de conservación y preservación, sólo se podrán llevar a cabo conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no contempla ninguna de las actividades previstas en el presente criterio, dado que no es su objetivo la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos para fines científicos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativo de la zona marina.

No.	Criterio	Vinculación
ZGN-06	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El proyecto no guarda relación con la presente acción específica, ya que las obras y actividades se desarrollarán en la parte marina del Golfo de México. No obstante, se ha diseñado un programa de protección a la fauna marina, el cual se encuentra descrito en el capítulo VI.
ZGN-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos los cuerpos de agua. Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos en los cuerpos de agua.	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
ZGN-08	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles	Dada la naturaleza del proyecto, la dispersión de sedimentos no puede ser contenida mediante el uso de mallas geotextiles ya que en las zonas en donde se llevará a cabo el proyecto, no retienen sedimentos,

No.	Criterio	Vinculación
	y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	por lo que atendiendo a que su efectividad no es la ideal para esta zona, es importante destacar que, de acuerdo con la simulación de dispersión de sedimentos, la pluma no alcanzará la columna de agua. Ahora bien, durante las actividades de tendido de ducto se utilizará maquinaría diversa de acuerdo con la profundidad en que se realicen los trabajos, cuyos métodos minimizarán la pluma de dispersión al fondo y no a la columna de agua, utilizando así tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos Adicionalmente y para mayor referencia, los diseños y métodos constructivos se encuentran previstos en el Capítulo II de la presente MIA-R. En lo que respecta a la etapa de preparación del sitio y construcción, se implementarán medidas para evitar la afectación a la calidad del agua, particularmente por la suspensión de sedimentos, así como a las comunidades marinas, previstos en el Programa de Monitoreo Marino y en el Programa de Protección a la Fauna Marina. (Ver Capítulo VI) Por lo antes expuesto, el proyecto no contraviene la presente acción.

No.	Criterio	Vinculación
ZGN-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	Como se mencionó con antelación, para el desarrollo del proyecto en zona marina no afectará comunidades arrecifales, motivo por el cual se ajusta al presente criterio, manifestándose que el Área Natural Protegida denominada **Sistema Arrecifal de Lobos Tuxpan**, se localiza a una distancia de **1.1 km**, y el Parque Nacional **Sistema Arrecifal Veracruzano**, del cual el proyecto se ubica a **2.8 km** de distancia con respecto al trazo del proyecto, con lo que se reitera la no afectación a estas comunidades.
ZGN-10	En caso de algún proyecto relacionado con marinas, es necesario la presentación de estudios de impacto ambiental y autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio, así como específicos como estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos, donde se demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina, y la no afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	El proyecto no desarrollara ningún tipo de marina ya que pretende el transporte de gas natural por ducto, por lo que no es de observancia el criterio al proyecto que nos ocupa.
ZGN-11	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura,	El proyecto no realizará actividades de pesca comercial o deportiva, razón por la que no es de observancia el criterio de referencia.

No.	Criterio	Vinculación
	en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	
ZGN-12	Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona.	El criterio no es de observancia al proyecto, dado que el mismo no prevé la realización de muelles para embarcaciones.
ZGN-13	Por las características de los efluentes de los sistemas asociados a la zona de las ANP Arrecife Lobos y Sistema Arrecifal Veracruzano, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:5, UGA:12 a UGA:20 y UGA:26 a UGA:37) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del	Se desataca que el trazo del proyecto en la zona marina no afectará el ANP Arrecife Lobos y Sistema Arrecifal Veracruzano, tal como se evidencio en el apartado correspondiente del presente capítulo, sin embargo dada la cercanía que existe con los mismos, se propondrán medidas de compensación dentro del Programa de Protección a la Fauna Marina, como se describen en el capítulo VI de la presente MIA-R.

No.	Criterio	Vinculación
	sistema Arrecifal colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Golfo de México en particular la zona de humedales costeros del norte de Veracruz y Tamaulipas.	

Para las **UGAs Marinas: 162, 165, 166** y **187** son aplicables los criterios de la Zona Costera inmediata del Golfo Sur, motivo por el cual se vincula el proyecto con los criterios correspondientes.

Tabla III-21 Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica "Zona Costera inmediata Golfo Sur" del POEMyyRGMyMC.

No.	Criterio	Vinculación
ZGS-01	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.	Como se mencionó con anterioridad, el proyecto da cumplimiento al presente criterio, dado que no afectará a los pastos marinos, pues en la zona del proyecto no se identificó la existencia de estos. La instalación de infraestructura del proyecto se llevará a cabo en zonas desprovistas de pastos marinos, motivo por el cual no se contraviene el criterio en cita.
ZGS-02	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme	El criterio no es de observancia al proyecto, ya que no se llevará a cabo la captura de mamíferos marinos, aves o réptiles para ningún fin.

No.	Criterio	Vinculación
	a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	
ZGS-03	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El proyecto no realizará actividades de pesca comercial o deportiva, razón por la que no es de observancia el criterio de referencia.
ZGS-04	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto no contempla ninguna de las actividades previstas en el presente criterio, dado que no es su objetivo la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativo de la zona marina.
ZGS-05	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos en los cuerpos de agua.	Para el cumplimiento del presente criterio se ha propuesto como medida preventiva la implementación de Medidas adicionales para evitar la contaminación por hidrocarburos, en las que se prevé lo relativo al vertimiento y disposición de los residuos de las embarcaciones, se tendrán contenedores especiales en las embarcaciones del proyecto, los cuales almacenarán los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

No.	Criterio	Vinculación
		Posteriormente, serán recolectados por embarcaciones más pequeñas, al menos cada tercer día, para ser llevados al puerto más cercano, donde serán manejados acorde a su categoría y de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables, como es el caso del Convenio Marpol, del cual México forma parte, motivo por el cual el proyecto se ajusta al presente criterio.
ZGS-06	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	Corresponde a las autoridades competentes en la materia impulsar una estrategia de difusión y comunicación para promover la importancia del cuidado del medio ambiente en la población, aunado a que el proyecto no pretende promover la conservación y ampliación de corredores. Adicionalmente, se menciona que el promovente hará patente el presente criterio mediante la difusión entre los propietarios de las embarcaciones contratadas, de resultar ello posible, coadyuvando al cumplimiento del presente criterio.

III.6. Instrumentos de Planeación para el Desarrollo.

En esta sección, se hace una descripción breve y concisa referente a la congruencia del proyecto con respecto a las políticas regionales de desarrollo social, económico y ambiental, contempladas en los instrumentos de planeación que son aplicables al sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Los instrumentos analizados y vinculados con el proyecto se enlistan a continuación.

- ✓ Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.
- ✓ Plan Sectorial de Energía 2020-2024.

III.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con este Plan.

El Plan Nacional de Desarrollo se estructura bajo tres ejes rectores: I. Política y Gobierno, II. Política Social, III. Economía. De estos ejes rectores, el proyecto se inscribe en el eje II. Política Social, donde se hace referencia al desarrollo sostenible. Al respecto el Plan Nacional de Desarrollo señala a la letra:

> ***"Desarrollo sostenible***
>
> *El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno."*

En este sentido es necesario resaltar que el proyecto se inscribe en el paradigma del desarrollo sostenible pues tiene como objetivo llevar a cabo el desarrollo del proyecto poniendo especial

énfasis en los aspectos ambientales, para lo cual se identificado los posibles impactos ambientales que pudieran ocasionarse con el desarrollo del proyecto, así como también se han propuesto diversos programas y medidas a fin de prevenir, evitar, compensar y reducir al mínimos los impactos ambientales que se pudieran generar al ambiente. Finalmente, cabe señalar que el proyecto se encuentra considerado dentro de los proyectos y programas prioritarios definidos por Gobierno de México para la administración 2018-2024.

III.6.2. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027.

La Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE), toma como punto de partida el papel que el sector energético debe desempeñar para apoyar al crecimiento económico y social del país. A través de esta Estrategia se propicia la inclusión social de la población a los beneficios que derivan del uso de la energía, la sustentabilidad a largo plazo del sector, y la mitigación de los impactos negativos que la producción y el consumo de energéticos tienen sobre la salud y el medio ambiente, incluyendo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. A través de dichas políticas se pretende tener un sector más ágil, que anticipe sus acciones y adapte su oferta a las tendencias de demanda con productos de calidad y a precios competitivos (ENE, 2013-2017).

Dentro de las MEDIDAS DE POLÍTICA ENERGÉTICA, Medida de Política 1. Transporte, almacenamiento y distribución, Tema estratégico 6. Fortalecer la operación y confiabilidad de la red de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, se enfatizan las modificaciones al Reglamento de gas natural, realizadas en 1995, permitiendo la participación privada en actividades de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, la expansión del sistema nacional de gasoductos ha sido limitada, lo cual aún resulta insuficiente para atender la tendencia creciente en los niveles de demanda nacional de este combustible, derivada de la transición del combustóleo hacia el gas natural.

De manera particular dentro de las Líneas de acción relacionadas con el objeto del proyecto se mencionan las siguientes:

a) Fomentar la participación del sector privado en el desarrollo de la nueva infraestructura de transporte de gas natural por ductos,

b) Ampliar la red de gasoductos de transporte y distribución, así como la infraestructura de almacenamiento de gas natural, para satisfacer la demanda actual y futura, considerando no solo las demandas de las empresas estatales sino también las demandas regionales para impulsar el desarrollo y
c) Garantizar el estado de derecho en lo concerniente a los derechos de vía e integridad de los gasoductos.

De lo anterior se establece la importancia del proyecto en materia de desarrollo económico energético del país, lo cual se fortalece con las acciones que se implementarán por parte de la empresa, cuyo objetivo es consolidar un proyecto con compromiso social, ambiental y político.

III.6.3. Plan Sectorial de Energía 2020-2024.

El Programa Sectorial de Energía 2020 – 2024 es el instrumento rector de planeación que integra objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER) como cabeza de sector, coordinadamente con las empresas productivas del Estado, los órganos administrativos desconcentrados, las entidades paraestatales y los órganos reguladores coordinados.

Tal como lo señala el Programa Sectorial de Energía, la Balanza Comercial Energética está compuesta por la Balanza Comercial de Hidrocarburos y la Balanza Comercial de Generación Eléctrica, donde, además, la Balanza Comercial de Hidrocarburos contiene a la industria petroquímica como uno de sus pilares fundamentales.

Dentro del presente documento se hace referencia a **fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética y palanca de desarrollo nacional, para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.**

Se manifiesta que la energía es el insumo necesario y estratégico de la industria, servicios y del campo mexicano. La relevancia del sector energético se refleja de manera importante en dos indicadores: las actividades de producción de petróleo crudo y gas natural, así como la generación, distribución y transmisión eléctrica representaron 4.6% del PIB nacional en 2018.

Dentro de la Estrategia prioritaria **1.4 Rehabilitar y dar mantenimiento a los CPG, así como impulsar nuevos proyectos de transporte de gas natural y dar seguimiento a los existentes,**

además de promover la inversión pública y privada en la industria petroquímica, se prevé dentro de su acción puntual **1.4.3 Desarrollar nueva infraestructura para ampliar la cobertura a regiones que no tienen acceso al gas natural**, para promover su desarrollo e incluirlos en el Plan Quinquenal de Expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural.

En este sentido el proyecto es congruente con la estrategia y acción puntual anterior, dado que este forma parte de los nuevos proyectos de transporte de gas natural, lo cual se refuerza con lo previsto por la Estrategia prioritaria que señala en su numeral **5.2 Garantizar el abastecimiento de petrolíferos, gas natural y petroquímicos**, al señalarse en su acción puntual 5.2.1 que se impulsará el desarrollo de los proyectos de infraestructura de **transporte**, almacenamiento y distribución de petrolíferos, **gas natural** y petroquímicos.

Por lo antes mencionado el presente proyecto es congruente con las estrategias y acciones previstas dentro del presente Programa Sectorial.

III.7. Instrumentos de política ambiental en el ámbito internacional.

En términos de la ley, en nuestro país, tanto la autoridad como la sociedad cuentan con un amplio conjunto de instrumentos de política ambiental. Cada uno de estos instrumentos tiene capacidades propias para afrontar los problemas y perseguir los objetivos ambientales de la sociedad. Su potencial va a depender de su generalidad o aplicación individual, del número de actores en los procesos que deben ser objeto de regulación, del tipo de productos y de actividades involucradas, de la naturaleza biofísica de los sistemas ambientales de que se trate, de las posibilidades técnicas reales de aplicación y fiscalización, del costo de administración y cumplimiento, y de condiciones socioeconómicas y regionales que rigen en cada caso.

Cada instrumento tiene un ámbito particular de aplicación, y diferentes condiciones de alcance, eficacia, y costo/efectividad. No todo instrumento puede generalizarse para afrontar cualquier tipo de problema o para acceder a cualquier tipo de objetivos. Algunos instrumentos pueden ser aplicables a procesos atomizados o a conductas generalizadas, esto es, su cobertura es de amplio espectro. Otros instrumentos tienen mayor especificidad y sólo pueden imponerse a conductas o a proyectos claramente determinados en el tiempo y el espacio.

Existen en la actualidad diversas instancias del diseño de la gestión y la política ambiental en las que participan activamente ciudadanos o sectores organizados de la población, tanto instituciones académicas y grupos de interés como organismos no gubernamentales. Estos pueden integrarse en ámbitos técnicos, administrativos, económicos y consultivos para asumir responsabilidades en una tarea importante de diseño y aplicación de políticas ambientales y en la atención de problemas específicos. De hecho, la concertación para promover la participación y la corresponsabilidad social en la gestión ambiental se constituye en un instrumento muy poderoso para ampliar las capacidades y los alcances de la política, así como de planes, programas y proyectos.

III.7.1. Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL).

El Convenio Internacional para la prevención de la contaminación por los buques, 1973 (Convenio MARPOL), se refiere a un convenio que busca preservar el medio ambiente marino a través de la prevención de la contaminación por petróleo y otras sustancias nocivas y la minimización de una descarga accidental de dichas sustancias.

Su contenido técnico se presenta en seis Anexos, los primeros cinco Anexos, surgieron en el Convenio de 1973 y modificados por el protocolo de 1978, en cubierta de la contaminación del mar por el petróleo, por sustancias nocivas líquidas a granel, por sustancias perjudiciales en bultos, por las aguas residuales de los buques y por residuos de los barcos. El Anexo VI fue adoptado por el protocolo de 1997 y se refiere a la contaminación del aire por los buques.

El Convenio MARPOL es uno de los instrumentos internacionales más importantes sobre la contaminación del mar. Los seis anexos del Convenio contienen reglas detalladas relativas a diversas fuentes de contaminación ocasionada por los buques. Su entrada en vigor internacional data del 02 de octubre de 1983. Los anexos en comento son:

- Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.
- Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.
- Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en bultos.

- Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.
- Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación por basuras de los buques.
- Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

El proyecto que nos ocupa se apegará y ajustará a cada una de las reglas establecidas y aplicables en los diversos Anexos del Convenio MARPOL, como parte de las estrategias ambientales establecidas en el presente Capítulo, definidas como medidas prevención y mitigación, para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Los Anexos a considerar en el desarrollo del proyecto son I, IV, V y VI.

Tomando en consideración la naturaleza de las obras y actividades del presente proyecto, se mencionan a continuación las Reglas aplicables en materia de contaminación por hidrocarburos aplicables al proyecto:

Reglas para la Prevención de Contaminación por hidrocarburos.

El ámbito de aplicación del Anexo I MARPOL, en el que se establecen las Reglas para la Prevención de Contaminación por hidrocarburos.

El Anexo I, relativo a los hidrocarburos, es de interés para el presente capítulo, ya que contiene dos reglas muy importantes, que los buques construidos y equipados bajo este acuerdo deben poder cumplir:

La Regla 15 describe los medios y el equipo con que deberán ir provistos las embarcaciones, entre las que se incluyen:

a) Sistemas de control de descargas equipados con dispositivos que proporcionen un registro continuo de que la descarga en litros por milla marina y la cantidad total descargada, o el contenido de hidrocarburos y el régimen de descarga. El sistema será capaz de asegurar que cualquier descarga se detenga automáticamente cuando exceda los límites autorizados.
b) Medios adecuados para limpiar los tanques de carga y trasegar el lastre sucio y las aguas de lavado de tanques a tanques de decantación.
c) Existencia de tanques de decantación con capacidad suficiente para retener los residuos generados por el lavado de tanques, residuos de hidrocarburos y lastre sucio.

La Regla 16 contiene normas similares para el equipo destinado a tratar los hidrocarburos o las mezclas oleosas a bordo de los buques cuando no se transporten como carga. Los buques deben estar provistos de un equipo separador de agua e hidrocarburos, que asegure que la mezcla de agua e hidrocarburos descargada al mar después de pasar por el sistema tenga un contenido de hidrocarburos inferior a unos valores determinados que se recogen en unas tablas.

Si se respetan estas reglas los equipos no deberían descargar por encima de los límites legales. No obstante, si esto sucediera supondría que se ha realizado un acto deliberado, o que se ha presentado un fallo en el equipo; en estos casos las autoridades de vigilancia dispondrían de razones fundadas para realizar inspecciones en los puertos de escala del buque. Todos los buques deben llevar obligatoriamente un libro registro, donde se debe anotar cualquier descarga o fallo del sistema de vigilancia de descargas de hidrocarburos.

Finalmente, el Convenio contiene reglas especiales de construcción y equipo para la prevención de la contaminación accidental, y las reglas para las descargas autorizadas en la mar. Las reglas del convenio son diferentes dependiendo de si la zona marítima es una "zona especial" o no, las cuales son de observancia para el presente proyecto:

Guías que derivan del Convenio MARPOL.

La Organización Marítima Internacional (Internacional Maritime Organization) presenta una serie de publicaciones entorno a Guías que derivan del Convenio MARPOL, y que la aplicación de las presentes guías, se apegan al mismo Convenio, lo cual como se indicó con anterioridad, parte de las estrategias ambientales establecidas en el presente capítulo, son conforme a lo que emane de dicho instrumento.

- **ID520E - MARPOL Consolidated Edition 2011**
  El Convenio Internacional para la prevención de la contaminación por los buques, 1973 (Convenio MARPOL), se refiere a preservar el medio ambiente marino a través de la prevención de la contaminación por petróleo y otras sustancias nocivas y la minimización de una descarga accidental de dichas sustancias. Su contenido técnico se presenta en seis anexos, los primeros cinco de los cuales fueron en el Convenio de 1973, modificado por el protocolo de 1978 y cubierta de la contaminación del mar por el petróleo, por sustancias nocivas líquidas a granel, por sustancias perjudiciales en

bultos, por las aguas residuales de los buques y por basura de los barcos. Anexo VI fue adoptado por el protocolo de 1997 y cubre la contaminación del aire por los buques.
El 2011 se consolidó la presente edición, la cual tiene como objetivo proporcionar una referencia fácil y amplia las disposiciones actualizadas y unificadas a las interpretaciones de los artículos, protocolos y anexos del Convenio MARPOL, incluyendo la incorporación de todas las enmiendas que han sido adoptadas por el Comité Marina de protección ambiente (MEPC) y entró en vigor, hasta e incluyendo las enmiendas 2010 aprobado mediante la resolución MEPC. 190(60) y MEPC. 194(61).

- **IA646S - Equipo de prevención de la contaminación bajo MARPOL, edición en español de 2006**
  El propósito de esta publicación es proporcionar fácil referencia a las resoluciones de la Organización Marítima Internacional (OMI) sobre equipos de prevención de la contaminación a bordo que se requieren bajo MARPOL.
  El Convenio de MARPOL establece que se requiere de naves para equiparse con determinados equipos de prevención de la contaminación, incluyendo el equipo de filtración de aceite, sistemas de monitoreo y control de descarga de aceite, detectores de la interfaz de aceite/agua, plantas de tratamiento de aguas residuales e incineradores a bordo. Dicho equipo debe ser del tipo que ha sido aprobado por los gobiernos con arreglo a las resoluciones pertinentes aprobadas por la OMI.
  Con los años, OMI ha adoptado una serie de resoluciones sobre normas de equipos de prevención de la contaminación y especificaciones que se han mantenido continuamente bajo revisión tras la experiencia obtenida en su rendimiento y teniendo en cuenta el avance en la tecnología. En consecuencia, muchos de los principios resoluciones adoptadas en la década de 1970 y 1980 se volvieron obsoletos y ahora han sido reemplazados.
  La presente publicación es una versión revisada y actualizada de la edición de 1997 y contiene esas resoluciones "en vivo" en el equipo de prevención de la contaminación que son actualmente aplicables a las nuevas instalaciones en naves juntas, salvo cuando expresamente se establezca lo contrario. Estas resoluciones son:
  - Revisadas pautas y datos para el equipo de prevención de la contaminación para maquinaria espacio sentinas de buques;

- Directrices revisadas y especificaciones para el aceite de alta vigilancia y sistemas de Control para los petroleros;
- Especificación para detectores de la interfaz de aceite/agua;
- Directrices sobre la aplicación de las normas de efluentes y pruebas de rendimiento para plantas de tratamiento de aguas residuales;
- Especificación estándar para incineradores a bordo; y
- Pautas a bordo Gas-SOx sistemas de limpieza.

- **IA557E - Manual on Oil Pollution (Section I), 2011 Edition**
  Esta sección del Manual sobre la contaminación por petróleo se pretende proporcionar una guía práctica relacionada con la prevención de la contaminación por los buques y describe los procedimientos para el manejo de las cargas de aceite, bunkering, operaciones de transferencia de nave a nave, operaciones de transferencia unidades offshore y operaciones en aguas cubiertas de hielo. También proporciona un Resumen de las distintas prácticas de prevención, como complemento a los estándares de la industria más detallados y códigos de práctica, actualmente disponibles.

- **IB656S - Directrices para la aplicación del MARPOL anexo V, Ed Español 2012**
  La Secretaría de Marina en torno a la protección Comité (MEPC) de la OMI, en su sexagésimo segundo período de sesiones en julio de 2011, adoptó el MARPOL revisado Anexo V, referente a las regulaciones para la prevención de la contaminación por la basura de los barcos, que entró en vigor el 01 de enero de 2013. Las directrices asociadas que colaboran con los Estados y la industria en la aplicación del MARPOL anexo V han sido revisadas y actualizado y dos directrices fueron adoptadas en marzo de 2012 en la 63ª reunión del MEPC. La edición 2012 de esta publicación contiene:
  - Las 2012 directrices para la aplicación del MARPOL anexo V (resolución MEPC.219(63));
  - Las pautas de 2012 para el desarrollo de planes de manejo de basura (resolución MEPC.220(63));
  - La revisión MARPOL anexo V (resolución MEPC. 201(62).

- **I582E - Guideline for Oil Spill Response in fast currents, 2013 Edition (Guía para la respuesta a derrames de petróleo en las corrientes rápidas).**
  El objetivo de esta guía es proporcionar información esencial y una ayuda práctica para personal de respuesta de derrames de petróleo para el desarrollo de estrategias de

respuesta y la aplicación de aceite del derramamiento de contención y las medidas de limpieza en un entorno rápido de agua.
Está diseñado para personal que ya tiene una comprensión de los conceptos básicos de contención de petróleo y recuperación mediante equipos de respuesta a derrames convencionales, tales como los auges y espumaderas y proporciona información sobre las consideraciones particulares y las estrategias que se requieren para la respuesta de la contaminación en las corrientes rápidas.

En conclusión, como se ha evidenciado a lo largo del presente capítulo, el proyecto se ajusta a las especificaciones, reglas y guías que derivan del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), asimismo se manifiesta que el contenido del presente instrumento internacional se hará patente mediante la difusión entre los propietarios de las embarcaciones contratadas, de resultar ello posible, coadyuvando al cumplimiento del presente instrumento.

III.7.2. Protocolo de 1996 relativo al Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972.

El Protocolo de 1996 relativo al Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972 (Protocolo de Londres en su forma Abreviada), fue adoptado en la Ciudad de Londres el 7 de noviembre de 1996, publicándose en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 2006 y en consecuencia entró en vigor en esa misma fecha.

El referido instrumento internacional se protocolizó con la necesidad de **proteger el medio marino y de fomentar el uso sostenible y la conservación de los recursos marinos**; por lo que a continuación se realiza un análisis sobre los aspectos importantes que guardan relación con el proyecto:

En el numeral 4.1.2 de su Artículo 1 establece la definición de Vertimientos, particularizando la siguiente:

*"**Artículo 1** Definiciones"*

*"4.1 Por **vertimiento** se entiende:*

.2 todo hundimiento deliberado en el mar de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar;"

Luego entonces las partes contratantes establecieron prohibiciones y excepciones sobre los vertimientos, quedando establecidas en el Artículo 4, numeral 1.1:

"Artículo 4 Vertimiento de desechos u otras materias

1 .1 Las Partes Contratantes prohibirán el vertimiento de cualesquiera desechos u otras materias, con excepción de los que se enumeran en el Anexo 1."

En ese orden de ideas, el anexo 1 señala:

*"**DESECHOS U OTRAS MATERIAS CUYO VERTIMIENTO PODRÁ CONSIDERARSE***

1 Los siguientes desechos u otras materias son aquellos cuyo vertimiento en el mar podrá considerarse teniendo presentes los Objetivos y las Obligaciones generales del presente Protocolo expuestos en los artículos 2 y 3:

[…]

.4 buques y plataformas u otras construcciones en el mar;"

De lo anterior, se puede concluir que, las obras y actividades que se llevarán a cabo con motivo del proyecto, no contravienen en ningún momento el referido instrumento internacional, ya que el mismo se encuentra siendo sometido a evaluación en materia de impacto ambiental y previo a su ejecución, una vez se obtengan las autorizaciones correspondientes, se llevarán a cabo las acciones necesarias para obtener las autorizaciones que se requieran conforme a la legislación nacional vigente aplicable. (Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas).

III.7.3. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, también conocida como la "Cumbre de la Tierra", celebrada en 1992 en Río de Janeiro, Brasil. En esta reunión se firmaron dos acuerdos jurídicamente vinculantes de gran importancia ambiental: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), siendo este último el primer

acuerdo mundial enfocado a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. El CDB ganó rápidamente una aceptación generalizada y más de 150 gobiernos firmaron el documento en el marco de la Cumbre en Río de Janeiro. Actualmente 191 países lo han ratificado.

El Convenio tiene tres objetivos principales:

1. La conservación de la biodiversidad,
2. El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica, y
3. La participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Entre los principales temas que se abordan en el Convenio pueden mencionarse:

- Conservación in situ y ex situ
- Uso sustentable
- Acceso a los recursos genéticos y distribución de beneficios.
- Acceso a la tecnología y transferencia de tecnología, incluida la biotecnología.
- Evaluación de impacto ambiental.
- Educación y conciencia pública.
- Suministro de recursos financieros.
- Presentación de informes nacionales sobre las medidas para poner en práctica los compromisos asumidos en virtud del tratado.
- Medidas e incentivos para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

El Convenio en cita, es un instrumento de compromisos dirigido a los suscriptores del mismo, en el caso concreto, el Convenio es un documento dirigido y que obliga a sus firmantes (Nación y/o Estado) suscriptor como ente jurídico con personalidad jurídica propia; y es a través de éste instrumento, que se obliga a los contratantes a establecer los lineamientos base y políticas públicas, así como instrumentos de administración y observancia ambiental encaminados dentro de su circunscripción territorial a regular las actividades humanas que puedan afectar en alguna medida al medio ambiente, tomando para ello los compromisos signados en el presente convenio.

Dentro del Convenio de la Biodiversidad Biológica, han derivado una serie de Programas, entre ellos destacan el Programa de Trabajo Ampliado Sobre Diversidad Biológica Marina y Costera, cuya visión y misión se citan a continuación.

> *"A. Visión general*
>
> *1. La visión general que la aplicación eficaz del programa de trabajo ampliado sobre diversidad biológica marina y costera trata de alcanzar es detener la pérdida de diversidad biológica marina y costera a nivel nacional, regional y mundial y consolidar su capacidad de proporcionar bienes y servicios."*
>
> *"B. Misión*
>
> *2. El objetivo general del programa de trabajo sobre diversidad biológica marina y costera, que concuerda con el Plan Estratégico del Convenio, es promover la aplicación de los tres objetivos del Convenio y reducir significativamente el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica marina y costera al año 2010."*

En el Programa de Trabajo Ampliado Sobre Diversidad Biológica Marina y Costera, se han establecido Principios básicos, en el cual es de interés particular:

> *"5. El programa de trabajo puede aplicarse en los niveles siguientes:*
>
> *Nacional y local, que proporcionan el primer nivel de ejecución de las actividades del programa de trabajo;*
>
> *Regional, cuando proceda, mediante organizaciones, acuerdos y organismos regionales;*
>
> *Mundial, cuando proceda, mediante organizaciones y organismos internacionales competentes."*

Dicho Programa se integra por diferentes Elementos, para designar metas y objetivos específicos, de los cuales se menciona que el Elemento 2 del Programa, se refiere a los Recursos vivos marinos y costeros, cuya meta y objetivo se citan a continuación.

> *"Meta: Asegurar la conservación y el uso sostenible de recursos vivos marinos y costeros.*
>
> *Objetivo operativo 2.1: Promover enfoques basados en los ecosistemas para la conservación y utilización sostenible de los recursos marinos y costeros vivos, incluida la identificación de las variables o interacciones básicas, con el fin de evaluar y vigilar; en*

primer lugar, los componentes de la diversidad biológica; en segundo lugar, la utilización sostenible de esos componentes; y, en tercer lugar, los efectos en los ecosistemas."

Ante el compromiso de nuestro país por la conservación y utilización sostenible de los recursos marinos y costeros, en particular la ejecución del proyecto que nos ocupa contempla acciones que conllevan a la conservación de recursos vivos marinos, las cuales se encuentran comprendidas en el Programa de Protección a la Fauna Marina descrito en el Capítulo VI del presente documento.

Aún y cuando no se contemple el aprovechamiento de los recursos vivos, los programas antes señalados conducen a promover la conservación de recursos marinos.

III.7.4. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993. A través de este acto de ratificación, el Gobierno de México; hizo constar en el ámbito internacional su consentimiento en obligarse a cumplir con los lineamientos establecidos en este instrumento.

Por su parte, el Protocolo de Kioto fue adoptado durante la Tercera Conferencia de las Partes (CoP 3) celebrada en la ciudad de Kioto, Japón, en 1997, en aras de alcanzar el objetivo último de la CMNUCC. México suscribió dicho protocolo y depositó el instrumento de ratificación el 07 de septiembre del 2000. El principal objetivo del Protocolo es "**lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático**." El Protocolo se caracteriza por ser el único instrumento jurídicamente vinculante que estableció metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un periodo de tiempo acordado para los países desarrollados; tal es el caso del dióxido de carbono (CO_2), metano (CH4), óxido de nitrógeno (N_2O), diclorodifluorometano (CCl_2F_2), clorodifluorometano ($CHClF_2$), y hexafluoruro de azufre (SF_6). La disminución en el ritmo de consumo de los combustibles fósiles (carbón y

petróleo) y el desarrollo de las energías renovables, tales como la eólica, geotérmica, biomasa, solar, hidráulica y mareomotriz reducirán las emisiones de los citados gases, teniendo un efecto en que la temperatura global de nuestro planeta no siga aumentando.

A fin de facilitar el cumplimiento de los compromisos de los países y promover el desarrollo sustentable, el Protocolo de Kioto instauró tres mecanismos de mercado, entre ellos, el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), que permite el intercambio de emisiones entre países desarrollados y en vías de desarrollo. México se ha beneficiado del MDL y desde agosto de 2013, es el 4° país en número de proyectos registrados ante la Junta Ejecutiva de dicho mecanismo.

El 30 de mayo del 2015, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se aprobó la Enmienda de Doha al Protocolo de Kyoto, adoptada en Doha, estado de Qatar, el ocho de diciembre de dos mil doce, lo cual materializa un segundo periodo de compromisos para México, mismo que comenzó en 2013 y concluyó en 2020, un elemento importante en la construcción de un régimen climático ambicioso, efectivo y funcional.

Atendiendo a lo anterior, las emisiones de gases de combustión hacia el ambiente ocasionados por la operación de motores durante la instalación del ducto, producirá inevitablemente una modificación en la calidad atmosférica; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones causadas por las embarcaciones y equipos de combustión interna, se proponen las siguientes medidas para minimizar la cantidad emisiones de gases de combustión hacia la atmósfera:

- Verificar diariamente, antes de su operación, el correcto funcionamiento de las embarcaciones y equipo de combustión interna.
- Previo ingreso al área del proyecto, las embarcaciones contarán con una revisión técnica que avale su buen funcionamiento.
- Sustituir las embarcaciones que, de acuerdo con la revisión diaria y el mantenimiento preventivo, generen emisiones de gases de combustión fuera de la normatividad aplicable.
- Realizar un mantenimiento preventivo periódico a las embarcaciones y equipo de combustión interna.

III.7.5. Vinculación del proyecto con los Principios de Ecuador.

Este contiene estándares internacionales sin tener el carácter de Tratado Internacional, sin embargo, atendiendo a que su creación ha impactado a nivel mundial para su implementación por los Bancos, es el motivo por el que se ha considerado en el presente título.

Los Principios de Ecuador nacieron el 4 de junio de 2003, cuando diez bancos europeos de siete países anunciaron su adopción, comprometiéndose a dar préstamos únicamente para proyectos cuyos patrocinadores demostrarán, a satisfacción del banco, su capacidad y buena voluntad para adoptar ciertos procesos y asegurar que se ejecuten de manera socialmente responsable y con buenas prácticas de dirección ambiental.

A grandes rasgos, los Principios de Ecuador (PE) son la referencia del sector financiero para determinar, evaluar y gestionar los riesgos ambientales y sociales de los proyectos. Están basados en la Política y Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social de la Corporación Financiera Internacional (IFC siglas en inglés) y las Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad del Banco Mundial, las Guías antes referidas, son un sustento de viabilidad y cumplimiento ambiental, ya que éstas establecen los lineamientos y parámetros ambientales respecto de los cuales debe ser observado y evaluado un proyecto desde el ámbito ambiental, es decir, la aplicación de las Normas de Desempeño es adoptada para evidenciar el cumplimiento de los Principios de Ecuador desde diversas vertientes una de ellas, la ambiental.

Estos principios han sido impulsados por diferentes entidades del sector financiero en coordinación con la Corporación Financiera Internacional, agencia dependiente del Banco Mundial.

Las Instituciones financieras que adoptan los Principios de Ecuador se aseguran de que los proyectos que financian sean desarrollados en una forma socialmente responsable y que reflejen prácticas de gestión ambiental sanas.

Los Principios de Ecuador, son un marco voluntario de gestión del riesgo de crédito para determinar, evaluar y gestionar los riesgos ambientales y sociales en las operaciones de financiación de proyectos.

En 2013 se publicó la última versión de los Principios de Ecuador, que extiende su alcance, aborda nuevas preocupaciones ambientales y sociales y supone un avance significativo en la transparencia y consistencia de su implementación.

Son diez los Principios de Ecuador, entre los cuales se ha considerado a los que guardan estrecha relación con el presente proyecto y se han vinculado con el mismo, la importancia de los Principios de Ecuador se tomaron en cuenta por su contenido ambiental de referencia y la responsabilidad que tendrá el promovente del proyecto durante su realización, ya que se pretenden proponer las mejores buenas prácticas ambientales con la finalidad de reducir o disminuir al mínimo los impactos ambientales que pudieran producirse con la realización del proyecto.

Bajo este contexto, los Principios de Ecuador precisan en términos generales que cuando en el país donde se pretenda ejercer inversión, exista legislación, reglamentos, normas y demás disposiciones que regulen ambientalmente la actividad, con la finalidad de evitar duplicidad de acciones, será aplicable y analizada preferentemente la legislación nacional.

México cuenta con uno de los marcos regulatorios en aspectos ambientales más desarrollados en América Latina, en este contexto, existen diversas disposiciones y normas técnicas para el control de contaminación, así como de acciones de prevención para la ejecución de desmontes y la protección de mantos acuíferos que pueden contaminarse por el drenaje de obras o por la dispersión inadecuada de residuos sólidos, de igual manera, existe regulación y lineamientos técnicos en materia de alteraciones del hábitat y los efectos colaterales, generados durante la construcción y la operación de las obras.

Hablando del aspecto ambiental e inclusive el social, se contempla el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, considerado como el instrumento que permite llevar a cabo el análisis de las condiciones del ambiente y del efecto de un proyecto en el mismo, y dado que es obligatorio y público (procedimiento de evaluación de impacto ambiental), se tomó a los Principios de Ecuador como un elemento adicional a la revisión bibliográfica de la normatividad nacional e internacional en materia de medio ambiente y seguridad, así como de referencia en la implementación de la propuesta del proceso constructivo que evidencia acciones y cumplimiento ambiental en la fase de preparación del sitio y construcción del proyecto, de tal suerte que se realizó un análisis integral para estar en condiciones de poder llevar a cabo la integración y desarrollo de la presente MIA-R. A continuación, se presentan los

principios que se tomaron en consideración para la elaboración del presente estudio de impacto ambiental:

A. Principio 1: Revisión y categorización

> *"Cuando un Proyecto es propuesto para financiación, la EPFI deberá, como parte de su revisión y debidas diligencias ambientales y sociales internas, categoriza dicho proyecto basado en la magnitud de sus posibles riesgos e impactos ambientales y sociales. Esta labor se basa en el proceso de categorización ambiental y social de la Corporación Financiera Internacional (IFC).*
>
> *La categorización permite que la diligencia debida ambiental y social de las EPFI sea acorde con la naturaleza, la magnitud y la etapa en la que se encuentre el proyecto, y con el nivel de riesgos e impactos ambientales y sociales.*
>
> *Las categorías son las siguientes:*
>
> *"**Categoría A** – Proyectos con potenciales riesgos y/o impactos adversos significativos ambientales y sociales que son, diversos, irreversibles o sin precedentes.*
>
> ***Categoría B** – Proyectos con potenciales riesgos y/o impactos adversos limitados ambientales y sociales, que son escasos en número, generalmente localizados en sitios específicos, mayormente reversibles y fácilmente abordables a través de medidas de mitigación; y*
>
> ***Categoría C** – Proyectos que supongan riesgos y/o impactos ambientales y sociales mínimos o no adversos."*

Dentro de las categorías anteriores se puede considerar que el proyecto generará impactos ambientales, sin embargo los mismos podrán ser compensados para lo cual se proponen diversas medidas de mitigación, como se muestra en el Capítulo VI, de la presente MIA-R, denominado estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional, con lo que también se da cumplimiento al artículo 13, fracción VI, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

B. Principio 2: Evaluación Ambiental y Social.

> *"Para todos los proyectos de las categorías A y B, la EPFI exigirá que el cliente lleve a cabo un proceso de Evaluación para abordar, a satisfacción de la EPFI, los riesgos e impactos ambientales y sociales relevantes del Proyecto propuesto (pudiendo incluir el listado ilustrativo de aspectos del Documento II). La Documentación de la Evaluación debe proponer medidas para minimizar, mitigar y compensar los impactos adversos de manera pertinente y adecuada a la naturaleza y a la magnitud del Proyecto propuesto (…)"*

Al respecto, el proyecto ha desarrollado la presente MIA-R con la finalidad de sujetar la obra y operación al proceso de evaluación de impacto ambiental y con ello obtener la correspondiente autorización, adicionalmente a lo anterior, en la presente MIA-R se ha integrado el Capítulo VI, a través del cual se proponen estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, cuyo fin es justamente, minimizar, mitigar o compensar los impactos ambientales que se puedan generar durante el desarrollo del proyecto.

C. Principio 3: Normas ambientales y sociales aplicables.

> *"El proceso de Evaluación debería, en primer lugar, abordar el cumplimiento de las leyes, los reglamentos y los permisos pertinentes del país anfitrión relativos a los aspectos ambientales y sociales. (…)"*

Con la finalidad de dar cumplimiento a las disposiciones legales en materia de impacto ambiental, el proyecto se somete a consideración de la autoridad para obtener la autorización correspondiente de manera previa a su realización, dando al principio preventivo que tiene dicho procedimiento para la realización de obras y actividades de las consideradas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, además de que también se ha observado lo dispuesto en su Reglamento en Materia de Evaluación en Materia de Impacto Ambiental; los aspecto sociales durante el procedimiento de evaluación también son considerados dentro de la legislación citada, pues el proyecto una vez que ingresa al procedimiento se publica dentro de los primeros cinco días en un diario de mayor circulación, haciéndose del conocimiento del público en general un extracto del proyecto.

Posteriormente los particulares podrán solicitar a consulta pública las MIA-R y en caso de que por las características del proyecto la autoridad considere pertinente, iniciará la Reunión Pública de Información, cuyos plazos para su realización se encuentran previstos en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Adicionalmente a lo anterior, el promovente ha llevado a cabo el Estudio de Impacto Social a través del cual ha determinado el impacto del proyecto en la sociedad en la que influye el proyecto.

D. Principio 4: Sistema de Gestión Ambiental y Social y Plan de Acción de los Principios del Ecuador

> *"Para todos los Proyectos de las Categorías A y B, la EPFI exigirá al cliente que desarrolle o mantenga un Sistema de Gestión Ambiental y Social (SGAS).*
>
> *Además, el cliente elaborará un Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) para abordar los aspectos planteados en el proceso de Evaluación e incorporar las medidas necesarias para cumplir con las normas aplicables. Cuando las normas aplicables no se cumplan a satisfacción de la EPFI, el cliente y la EPFI acordarán un Plan de Acción de los Principios del Ecuador (PA). El PA de los Principios del Ecuador tiene por objeto indicar las deficiencias y los compromisos para cumplir los requisitos de la EPFI de acuerdo con las normas aplicables."*

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales.

El objetivo de la evaluación del impacto ambiental es la sustentabilidad, pero para que un proyecto sea sustentable debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales, por lo que una vez que se obtiene una autorización en materia de impacto ambiental el promovente del proyecto

adquiere derechos pero también obligaciones, con las que deberá garantizar a la autoridad la efectividad de las medidas de mitigación propuestas, así como las que en su caso haya impuesto, cuya temporalidad para acreditarlo también estará contenido dentro de la resolución que se expida, aunado a que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como autoridad facultada para llevar a cabos actos de verificación, inspección y vigilancia en materia de impacto ambiental, podrá en cualquier momento solicitar al promovente del proyecto el cumplimiento de las autorizaciones con que cuente, en este contexto el proyecto ha propuesto la Implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental con lo que se da cumplimiento al presente principio.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Guía General sobre medio ambiente, salud y seguridad (IFC) en relación con la Legislación Nacional:

Tabla III-22 Vinculación de la Guía General sobre medio ambiente, salud y seguridad (IFC) en relación con la Legislación Nacional aplicable al proyecto.

CRITERIO		**COINCIDENCIA**	**CUMPLIMIENTO**
Legislación Nacional	**Guías Generales sobre medio ambiente, salud y seguridad (IFC)**		
México cuenta con uno de los marcos regulatorios en aspectos ambientales más desarrollados en América Latina, en este contexto, existen diversas disposiciones y normas técnicas para el control de contaminación, así como de acciones de prevención para la ejecución de desmontes y la protección de mantos acuíferos que pueden contaminarse por el drenaje de obras o por la dispersión inadecuada de residuos sólidos, de igual manera, existe regulación y lineamientos técnicos en materia de alteraciones del hábitat y los efectos colaterales, generados durante la	Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden alcanzarse en instalaciones nuevas, con la tecnología existente y a costos razonables. La aplicación de las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de evaluaciones ambientales en las que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio	En el caso concreto, tanto las guías generales, así como la legislación local (nacional), son coincidentes en tanto que son instrumentos de referencia sobre el ejercicio del empleo de buenas prácticas ambientales, estableciendo cada uno de ellos, una serie de propuestas que se traducen en acciones (obligaciones de hacer) que al procurarse e implementarse deben dar como resultado la realización de una acción responsable y consiente del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente como un factor de valor intrínseco al ser humano.	El proyecto, con sus propuestas en materia de administración, control, aprovechamiento, así como mecanismos de mitigación, compensación, restauración propuestos en la elaboración de la presente MIA-R, y la propuesta de implementación de un Programa de Protección a la Fauna Marina, da cumplimiento a los principios jurídico- ambientales establecidos tanto en la Legislación Nacional, así como en las Guías General de la IFC y directrices aspiradas en los Principios de Ecuador, que establecen como prioridad contar con un Programa de Seguimiento y Cumplimiento Socio – ambiental.

CRITERIO		COINCIDENCIA	CUMPLIMIENTO
Legislación Nacional	**Guías Generales sobre medio ambiente, salud y seguridad (IFC)**		
construcción y la operación de las obras. Bajo este tenor, existe un marco jurídico amplio que regula la administración, distribución y cuidado de los recursos naturales, tales como la Constitución General de la República, Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General de Cambio Climático, diversos tratados internacionales en materia de biodiversidad, ecosistemas, así como	ambiente y otros factores relativos al proyecto. En materia de medio ambiente, las Guías IFC establecen en términos generales las siguientes secciones de atención: • Emisiones al aire y calidad del aire ambiente • Conservación de la energía • Aguas residuales y calidad del agua ambiente • Conservación del agua • Manejo de materiales peligrosos • Manejo de residuos • Ruido • Suelos contaminados	Tanto la Legislación Nacional y las Guías IFC, tienen como objetivo evitar un desequilibrio ecológico grave, así como daño a la salud humana de los habitantes de una región en específico, empleando para ello elementos de carácter técnico y jurídico que ofrecen orientación a los usuarios sobre cuestiones relativas a cada sector industrial específico, proporcionando los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden alcanzarse en instalaciones nuevas.	

CRITERIO		COINCIDENCIA	CUMPLIMIENTO
Legislación Nacional	**Guías Generales sobre medio ambiente, salud y seguridad (IFC)**		
ordenamientos ecológicos Federales, Estatales y Municipales, decretos de ANP´s, así como diversas Normas Oficiales Mexicanas, cuyos objetivos es el cuidado y regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.			

III.8. Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), son las áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), como órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), está encargada de la administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP´s). En México existen áreas protegidas de jurisdicción federal, estatal, municipal y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.

Los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas a nivel mundial se han conceptualizado como planes o programas de manejo, programas de conservación, programas de conservación y manejo, planes rectores, planes directores, etc. En nuestro país estos instrumentos se denominaban planes de manejo, programas de trabajo, programas integrales de desarrollo, programas operativos anuales y/o programas de conservación y manejo.

Ahora bien, por la relevancia del tema, se ha dedicado un apartado exclusivo entorno a la revisión y análisis de dichos instrumentos como son los Decretos y Programas de Manejo de las áreas naturales protegidas cercanas al trazo del proyecto.

Si bien el sureste mexicano es una de las regiones del país con mayor número y cobertura de áreas naturales protegidas, el análisis de los polígonos del territorio que han sido declarados como ANP, **con respecto a la trayectoria del gasoducto y obras complementarias, arroja que no se tiene incidencia en ninguna Área Natural Protegida, en los ámbitos federal, estatal y municipal.**

Derivado de la importancia del tema y para efectos de documentar los distanciamientos del proyecto con estas áreas, se realiza a continuación el análisis de las ANPs que se identificaron a nivel federal, estatal y municipal con mayor proximidad al trazo del gasoducto.

III.8.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.

En la trayectoria del gasoducto como de las obras complementarias, se identificó que para los Estados de Veracruz y Tabasco, existen ANP´s de competencia Federal que guardan proximidad con el proyecto, tal y como se ilustra en la siguiente Figura.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 6 Trazo del gasoducto con respecto a las ANP´s de competencia Federal.

Como se visualiza, el trazo del gasoducto se encuentra fuera de las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal, siendo la más cercana el **Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal – Lobos Tuxpan, la cual se encuentra a una distancia de 550.00 m del proyecto**. En la siguiente Tabla, se citan las ANP´s federales que se identificaron próximas al gasoducto.

Tabla III-23 Distancia de las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal cercanas al proyecto.

ANP	Jurisdicción	Distanciamiento mínimo (km)
Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal – Lobos Tuxpan (Polígono Tuxpan)	Federal	0.55
Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano", del cual el proyecto se ubica a 3 km de distancia.	Federal	2.7
Reserva de la Biosfera "Los Tuxtlas", del cual el proyecto se ubica a 10 km de distancia.	Federal	10

El proyecto no tendrá injerencia alguna en ninguna Área Natural Protegida de jurisdicción federal por lo cual no le es vinculante ningún tipo de limitante o legislación relacionada con esta temática.

Cabe mencionar que dichas ANP´s dentro de sus decretos de creación y Programas de Manejo, uno contempla que cuenta con un área de influencia determinada y delimitada en una poligonal oficial, lo cual se constata a través del análisis del portal del sitio oficial de la CONANP. No obstante, advirtiendo que la distancia menor que tiene el trazo del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas denominadas **Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal – Lobos Tuxpan, Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano" y Reserva de la Biosfera "Los Tuxtlas",** se evidencia en las siguientes imágenes que incluso el proyecto se localizará dentro de las áreas de influencia sin comprometer a ésta:

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 7 Ubicación del proyecto con respecto a la zona de influencia de la ANP Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan.

Tal como se desprende de la imagen anterior, el proyecto no incide dentro del polígono de la ANP, sino que pasa a 550.00 m de distancia, estando únicamente en su área de influencia como se puede observar en la imagen siguiente, sin embargo, dentro del Programa de Manejo no se identificó la regulación de dicha área; motivo por el cual, no se contraviene el presente Instrumento Ambiental.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 8 Ubicación del proyecto con relación a la zona de influencia de la ANP Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 9 Subzonificación de la ANP Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Ahora bien, respecto del ANP Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, no se identificó que se encuentre regulada la zona de Influencia, por lo anterior, nuevamente cabe concluir que el presente proyecto no realizará ningún tipo de obra o actividad dentro de las mismas y mucho menos alterará a dichas Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.

III.8.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal.

En la trayectoria del gasoducto y obras complementarias, se tiene proximidad con cinco Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Estatal, las cuales se localizan en el Estado de Veracruz y Tabasco, tal y como se cita en la siguiente tabla.

Tabla III-24 Distancia de las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal cercanas al proyecto.

ANP	Jurisdicción	Distanciamiento mínimo (km)
Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec"	Estatal Veracruz	37
"Ciénega del Fuerte"	Estatal Veracruz	30
"Médano el Perro"	Estatal Veracruz	27
"Tatocapan"	Estatal Veracruz	40
"Río Playa"	Estatal Tabasco	27

El proyecto, se encuentra fuera de las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal, y en la siguiente figura se muestra las ANP´s del ámbito estatal más próximas al gasoducto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 10 Ubicación del proyecto con respecto a las ANP´s Estatales cercanas al proyecto.

El proyecto no tendrá incidencia alguna en ninguna Área Natural Protegida de competencia estatal por lo cual no le es vinculante el marco jurídico existente para esta materia.

III.9. Sitios RAMSAR.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971) identificada como "Convención de Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos adquiridos por las partes (países miembros) cuyo objetivo es incentivar y mantener las características ecológicas de sus Humedales de Importancia Internacional y planificar el "uso racional", de todos los humedales situados en sus territorios.

Este acuerdo internacional es el primer instrumento (convenio) en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, cuyo objetivo o interés original se

orientó a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, sin embargo, ha reconocido la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

La misión de la Convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo".

El proyecto no incide con ningún sitio Ramsar, siendo el más próximo al trazo el denominado "Manglares y Humedales de Tuxpan". En la siguiente tabla se señalan los sitios Ramsar que se identificaron próximos al proyecto.

Tabla III-25 Distancia de los sitios RAMSAR cercanos al proyecto.

ANP	Estado	Distanciamiento mínimo (km)
Manglares y Humedales de Tuxpan	Veracruz	2.25
Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano", del cual el proyecto se ubica a 3 km de distancia.	Veracruz	3
Sistema Lagunar Alvarado	Veracruz	26
Humedales de la Laguna la Popotera	Veracruz	26
Manglares y Humedales de la Laguna de Sontecomapan	Veracruz	20

A continuación, se ilustra el trazo del proyecto con relación a los sitios RAMSAR en comento.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura No. 11 Ubicación del proyecto con relación a los sitios RAMSAR.

III.10. Normas Oficiales Mexicanas.

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna. En la siguiente tabla se presentan las normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto y su vinculación con estas.

Tabla III-26 Normas Oficiales Mexicas aplicables al proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
NOM-001-SEMARNAT-1996	*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.*	El proyecto no contempla la disposición de aguas residuales provenientes de sanitarios a cuerpos de agua federales. En particular las aguas residuales serán tratadas a través de los prestadores de servicios autorizados, verificando que éstos cuenten con los permisos y licencias vigentes para la disposición final del agua en los sitios que les hayan sido autorizados. Para el caso de las aguas utilizadas en las pruebas hidrostáticas, estas serán ocupadas para su descarga a cuerpos de agua, previo análisis de calidad de agua o tratamiento, y con previo permiso por parte de la Secretaría de Marina para llevar a cabo el vertimiento al mar.
NOM-002-SEMARNAT-1996	*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.*	El proyecto no contempla la disposición de aguas residuales al alcantarillado urbano o municipal. En particular las aguas residuales serán tratadas a través de los prestadores de servicios autorizados, verificando que éstos cuenten con los permisos y licencias vigentes siendo tales prestadores los que deberán observar los límites de contaminantes en las descargas que lleven a cabo en los sistemas de tratamiento que para tal caso les hayan sido autorizados.

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
NOM-041-SEMARNAT-2006	*Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.*	En las etapas de preparación del sitio y construcción del gasoducto, las actividades tales como el movimiento de tierras, se utilizará maquinaria y transporte de equipo al sitio. Por lo que se tomarán las medidas necesarias previas de mantenimiento y verificación de los vehículos utilizados durante la construcción del proyecto con objeto de ajustarse con los parámetros establecidos en las NOM´s. Los equipos estarán sujetos a monitoreo constante contando con las bitácoras de mantenimiento que garanticen que se encuentran en óptimas condiciones de operación y en caso contrario reemplazarlos por otros que, si se encuentren en perfectas condiciones, a fin de cumplir con los límites establecidos en los parámetros de emisión de gases.
NOM-044-SEMARNAT-2006	*Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.*	
NOM-045-SEMARNAT-2006	*Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.*	

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
NOM-052-SEMARNAT-2005.	*Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados temporalmente en las instalaciones de los buques conforme a su clasificación, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización.
NOM-054-SEMARNAT-1993	*Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.*	Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán observar las reglas establecidas en los protocolos establecidos por ASIPONA, la SEMAR y el Convenio MARPOL, por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante su operación. Los residuos serán almacenados

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
		temporalmente en las instalaciones de los buques donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en instalaciones específicas de recepción, previa autorización. En torno al manejo de residuos peligrosos, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, el proyecto que nos ocupa, se considera como un pequeño generador de residuos peligrosos, tales como los residuos líquidos de aceites provenientes de la maquinaria utiliza durante el proceso constructivo del proyecto, entre otros, por lo que, se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en esta Ley con un Programa de Manejo de Residuos que contemplen actividades tales como envasado, almacenamiento, recolección y transporte, así como tratamiento y/o disposición final de los residuos. Asimismo, se dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas para la identificación y caracterización de estos, así como el manejo de los residuos de acuerdo con la incompatibilidad conforme a las características de cada uno de los residuos de conformidad con las normas en cita.

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
NOM-081-SEMARNAT-1994	*Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.*	Para la fase operativa, los equipos que empleará el proyecto serán de última generación, lo anterior, permitirá garantizar eficiencia en el desempeño de estos y cumplir con las normas correspondientes, para lo cual el proyecto contará con una fase de monitoreo de ruido, cuyos resultados se harán saber en los informes correspondientes que se brinden a la autoridad. Cabe mencionar, que el monitoreo constante permitirá al proyecto verificar que se está cumpliendo con la norma y medida y, en caso de no ser así, establecer oportunamente los mecanismos que permitan al proyecto alcanzar el cumplimiento de los límites establecidos en norma.

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
NOM-085-SEMARNAT-2011	*Contaminación atmosférica-niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición*	Para la fase de preparación y construcción del proyecto, no se contarán con fuentes fijas, sino móviles que estarán sujetas a monitoreo y mantenimiento periódico para efectos de cumplir con los estándares de límites máximos permisibles considerados en las normas correspondientes. Para la fase operativa en el caso de contar con equipos de combustión, el promovente se ajustará a la respectiva norma y para tal efecto dará cumplimiento a la LGEEPA gestionando y tramitando la Licencia Ambiental Única correspondiente previo a la entrada de operación.
NOM-059-SEMARNAT-2010	*Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.*	En principio, es necesario señalar que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 1.Objetivo y Campo de Aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
		categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. En este contexto, la norma no tiene por objetivo regular en lo particular las obras y/o actividades que se puedan desarrollar en determinado ecosistema o que puedan causar afectaciones a un hábitat en específico aun cuando existan especies listadas en alguna categoría de riesgo. Asimismo, de acuerdo con el mismo numeral, esta norma es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. Ahora bien, las especies reportadas bajo protección de flora y fauna silvestre, en el sitio del proyecto, se les dará atención prioritaria a las mismas, debido a que se implementarán estrategias ambientales, orientadas a la protección y conservación de especies, propuestas en

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
		el Programa de Protección a la Fauna Marina, dentro del capítulo VI de la presente MIA-R.
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.*	En caso de que el proyecto pudiera ubicarse en alguno de los supuestos para el manejo de residuos de manejo especial, observará el contenido de la presente norma.
NOM-003-ASEA-2016	*Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.*	El proyecto observará la presente norma en cuanto a sus especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento
NOM-007-ASEA-2016	*Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.*	Dado que la presente norma es de observancia general y obligatoria para los regulados que realizan las actividades de Transporte por Ductos de Gas Natural, el proyecto observará las especificaciones de

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
		esta en lo que le resulte aplicable a fin de dar cumplimiento a la misma.
NOM-010-STPS-2014	*NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.*	El proyecto se ajustará a las condiciones de seguridad e higiene para el manejo de sustancias químicas que puedan generar contaminación en el medio ambiente laboral, si bien es cierto, el giro del proyecto no es el manejo, transporte y tratamiento de residuos, el proyecto contará con un almacén temporal donde serán almacenados los residuos de manera temporal, para su posterior entrega, transporte y disposición final por parte de empresas autorizadas que para tal efecto serán contratadas, verificando en todo tiempo que se trate de empresas autorizadas y con permisos vigentes. Para tal efecto, el almacén temporal de residuos cumplirá con los requisitos que para tal instalación requiere la legislación nacional.
NOM-018-STPS-2015	*Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.*	El proyecto contará con un Programa de Integral de Manejo, así como con la capacitación día a día del personal que trabaje en el proyecto,

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
		para los efectos de difundir entre los mismos la aplicación de buenas prácticas y medidas de seguridad en el proyecto.
NOM-028-STPS-2012	*Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.*	El proyecto contará con un Programa de Integral de manejo, así como con la capacitación día a día del personal que trabaje en el proyecto, para los efectos de difundir entre los mismos la aplicación de buenas prácticas y medidas de seguridad en el proyecto.

A continuación, se mencionan algunas normas y estándares, nacionales e internacionales para las bases de diseño de ingeniería y construcción del gasoducto como referencia se tiene lo siguiente:

Petróleos Mexicanos (Pemex).

NRF-001-PEMEX-2007 Tubería de acero para recolección y transporte de hidrocarburos no amargos.

NRF-005-PEMEX-2009 Protección interior de ductos con inhibidores.

NRF-026-PEMEX-2001 Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y / o sumergidas.

NRF-150-PEMEX-2011 Pruebas hidrostáticas de tubería y equipos. (Esta Norma de Referencia, cancela y sustituye a la NRF-150-PEMEX-2005, del 17 de Sept. de 2005).

Secretaría de Energía

NOM-001-SECRE-2010 Especificaciones del Gas Natural.

NOM-003-SECRE-2011 Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

NOM-007-ASEA-2016.-*Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos*", fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de marzo del 2018, es de observancia general y obligatoria para los Regulados que realizan las actividades de Transporte por Ductos de Gas Natural, Etano y Gas Natural Asociado al carbón Mineral, así como para el Diseño, Construcción, Pre-arranque, Operación, Mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento de Ductos, incluyendo los que están empacados e inertizados, y aquéllos que ya estando construidos se modifiquen en su diseño original.

En este contexto, la promovente en términos generales se ajustará tanto a dicha Norma, en tanto que cuenta con las medidas de seguridad correspondiente al caso de transporte de gas natural, para lo cual adicionalmente a la presente MIA-R se encuentra acompañando el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) en el que destaca el análisis de los escenarios de riesgo y las medidas de prevención y mitigación que implementará el proyecto.

Las normas de la Secretaría de Energía cobran mayor relevancia para el proyecto por su naturaleza, por lo que cabe destacar que el proyecto tendrá el apego estricto de cada una de las normas en cita y de aquellas que resulten aplicables por la ejecución del mismo, en cada una de las etapas del proyecto.

Gasoducto Extensión Sureste
“Etapa II”

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

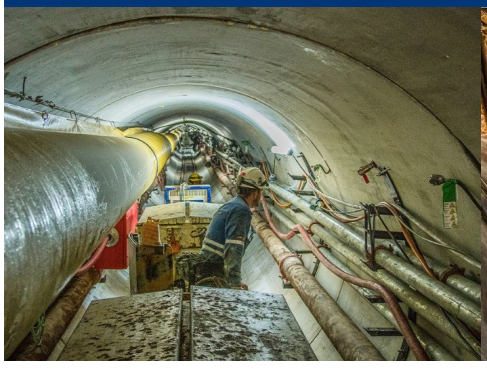
MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO IV

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

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)



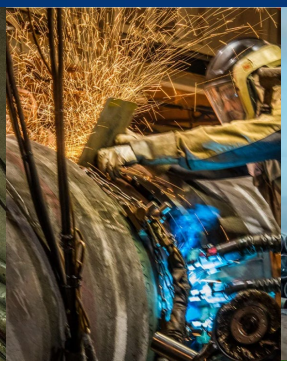




Tabla de contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 9

IV.1. APARTADO BIÓTICO 9

IV.2. Regiones Prioritarias para la conservación de la Biodiversidad 9

IV.3. Revisión bibliográfica y de bases de datos de los componentes ambientales dentro del SAR 19

IV.3.1. Registros bibliográficos de Flora Marina 19
IV.3.2. Registros bibliográficos de Fauna Marina 20
IV.3.2.1. Tortugas marinas 21
(a) Sitios de anidación 23
(b) Rutas migratorias 24
IV.3.2.2. Mamíferos Marinos 27
(a) Hábitat de los mamíferos marinos 28
IV.3.3. Especies bibliográficas registradas dentro del SAR en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. 30
IV.3.4. Caracterización del SAR y área del proyecto mediante trabajos de campo 31

IV.4. Metodología del trabajo de campo en el SAR y Área del proyecto (fitoplancton, zooplancton, ictioplacton y macrofauna bentónica) 57
IV.4.1. Metodología para la estimación de abundancia y diversidad 59

IV.5. Metodología del trabajo de campo en el SAR y Área del proyecto (Hábitat y macrobiota bentónica) 61
IV.5.1. Video transectos 64
IV.5.2. Imágenes fijas 65
IV.5.3. Análisis de datos 65

IV.6. Resultados del trabajo de campo (Plancton). 65
IV.6.1. Fitoplancton 65
(a) Discusión 78
IV.6.2. Zooplancton 81
(a) Biomasa 81
(b) Composición de la comunidad de zooplancton 81
(c) Índices y pruebas ecológicas 89
(d) Discusión 94
IV.6.3. Ictioplancton 99
(a) Composición de la comunidad 99
(b) Índices Ecológicos 104

Densidad y Riqueza especifica 104
(c) Jerarquía 109
(d) Similitud de Bray-Curtis 114
(e) Discusión 115

IV.7. Resultados del trabajo de campo (Macrofauna Bentónica) 118
IV.7.1. Zona de estudio (SAR-AP) 118
(a) Abundancia por grupos taxonómicos principales 121
(b) Relación del sustrato con la presencia de grupos taxonómicos 128
(c) Discusión 130
IV.7.2. Zona frente al “Sistema Arrecifal Veracruzano” 131
(a) Riqueza de especies 132
(b) Cobertura de los componentes macrobentónicos 135
(c) Índice de diversidad y equidad de la comunidad macrobentónica 136
(d) Comparación de la estructura y composición de la comunidad macrobentónica en la zona de estudio 137
(e) Identificación y comparación de los patrones estructurales de la comunidad bentónica 139
(f) Diferencias entre los factores establecidos 140
(g) Caracterización del hábitat 143
(h) Análisis hábitat conforme a la batimetría 154
(i) Discusión 158
IV.7.3. Avistamiento de fauna costera y marina 160
(a) Avistamientos 161
(b) Abundancia Relativa 165
(c) Discusión 166
IV.7.4. Inventario ictiofaunístico y especies en algún estatus de riesgo 169

IV.8. Recursos Pesqueros 173
IV.8.1. Sitios de pesca artesanal 173
IV.8.2. Condiciones de las pesquerías de escama más importantes 174
IV.8.3. Embarcaciones mayores durante 2021 175

IV.9. Diagnostico ambiental 179

Figuras

Figura IV.1 Regiones Marinas Prioritarias en las que incide el SAR y área del proyecto. 10
Figura IV.2 Ubicación de Arrecifes de coral conforme a CONABIO. 15
Figura IV.3. Perfil batimétrico; localización del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y trazo del ducto. 16
Figura IV.4 Playas de anidación de las tortugas lora y blanca en Veracruz. Como se observa, la mayoría de las áreas de anidación se encuentran en el norte del estado. Imágenes tomadas de https://www.naturalista.mx/taxa/73844-Lepidochelys-kempii y https://www.naturalista.mx/taxa/39659-Chelonia-mydas 22

Figura IV.5 Movimientos migratorios de ejemplares de tortuga lora marcados en diferentes áreas. Rancho Nuevo (Tamps), Veracruz, Isla Galveston (Texas), Isla Padre (Texas). En estas figuras se observa que los desplazamientos ocurren muy cerca de la costa, independientemente del sitio donde hayan sido marcadas. En esta figura se muestran las rutas migratorias de 7 hembras, algunas de las cuales se desplazan en las inmediaciones de la costa. Figura tomada de Gredzens y Shaver (2020). 25
Figura IV.6. Distribución especial de la sensibilidad ecológica de las tortugas para la tortuga carey (a) y la blanca (b). Los mapas c y d muestran la integración de tres estados: alimentación, agregación entre desove, y corredores migratorios. Figura tomada de Cuevas et al., 2019. 26
Figura IV.7. Distribución de “Hotspots” de tortugas marinas dentro del Golfo de México. Tomado y modificado del Atlas de línea base ambiental del Golfo de México (2021). 27
Figura IV.8. Distribución de “Hotspots” de cetáceos dentro del Golfo de México. Tomado y modificado del Atlas de línea base ambiental del Golfo de México (2021).....30
Figura IV.9. Croquis de ubicación del proyecto respecto a la plataforma continental. 32
Figura IV.10. Croquis de ubicación de los perfiles batimétricos. 33
Figura IV.11. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 1 del trazo del proyecto. 34
Figura IV.12. Perfil batimétrico transversal del segmento 1 del trazo del proyecto. 35
Figura IV.13. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 2 del trazo del proyecto. 36
Figura IV.14. Perfil batimétrico transversal del segmento 2 del trazo del proyecto. 37
Figura IV.15. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 3 del trazo del proyecto 38
Figura IV.16. Perfil batimétrico transversal del segmento 3 del trazo del proyecto. 39
Figura IV.17. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 4 del trazo del proyecto 40
Figura IV.18. Perfil batimétrico transversal del segmento 4 del trazo del proyecto 41
Figura IV.19. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 5 del trazo del proyecto. 42
Figura IV.20. Perfil batimétrico transversal del segmento 5 del trazo del proyecto. 43
Figura IV.21. Acercamiento del perfil batimétrico longitudinal del segmento 5 del trazo del proyecto.....44
Figura IV.22. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 6 del trazo del proyecto. 45
Figura IV.23. Perfil batimétrico transversal del segmento 6 del trazo del proyecto. 46
Figura IV.24. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 7 del trazo del proyecto. 47
Figura IV.25. Perfil batimétrico transversal del segmento 7 del trazo del proyecto. 48
Figura IV.26. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 8 del trazo del proyecto 49
Figura IV.27. Perfil batimétrico transversal del segmento 8 del trazo del proyecto. 50
Figura IV.28. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 9 del trazo del proyecto 51
Figura IV.29. Perfil batimétrico transversal del segmento 9 del trazo del proyecto. 52
Figura IV.30. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 10 del trazo del proyecto. 53
Figura IV.31. Perfil batimétrico transversal del segmento 10 del trazo del proyecto. 54
Figura IV.32. Perfil batimétrico completo de la sección norte. 55
Figura IV.33. Perfil batimétrico completo de la sección sur. 55
Figura IV.34. Perfil batimétrico del trazo del ducto. 56
Figura IV.35. Estaciones oceanográficas dentro del SAR Marino en el Golfo de México, comprendido desde Tamiahua, Veracruz hasta la desembocadura del rio Grijalva en Tabasco. 58
Figura IV.36. Localización de los puntos de muestreo. 63
Figura IV.37. Acercamiento de localización de puntos de muestreo. 64
Figura IV.38. Porcentajes de contribución a la riqueza de los fila observados. 70
Figura IV.39. Porcentajes de contribución a la abundancia de los fila observados.....71

Figura IV.40. Gráfico de distribución de abundancias de especies fitoplanctónicas. Los taxa nombrados como “Otros” presentaron abundancias menores a 1%. 72
Figura IV.41. Diagrama Olmsted-Tukey de las especies fitoplantónicas. (se incluye de manera anexa para mejor apreciación) 73
Figura IV.42. Distribución de la abundancia total del fitoplancton en la zona costera del Golfo de México para los tres niveles de muestreo. 74
Figura IV.43. Distribución de la riqueza a lo largo de la columna de agua. 75
Figura IV.44. Dendrograma de Similitud entre estaciones basado en la presencia-ausencia de especies. Gris: superficie; naranja: media columna; azul: fondo. 76
Figura IV.45. Gráfico NMDS. Ordenación de estaciones basada en la estructura de la comunidad de fitoplancton y su similitud. Superficie: gris, Medio: Naranja, Fondo: azul. Stress 0.34. 76
Figura IV.46. Biplot del ACP en el que se agregaron las especies fitoplanctónicas más importantes para diferenciar entre niveles de muestreo. 77
Figura IV.47. a) Karenia sp.1, b) Balechina coerulea, c) Amphora sp.3.; d) Diploneis chersonensis, e) Eucampia cornutai, f) Oxytoxum scolapax, g) Guinardia delicatula, h) Pseudo-nitzschia ep., i) Pleusrosigma sp.2, j) Hemiaulus haukii, k) Meuniera membranacea, l) Cylindrotheca closterium, m) Rhizosolenia sp. 80
Figura IV.48. Distribución de la biomasa zooplanctónica en el área de estudio. 82
Figura IV.49. Densidad relativa de los taxas del zooplancton registrados en cada zona. 89
Figura IV.50. Riqueza por zona: Norte = , Centro = y Sur = ; Densidad (org./100m^3) = ...89
Figura IV.51. Análisis Olmstead-Tukey de los taxas registrados del zooplancton. 90
Figura IV.52. Análisis Olmstead-Tukey de los taxas registrados en las tres zonas. 91
Figura IV.53. De izquierda a derecha: Biplot estaciones-variables ambientales y biplot taxas del zooplancton-variables ambientales. ▲=estaciones en zona norte, ▲=estaciones en zona centro, ▲=estaciones en zona sur, ●=taxas del zooplancton, Temp=temperatura, Sal=salinidad, pH=potencial de hidrógeno, Clor-a=clorofila-a y Bio=biomasa zooplanctónica. 93
Figura IV.54 Valores de Diversidad H'(bits/ind.), Equidad (J') y Dominancia (ʎ) que se registraron en cada una de las estaciones. Clasificación por zonas: Norte = , Centro = , Sur = ...94
Figura IV.55 Fotografías de los taxa que aportaron las mayores densidades en la comunidad de zooplancton. 98
Figura IV.56. Distribución espacial de la densidad de larvas de peces (marzo 2022). 106
Figura IV.57 Densidad y riqueza de ictioplancton por estaciones de muestreo. 107
Figura IV.58 Densidad y riqueza de ictioplancton por estaciones de muestreo. 108
Figura IV.59. Taxa con mayor densidad a) Bregmaceros cantori, b) Dormitator maculatus y c) Eleotridae Tipo I. 109
Figura IV.60. Jerarquización de los taxa de larvas de peces mediante el diagrama de Olmstead-Tukey. 109
Figura IV.61. Distribución espacial de la diversidad de larvas de peces en el transecto (marzo 2022). 111
Figura IV.62. Densidad y riqueza de ictioplancton por estaciones de muestreo. 112
Figura IV.63 Dendrograma por grupos de estaciones a partir del índice de Similitud de Bray-Curtis. 115
Figura IV.64 Abundancia relativa (%) por grupos principales de la macrofauna bentónica. 122
Figura IV.65 Abundancia relativa (%) de grupos principales por estaciones de muestreo 123
Figura IV.66. Densidad (ind./L) y riqueza de taxones por estación de muestreo. 125
Figura IV.67 Diagrama del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las estaciones de muestreo por ubicación en el perfil perpendicular a la costa, con superposición de la riqueza de taxones (S). 126

Figura IV.68 Diagrama del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) por transectos de muestreo, con superposición de la densidad promedio (N). 127
Figura IV.69 Relación de componentes macro bentónicos con tipo de sustratos y batimetría. 129
Figura IV.70 Cobertura promedio de los componentes macrobentónicos por sitio. 132
Figura IV.71 Riqueza especifica por sitio de muestreo. 133
Figura IV.72 Mapa de la cobertura promedio de los componentes macrobentónicos por sitio. 134
Figura IV.73 Cobertura promedio de los componentes macrobentónicos por sitio. Las barras de error representan la desviación estándar. 135
Figura IV.74 Valores de los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou de los componentes macrobentónicos por sitio. 136
Figura IV.75 Análisis nMDS de la comunidad macrobentónica de los sitios. 140
Figura IV.76 Análisis nMDS de la comunidad macrobentónica de los sitios clasificados con el factor grupo. 141
Figura IV.77 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC29, en donde se observa la ausencia de estructuras arrecifales. 144
Figura IV.78 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC30. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales. 145
Figura IV.79 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC31. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales 146
Figura IV.80 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC32. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales 147
Figura IV.81 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC33. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales 148
Figura IV.82 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC34. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales 149
Figura IV.83 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC35. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales 150
Figura IV.84 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC42. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales 151
Figura IV.85 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC32. 154
Figura IV.86 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC33. 155
Figura IV.87 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC34. 156
Figura IV.88 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC35. 157
Figura IV.89 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC36. 157
Figura IV.90 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC40. 158
Figura IV.91 Distribución de Stichopathes lutkeni 159
Figura IV.92 Delfín moteado del Atlántico (Stenella frontalis) registrado durante el avistamiento DSFAV05. 161
Figura IV.93 Juvenil de delfín moteado del Atlántico (Stenella frontalis) registrado durante el avistamiento DSFAV04 162
Figura IV.94. Interacción de avistamiento DSFAV05 durante las operaciones de arrastre para la colecta de muestras de zooplancton y fitoplancton. 162
Figura IV.95 Delfín nariz de botella (Tursiops truncaus) registrado durante el avistamiento DTTAV02. 163
Figura IV.96. Avistamiento TLKAV01 correspondiente la especie de tortuga amarilla (Lepidochelys kempii) registrada durante la campaña oceanográfica. 164

Figura IV.97. Avistamientos de mamíferos y tortugas marinas dentro del SAR Marino durante la campaña oceanográfica. 165
Figura IV.98. Zonación de la pesca ribereña en la costa de Veracruz. Mapa de Reyna-González et al. (2019). 174
Figura IV.99. Registros de posición de 92 viajes de barcos palangreros y arrastreros que en algún momento se registraron en el área de interés en 2021, en el SAR Marino (Arriba) y en el puerto de Veracruz (Abajo)....177
Figura IV.100. Registros de la posición de 4 viajes de barcos que se detectaron en el área de interés. En la columna derecha se muestra la trayectoria total, y en la izquierda los registros en el área de interés (19.15- 19.26 °N; 95.73-95.85 °O). El diámetro del círculo indica la frecuencia....179
Figura IV.101. Actividades antrópicas que inciden en el SAR. 181
Figura IV.102. Velocidad de la corriente en el SAR. 183
Figura IV.103. Perfiles longitudinales a lo largo del tramo del proyecto, considerando el tipo de sedimentos. 184
Figura IV.104. Perfil longitudinal del trazo del proyecto frente al PNSAV. 185
Figura IV.105. Batimetría frente al tramo del arrecife Veracruzano, conforme al punto de muestreo BDC 36. 186
Figura IV.106. Batimetría frente al tramo del arrecife Veracruzano, conforme al punto de muestreo BDC 33. 186
Figura IV.107. Ubicación espacial de arrecifes de coral respecto al trazo del proyecto. 189
Figura IV.108. Perfil batimétrico en donde se observa la ubicación del ducto en una isobata diferente a la de la zona arrecifal PNSAV. 190
Figura IV.109. Ubicación espacial de los avistamientos de tortugas marinas y mamíferos marinos. 191
Figura IV.110. Ubicación de los hotspot de tortugas marinas. 192
Figura IV.111. Ubicación espacial de los avistamientos de tortugas marinas y mamíferos marinos 193
Figura IV.112. Perfil batimétrico completo de la sección norte. 195
Figura IV.113. Perfil batimétrico completo de la sección sur. 195
Figura IV.114. Perfil batimétrico del trazo del ducto. 196
Figura IV.115. Relación del perfil batimétrico, tipo de sustrato y abundancia de fauna bentónica. 203

Tablas

Tabla IV.1. Coordenadas de las estaciones de muestreo. 58
Tabla IV.2. Coordenadas de los sitios de muestreo. 62
Tabla IV.3. Índices de diversidad de las estaciones durante la Campaña Oceanográfica por cada nivel de profundidad. 66
Tabla IV.4. Biomasa zooplanctónica registrada en los arrastres realizados. 81
Tabla IV.5. Listado sistemático de los grupos del zooplancton determinados. 82
Tabla IV.6. Resumen del análisis de correspondencias canónica. 91
Tabla IV.7. Valores promedio de los índices de Equidad (J') Diversidad (H') dominancia (ʎ) 93
Tabla IV.8. Valores de la riqueza taxonómica total del ictioplancton registrada en el SAR y por zonas. 99
Tabla IV.9. Listado taxonómico de las especies de ictiopancton registradas. 100
Tabla IV.10. Índices ecológicos de la comunidad Ictioplanctónica por estación en cada zona del SAR. 105
Tabla IV.11. Índices ecológicos promedio del Ictioplancton en el SAR (marzo 2022). 108

Tabla IV.12. Jerarquización de los taxa de acuerdo con la prueba de Olmstead-Tuckey. Dominantes (D), Constantes (C), Ocasionales (O), Raros (R), y nombre común de los taxa registrados. 110
Tabla IV.13. Índices ecológicos de la comunidad Ictioplanctónica por estación. 112
Tabla IV.14. Índices ecológicos promedio del Ictioplancton. 113
Tabla IV.15. Índices ecológicos promedio por grupo de estaciones del análisis de similitud. 115
Tabla IV.16. Lista taxonómica de la macrofauna bentónica registrada en las 30 estaciones de muestreo. 119
Tabla IV.17. Índices de diversidad, por estaciones de muestreo. 123
Tabla IV.18. Prueba Post hoc de rangos múltiples para la cobertura macrobentónica. 137
Tabla IV.19. Prueba Post hoc de rangos múltiples para la riqueza especifica. 138
Tabla IV.20. Prueba ANOSIM pareada para el factor “Grupos”. 141
Tabla IV.21. Contribución de los componentes macrobentónicos en la conformación de los grupos identificados de acuerdo con el análisis SIMPER. 142
Tabla IV.22. Lista faunística y coberturas promedio por sitio de muestreo. 153
Tabla IV.23. Esfuerzo total y concentrado de las condiciones ambientales registradas durante la observación de fauna marina. 160
Tabla IV.24.. Concentrado de avistamientos de mamíferos y tortugas marinas durante la campaña oceanográfica. 164
Tabla IV.25. Abundancia relativa de fauna marina registrada durante la campaña oceanográfica. 166
Tabla IV.26. Órdenes y especies de peces cartilaginosos (Chondrichthyes) y óseos (Actinopterygii) de la zona costera y nerítica. 169
Tabla IV.27. Especies de peces cartilaginosos incluidas en la NOM 059 SEMARNAT-2010. 171
Tabla IV.28. Especies endémicas del Golfo de México. C: Chondrichthyes (peces cartilaginosos); A: Actinopterygii (peces óseos con aletas con radios). Se incluye el área donde se distribuyen y su hábitat. 172
Tabla IV.29. Sitios de pesca ubicados en los diferentes estratos de profundidad de las localidades donde se asientan los pescadores artesanales. Información de Reyna-González et al. (2019). 173
Tabla IV.30. Algunas características y condiciones de las pesquerías más importantes, según la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2018). 174
Tabla IV.31. Posiciones de los barcos registradas entre las coordenadas 19.1503-19.2675 °N y 95.734-95.840 °O, en 108 viajes. En negritas se destacan los barcos que, por su velocidad, posiblemente estaban tendiendo o recogiendo los palangres, el resto estaban transitando por la zona. 175

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

IV.1. APARTADO BIÓTICO

Con el fin de contar con información específica que permita describir de manera coherente y objetiva la estructura de los ecosistemas, su funcionamiento y el grado de conservación de los componentes ambientales dentro del SAR y área del proyecto, tal y como lo establece el Reglamento de La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) en su artículo 13, fracción IV, se realizó la revisión de diversas fuentes bibliográficas, así como bases de datos especializadas en biodiversidad, tales como: Global Biodiversity Information Facility (Gbif), Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) y Naturalista (CONABIO). En complemento a lo anterior, mediante el trabajo de campo, se determinaron los componentes ambientales, en particular las especies de flora y fauna que están presentes dentro del SAR y área del proyecto.

Asimismo, fueron consultadas las diferentes bases de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), con el fin de identificar si el proyecto y SAR tendrían incidencia sobre algún área de importancia para la biodiversidad.

Es importante señalar que dentro del capítulo se incorporan diversas figuras y tablas, las cuales, para mejor apreciación se incluyen en anexo digital.

IV.2. Regiones Prioritarias para la conservación de la Biodiversidad

Como fue referido dentro del apartado abiótico de este capítulo, el proyecto pretende su desarrollo únicamente en ecosistema marino, por lo que las áreas de importancia ecológica establecidas por la CONABIO que fueron consideradas, y en las que el proyecto por su desarrollo pudiese tener incidencia, corresponden a las marinas. En este sentido, a continuación, se realiza un análisis para estas Regiones Marinas Prioritarias.

Como se puede apreciar en la siguiente figura, misma que se anexa para mayor detalle, tanto el SAR, como el proyecto, de manera conjunta o individual inciden dentro de las RMP

denominadas **Pueblo Viejo-Tamiahua, Tecolutla, Laguna Verde Antón Lizardo, Sistema Lagunar de Alvarado, Los Tuxtlas, Delta del Rio Coatzacoalcos** y **Pantanos de Centla Laguna de Términos**.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.1 Regiones Marinas Prioritarias en las que incide el SAR y área del proyecto.

A continuación, se hace una descripción de cada una de las RMP en las que el proyecto y/o SAR tendrían incidencia. Siendo importante resaltar, que únicamente para la **RMP Pueblo Viejo – Tamiahua,** la incidencia está dada por una superficie del SAR, y no por el desplante del proyecto.

- La **RMP Pueblo Viejo – Tamiahua**, corresponde al límite sur de la distribución de vegetación de dunas costeras con elementos templados, y en esta se encuentran lagunas costeras, playas, arrecifes, marismas, esteros y pantanos ecosistemas que en ningún momento se verán afectados por el desarrollo del proyecto, puesto que se encuentra fuera de esta RMP. Entre la diversidad que alberga resaltan los moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves y mamíferos, así como manglares y fanerógamas. Parte de su importancia radica en que es una zona de anidación, migración y reproducción de tortugas, aves y peces (atún, sierra).

En cuanto a las problemáticas destacan las siguientes: alteraciones que de manera histórica se han llevado a cabo y han contaminado, y perturbado, las condiciones ambientales promoviendo la eutroficación de las lagunas costeras y manglares; la contaminación generada por descargas de agua dulce, arrastres, hidrocarburos, basura, desechos sólidos, aguas residuales, agroquímicos, fertilizantes, descargas termales (salobres e industriales); dragados y actividades industriales. Condiciones que no se verían incrementadas por el desarrollo del proyecto, ya que se encuentra fuera de esta RMP.

- La **RMP Tecolutla**, presenta vegetación con una alta integridad ecológica (manglar, humedales, dunas), así como de biodiversidad de crustáceos, peces, tortugas, aves migratorias, tulares, manglares y halófitas; con endemismos en peces, además de zona de reproducción y alimentación de tursiones y de reproducción de tortugas.

  Entre las problemáticas a las que se encuentra sujeta esta RMP, se encuentra la modificación del entorno por actividades de desforestación, modificación de la vegetación, desecación de ríos y mantos freáticos y contaminación con agroquímicos.

  En este sentido, es importante reiterar que el proyecto incidiría únicamente en zona marina por lo que su ejecución no implicará acciones de deforestación, desecación de ríos o mantos freáticos. Por otra parte, los sitios de reproducción de tortugas serían en la zona de playa del municipio de Tecolutla; sin embargo, el proyecto **no** tendrá incidencia en este municipio por lo cual no se afectarían, en caso de existir, sitios de alimentación o reproducción de tortugas marinas. Considerando lo anterior, se puede asegurar que con el desarrollo del proyecto no se incrementarían las problemáticas ya referidas.

- La **RMP Laguna Verde Antón Lizardo**, cuenta con lagunas con vegetación conservada (humedales), zonas oceánicas, marismas, esteros, bahías, y una amplia biodiversidad en moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, así como manglares, tulares, carrizales y popales. Condiciones que se presentan en prácticamente todas las RMP del Golfo de México.

  Entre sus problemáticas resaltan la tala de manglar, el dragado, la alteración de cuencas con cambios hidrológicos e influencias de la planta nucleoeléctrica, la contaminación por petróleo, aguas residuales, agroquímicos, fertilizantes, desechos

industriales y aguas negras, la presión del sector pesquero sobre el ostión y robalo, y del sector turístico sobre arrecifes coralinos.

En lo que hace al proyecto, de llevarse a cabo su ejecución, este no pondría en riesgo las características o funcionamiento de la **RMP Laguna Verde Antón Lizardo**, porque al ser un gasoducto lastrado en el fondo marino no implicaría acciones que generen cambios en los patrones hidrológicos, tampoco incidiría en ecosistemas de manglar, sitios de reproducción y alevinaje, o arrecifes de coral. Por otro lado, derivado de su naturaleza no se prevén descargas de agroquímicos, fertilizantes, petróleo, aguas residuales, que pudiesen incrementar las presiones a las que se encuentra sujeta esta RMP.

- Para el caso de la **RMP Sistema Lagunar de Alvarado**, su importancia radica en lagunas, pantanos, ríos, zona oceánica, marismas, esteros, dunas costeras, área de filtración por humedales y alto drenaje de agua hacia el Golfo.

  Entre la riqueza ambiental que se puede encontrar en esta RMP están los equinodermos, moluscos, poliquetos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, tulares, carrizales y popales. Muchos peces usan las lagunas para reproducción, y existe migración de camarones.

  Respecto a las problemáticas ambientales se tiene la tala de manglar, el incremento de la erosión y acarreo de sedimentos, daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, contaminación por desechos sólidos, agroquímicos y fertilizantes, contaminantes industriales y de ingenios azucareros, presión del sector pesquero sobre el camarón y el robalo, pesca intensiva no controlada, uso de artes de pesca prohibidos y la introducción de especies (tilapia).

  Considerando que el proyecto corresponde a la instalación de un gasoducto lastrado en el fondo marino, no acentuará las problemáticas de la zona terrestre, y en cuanto a las problemáticas en área marina, referidas a aspectos pesqueros, tampoco las acentuará puesto que su objetivo no es la pesquería.

- La **RMP Los Tuxtlas** es una región que se caracteriza por acantilados, lagunas costeras, humedales, dunas y arrecifes. En cuanto a diversidad corresponde, presenta una alta diversidad en fitoplancton, zooplancton, crustáceos, peces, manglares, pastos marinos y corales.

De lo anterior, es importante resaltar que el proyecto no incidirá ni en arrecifes de coral ni en pastos marinos, o sitios de reproducción de especies de peces. El ducto pretende ser tendido en sitios en donde dominan las arenas, carentes de estructuras arrecifales y en donde las condiciones ambientales (penetración de luz, corrientes marinas, profundidad) limitan el desarrollo de arrecifes coralinos.

- De la **RMP Delta del Rio Coatzacoalcos**, su diversidad radica en poliquetos, moluscos, peces, aves residentes y migratorias en los humedales, manatí y la presencia de manglares. Entre sus principales problemáticas se encuentran la modificación del entorno por la tala de manglar, la instalación de terminales marítimas petroleras y la contaminación por desechos urbanos e industriales (Arriaga et al., 1998).

  Considerando lo anterior, y que el proyecto se pretende desarrollar en zona marina este no afectaría humedales o sitios de aves residentes y migratorias. Asimismo, tampoco representa una barrera física que limite el libre tránsito de fauna, al ir lastrado en el fondo marino.

  Por otro lado, el proyecto no contempla el desplante de una terminal petrolera, constando solo de un ducto para el transporte de gas natural y no considera la generación de descargas de tipo industriales que pudieran incrementar la contaminación en la RMP; esto debido a que las embarcaciones que serán contratadas para la instalación y tendido del ducto cumplirán con los protocolos que le establezca la Secretaria de Marina y la ASIPONA para el manejo y disposición de los residuos e igualmente cumplirán con los lineamientos del Convenio de MARPOL.

  Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto de ser autorizado no afectara la integridad funcional o funcionamiento de la RMP "Delta del Rio Coatzacoalcos"

- La **RMP "Pantanos de Centla Laguna de Términos"** cuenta con lagunas, playas, dunas, pastos marinos, esteros, islas. La zona en donde se ubica representa el aporte hídrico más importante en México, del continente a la costa.

  Presenta una alta diversidad de moluscos, poliquetos, crustáceos, insectos, peces, reptiles, aves, mamíferos marinos y algas, que se distribuyen en ecosistemas de manglares, selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales, palmar inundable, matorral espinoso inundable. Asimismo, representa una zona de refugio,

alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manatí, mamíferos e invertebrados.

En lo que a sus problemáticas corresponde, se tiene contaminación por desechos, aguas residuales y agroquímicos, modificación del entorno por deforestación, tala de manglar, relleno de áreas inundables, desvío de cauces, descargas de agua dulce, daño por embarcaciones, afectaciones a la biodiversidad por actividades pesqueras, agrícolas, pecuarias y ecoturísticas, así como la introducción de especies.

Cabe mencionar que dentro de dicha RMP se tiene una alta incidencia de las actividades antrópicas que se han desarrollado de manera histórica en la zona, así como por las actividades pesqueras intensivas y actividades cinegéticas mismas que inciden en la conservación y distribución de los componentes bióticos.

Considerando lo anterior, es importante reiterar que el proyecto se pretende desarrollar dentro de la zona marina y consiste únicamente en la instalación de un ducto en el fondo marino para el transporte de gas natural. Además, se tiene que el proyecto no pretende generar contaminación por desechos, aguas residuales y agroquímicos; por el contrario, considera el cumplimiento de los protocolos que le establezca la SEMAR y ASIPONA para el manejo de residuos. Finalmente, su desarrollo no considera actividades pesqueras, introducción de especies y mucho menos tala de manglar, relleno de áreas inundables o desvío de cauces.

En este sentido, considerando los argumentos anteriores se puede asegurar que el desarrollo del proyecto no abonaría a las problemáticas de las RMP´s, y no compromete su funcionalidad o condiciones ambientales.

Por otro lado, se revisaron las zonas arrecifales identificadas por CONABIO e INEGI para el Golfo de México. En este sentido, tal y como se muestra en la siguiente imagen, el trazo del proyecto no incide en ningún arrecife de coral, encontrándose los más cercanos a más de 6 km; estos corresponden al **Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan** (al norte) y al **Sistema Arrecifal Veracruzano** (al sur).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

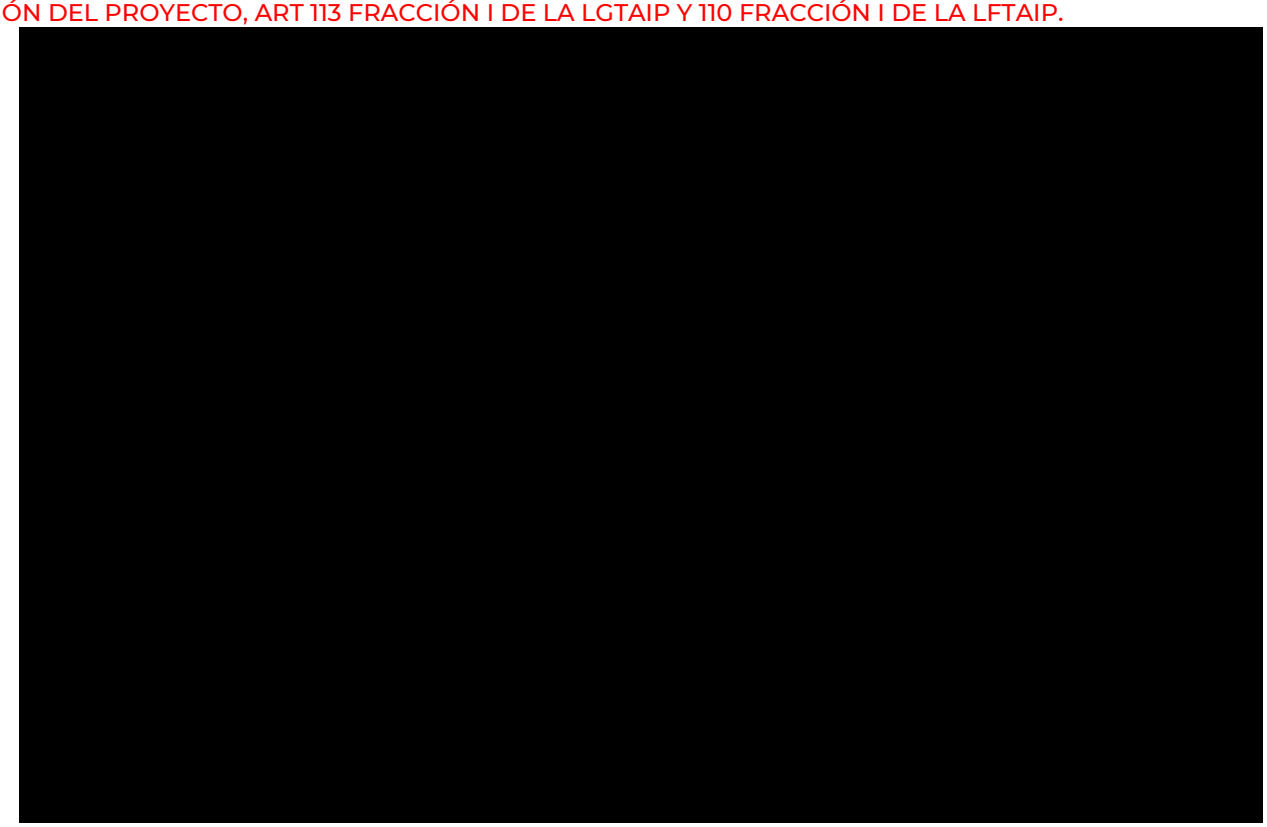


Figura IV.2 Ubicación de Arrecifes de coral conforme a CONABIO.

Mediante la siguiente imagen se muestra el perfil batimétrico perpendicular al trazo del ducto, en su zona más cercana con los límites decretados para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), mas no con la ubicación de los arrecifes. En dicho perfil se muestra, que el sitio, por donde se proyecta el cruce del ducto presenta una profundidad de 100 m, mientras que el límite del PNSAV, en su punto más cercano al ducto presenta una profundidad de 48 m, con una pendiente media entre los dos puntos de 0.88° (1.52%).

Cabe puntualizar que la distancia referida en la siguiente figura corresponde a la existente entre la pretendida ubicación del ducto y el límite de la poligonal decretada como PNSAV, mas no corresponde a ubicación física de los arrecifes de coral, la cual se evidencio en la imagen anterior que está a 6 o más km del ducto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.3. Perfil batimétrico; localización del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y trazo del ducto.

Como se evidencio en la imagen anterior, la batimetría del Parque Nacional presenta profundidades someras que no rebasan los 70 metros (planicie costera).

Por otro lado, se tiene que conforme al Programa de Manejo del PNSAV se indica que "*es uno de los parques nacionales con características marinas más reconocidos en México por su ubicación, estructura, resiliencia y biodiversidad. Está integrado por al menos 45 arrecifes, de los cuales algunos presentan lagunas arrecifales con pastos marinos, playas, bajos, islas o cayos. Se ubican en la porción interna de la plataforma continental en el Golfo de México y se elevan desde profundidades cercanas a los 40 metros. Se han desarrollado sobre un banco de restos bioclásticos calcáreos de materiales coralinos pertenecientes al Pleistoceno Reciente y están divididos en dos áreas geográficamente separadas por la pluma de sedimentos del río Jamapa. Los arrecifes costeros presentan una cobertura muy baja de corales escleractineos; se encuentran a una*

profundidad máxima de 12 metros y tienen grandes cantidades de sedimentos depositados y suspendidos".

Cabe mencionar que el PNSAV tiene como principal característica la presencia de arrecifes coralinos con un alta resiliencia, característica que los hace únicos en el Atlántico occidental. La cercanía de la zona costera y la gran cantidad de ríos cercanos crean condiciones en las que los arrecifes normalmente no se desarrollan de manera exitosa.

Por otro lado, se tiene que los arrecifes que están más cercanos a la costa, como isla de Enmedio y El Rizo, presentan una ladera expuesta relativamente bien desarrollada, pero la ladera del arrecife posterior comprende principalmente cabezas de coral dispersas en un fondo arenoso. Los arrecifes restantes, ubicados cerca de la costa, también se encuentran relativamente bien desarrollados en la porción expuesta, pero el talud posterior está pobremente desarrollado, con muy poco coral.

Asimismo, se tiene que la principal característica física común de los arrecifes del PNSAV es su forma alargada que se debe a la dirección de llegada de las olas, aunque en algunos se observa una media circunferencia. Otro rasgo destacado es su posición con la porción más ancha hacia el sureste y con el borde coralino hacia el oeste, paralelamente a las curvas de nivel de fondo y a las crestas de las olas dominantes, sobresaliendo muy poco del nivel del mar, en comparación con el borde coralino del lado noreste-este, que sobresale en forma más aparente. Al parecer, la base de estos arrecifes es un talud residual cóncavo que casi alcanza un ángulo de ocho grados. Cabe mencionar que dentro del PNSAV se han descrito dos tipos de arrecifes de coral: costeros y de plataforma. En los de plataforma es posible reconocer las siguientes zonas estructurales:

a) Arrecife posterior: zona protegida con poco movimiento de agua y oleaje de baja energía.

b) Arrecife anterior: zona expuesta al oleaje, con movimiento constante de agua y oleaje de alta energía.

c) Laguna arrecifal: zona protegida poco profunda, con reducido movimiento de agua e intensidad luminosa elevada.

d) Cresta arrecifal: es la cima del arrecife y soporta la máxima energía del oleaje, que en general es muy alta, sobre todo en la época de "nortes".

Este patrón es el resultado combinado de los efectos del viento, el oleaje, las corrientes y la sedimentación.

Por otro lado, se tiene que el PNSAV está sujeto al efecto recurrente de los "nortes" y huracanes que todos los años ocurren en esta zona del país. Referente a las contingencias de origen antropogénico son los derrames de hidrocarburos y descargas de aguas residuales.

En lo que a biodiversidad corresponde, se tiene que dentro del PNSAV es elevada, reportándose una gran cantidad de especies que se encuentran listadas en Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, entre las que resaltan:

- corales cuerno de alce (*Acropora palmata*) y cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*), coral blando o abanico de mar (*Plexaura homomalla*) y coral blando o abanico de mar (*Plexaurella dichotoma*);

- tortugas marinas - tortuga marina verde del Atlántico, tortuga blanca (Chelonia mydas), tortuga marina escamosa del Atlántico, tortuga lora (Lepidochelys kempii), tortuga marina caguama (Caretta caretta), tortuga marina de carey (Eretmochelys imbricata) y tortuga marina laúd (Dermochelys coriacea).

Cabe mencionar, que durante los trabajos de campo dentro del trazo del proyecto no se registró ninguna de las especies referidas.

Finalmente se tiene que los sistemas arrecifales son ecosistemas sensibles a las variaciones de los factores físicos, químicos y biológicos que se presenten en su entorno. Estas variaciones, dependiendo de su magnitud y duración, provocan cambios en las características del sistema. Entre estos factores se encuentran transparencia, temperatura, salinidad, terrígenos dispersos, concentración de oxígeno, vientos, corrientes, aporte de aguas, tanto neríticas como epicontinentales; y las actividades antropogénicas. Características ambientales que no se verán modificadas por el desarrollo del proyecto.

Entre la problemática que se ha detectado dentro del PNSAV es la presencia de tres especies invasoras el coral de copa naranja (*Tubastrea coccinea*), el pez león (*Pterois spp*.) y la medusa (*Phyllorhiza punctata*), a la vez que existe, en particular a través del río Jamapa, la descarga de agua con altos contenidos de materia orgánica. La actividad pesquera también parece estar afectando de manera adversa la biodiversidad de los arrecifes. El crecimiento urbano e industrial en la costa de Veracruz puede agudizar los problemas de contaminación con materia orgánica y la modificación de los patrones de sedimentación por un potencial aporte de sedimentos. De lo anterior, es importante resaltar que la ejecución del proyecto no se asocia dichas actividades, es decir no abona a las principales problemáticas detectadas para el PNSAV.

Una vez identificadas las Regiones Marinas Prioritarias, así como los arrecifes de coral en los que el proyecto pudiese tener incidencia, a continuación, se presenta la caracterización de los componentes bióticos marinos presentes dentro del SAR y área del proyecto, esto mediante información bibliográfica y muestreos en campo.

IV.3. Revisión bibliográfica y de bases de datos de los componentes ambientales dentro del SAR

Como parte de la descripción bibliográfica, se revisaron las bases de datos como Global Biodiversity Information Facility (Gbif), mediante la cual se obtuvo un listado de los registros de especies, tanto de flora como de fauna marina, que se tienen dentro del SAR. Cabe mencionar, que dichos registros representan datos históricos de la zona en distintas temporalidades; es decir, corresponden a una fuente de información veraz, confiable y objetiva.

Sin embargo, hay que hacer notar que dada la gran superficie del SAR, el número de especies que han sido reportadas para esta área es elevada; sin embargo su distribución en la mayor parte de los casos se limita a una porción relativamente pequeña del SAR, la cual a su vez, supera la superficie que ocupará el proyecto y las áreas que pudiera afectar.

IV.3.1. Registros bibliográficos de Flora Marina

Para flora marina se obtuvo un registro **bibliográfico** de cuatro clases, 14 órdenes, 51 géneros y 73 especies.

La clase que presento mayor número de registros fue Liliopsida (140), seguido de Florideophyceae (102), Ulvophyceae y finalmente Compsopogonophyceae. En lo que a orden corresponde, los más conspicuos en cuanto al número de registros fueron Alismatales seguido de Corallinales y finalmente Bryopsidales.

Referente al género el más representativo fue el de Thalassia con la especie *Thalassia testudinum* con el mayor número de registros (74). Entre las características de esta especie, mejor conocida como hierba de tortuga, destaca la formación de praderas en lugares arenosos o

fangosos, poco profundos y con iluminación intensa[1], características y condiciones que **no** prevalecen dentro del trazo del proyecto.

De manera anexa, se incluye el listado pormenorizado de los registros **bibliográficos** correspondientes a flora marina dentro del SAR.

IV.3.2. Registros bibliográficos de Fauna Marina

Para fauna marina se obtuvo un registro de 25 clases, 134 órdenes, 939 géneros y 1,523 especies.

La clase que presento mayor número de registros fue Actinopterygii (21,299), seguido de Anthozoa (8,575) y Demospongiae (2,483). El resto de las clases tuvo registros menores a 2,000.

En lo que a orden corresponde, los más conspicuos en cuanto al número de registros fue Perciformes seguido de Scleractinia. Referente al género el más representativo fue el de Stegastes.

La especie con el mayor número de registros fue *Siderastrea radians* (1,535), mejor conocida como coral estrella de aguas poco profundas. La distribución del coral estrella de aguas poco profundas va desde Florida hasta el Caribe, incluyendo todo el Golfo de México.

Es un coral de crecimiento incrustante, con colonias relativamente pequeñas (hasta 30 cm); son muy comunes desde la línea de marea baja hasta profundidades de 30 m, pueden tolerar condiciones de marejadas, alta sedimentación y fluctuaciones de temperatura. De lo anterior, es importante mencionar que la mayor superficie de ocupación del ducto corresponde a zonas con profundidades mayores a los 30 m, en tanto a las zonas de menor profundidad y que corresponden al ingreso a zona terrestre, se llevaría a cabo mediante el método de *direct pipe*, por lo que no se tendría ningún tipo de afectación a los organismos que se encuentran en zonas someras.

De manera anexa, se incluye el listado pormenorizado de los registros **bibliográficos** correspondientes a fauna marina dentro del SAR.

[1] https://enciclovida.mx/especies/161275-thalassia-testudinum

IV.3.2.1. Tortugas marinas

El siguiente apartado tiene como finalidad el plantear una caracterización general sobre los registros conductuales registrados para las tortugas marinas dentro del Golfo de México. Sin embargo, es importante reiterar que derivado de la naturaleza del proyecto, métodos constructivos y ubicación, la interacción se considera de tipo temporal y circunstancial. Es decir, considerado que el proyecto corresponde a la instalación de un ducto en el fondo marino, y en donde su entrada a zona terrestre será mediante el método "*direct pipe*" (Capítulo II), no representa un riesgo o afectación a sitios de anidación o rutas migratorias, siendo que la única interacción posible se daría de manera temporal durante la instalación del ducto por el uso de barcazas (etapa constructiva).

Una vez referido lo anterior, se presenta la siguiente información.

En cuanto a Tabasco, la bibliografía no reporta playas de anidación de tortugas.

Para el estado de Veracruz, la bibliografía reporta en algunas playas la anidación de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), blanca (*Chelonia mydas*), y carey (*Eretmochelys imbrata*). Esporádicamente se han detectado nidos de las tortugas caguama (*Caretta caretta*) y laúd (*Dermochelys coriacea*). Todas las especies se encuentran en categoría de En peligro de extinción (P) según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

En lo que a la tortuga lora corresponde, y de la cual se tuvo un avistamiento durante los muestreos, es endémica del Golfo de México y aunque los ejemplares jóvenes se dispersan ampliamente, incluyendo a la costa oriental de EE. UU., los adultos se alimentan y reproducen en este cuerpo de agua (Golfo de México).

Las tortugas blanca y caguama, son menos comunes en esta región ya que se reproducen principalmente en las costas de la península de Yucatán y se desplazan principalmente por el mar Caribe y las Islas Antillas. La tortuga carey, por otro lado, es rara en Veracruz ya que desova principalmente en Campeche y Yucatán.

Cabe señalar que en el estado de Veracruz existen alrededor de 19 campamentos que se encuentran desde Tuxpan hasta Coatzacoalcos (Bravo, 2014,). Hacia la zona norte-centro hay 13, distribuidos en playas de anidación de los municipios de Tuxpan, Cazones, de Herrera, Tecolutla, Nautla, Vega de Alatorre y Nautla. En esta región, destaca Lechuguillas, playa que es considerada

como Índice para la anidación de tortuga blanca por la CONANP (SEMARNAT, 2018)[2]. Cabe mencionar, que de esta última el trazo del ducto en zona marina se ubica a más de 17 km y a 150 km del ingreso a zona terrestre.

En la zona sur, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a través de la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, han instalado campamentos en las playas de Punta Puntilla (municipio de Ángel R. Cabada), el Salado y los Arrecifes (municipio de Mecayapan), Capulteolt (municipio de Catemaco), Zapotitlán y Peña Hermosa (municipio de Tatahuicapan de Juárez) y Agua Dulce (municipio de Lerdo de Tejada). Este último se instaló en 2017, para proteger a las tortugas lora y blanca que anidan desde abril hasta noviembre.

Mediante las siguientes figuras se muestran las playas de anidación de tortuga lora y blanca.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.4 Playas de anidación de las tortugas lora y blanca en Veracruz. Como se observa, la mayoría de las áreas de anidación se encuentran en el norte del estado. Imágenes tomadas de https://www.naturalista.mx/taxa/73844-Lepidochelys-kempii y https://www.naturalista.mx/taxa/39659-Chelonia-mydas.

[2] Documento disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/471546/PACE_Tortuga_Verde_VF.pdf. Consultado el 8 de abril de 2022.

(a) Sitios de anidación

La principal área de anidación de la tortuga lora se ubica en la parte media de Tamaulipas, desde La Pesca hasta Barra del Tordo, aunque también desovan en Altamira y las playas de Tampico, así como en Isla del Padre y la Isla Galveston en Texas, Lechuguilla y El Raudal en Veracruz, y de manera esporádica en Chachalacas, El Callejón del Pájaro y Cangrejo, los campamentos de la Reserva de los Tuxtlas y Agua Dulce en Veracruz e Isla Aguada en Campeche (Anónimo, 2015).

De lo referido en el párrafo anterior, es importante señalar que el proyecto no tendría incidencia en ninguna de las playas referidas. Asimismo, el método constructivo que se pretende emplear (direct pipe), evita cualquier afectación a zona de playa.

Referente a la tortuga blanca, esta desova desde las costas de Tamaulipas hasta las de Quintana Roo; sin embargo, la mayor parte ocurre en la parte norte-centro de Veracruz y en las costas de la península de Yucatán.

La anidación de la caguama ha sido muy escasa en esta área del Golfo de México.

La tortuga carey desova principalmente en Campeche (Isla Aguada, Chenkan, Punta Xen) y Yucatán (El Cuyo-Las Coloradas), en tanto que en Veracruz hay algunos reportes en los campamentos del norte-centro del estado. La mayor cantidad de nidos se ha registrado en la RB de Los Tuxtlas, en particular en Los Arrecifes y Zapotitlán, donde se han detectado algunas decenas de nidos. De lo anterior, es importante resaltar que el proyecto no incide en dichas zonas de playa por lo que no representa un riesgo para el arribo de las tortugas.

Por otro lado, se tiene que entre las amenazas que enfrentan estos organismos se encuentra la pesca (arrastre, redes de enmalle de fondo, palangres, líneas), la depredación, la contaminación y los desechos marinos, el cambio climático, las alteraciones de los ecosistemas, las catástrofes naturales, las toxinas y los derrames de petróleo, entre otros.

Finalmente, se tiene que el proyecto no abonaría a las problemáticas identificadas, toda vez que este no implica actividades de pesca, depredación, contaminación o altera los ecosistemas marinos. Por el contrario, durante su proceso constructivo pretende la implementación de técnicas ambientalmente viables, incluyendo el ahuyentamiento mediante las cuales se reducen los impactos a los componentes ambientales.

(b) Rutas migratorias

De acuerdo con la bibliografía, se identifica que las migraciones se realizan cerca de la costa, en aguas cuya profundidad es menor a 50 m y el desplazamiento es relativamente rápido entre las zonas de reproducción y alimentación (y viceversa). Los quelonios son animales suelen ser muy fieles a sus áreas de alimentación donde permanecen durante varios meses. En relación con los desplazamientos de crías y jóvenes, se presume que las crías son trasladadas por las corrientes oceánicas una vez que dejan la playa de nacimiento las cuales las dispersan por el norte del Golfo de México y en el Océano Atlántico, principalmente, debido al patrón imperante durante el verano (hacia el norte). Los animales aparentemente duran 2 años en las corrientes oceánicas antes de retornar a la costa, durante esta etapa pueden permanecer en el norte y oeste del Golfo de México o ser trasladados hacia el Atlántico. Los jóvenes presumiblemente habitan en las zonas costeras del norte del Golfo y la costa atlántica estadounidense. Es decir, la mayoría de los movimientos migratorios tienden a llevarse a cabo al norte del Golfo de México, orientación contraria a la propuesta de ubicación del proyecto.

Las rutas migratorias de la tortuga blanca y carey dentro del Golfo de México son menos conocidas, pero el análisis de la distribución espacial de la sensibilidad ecológica (Cuevas et al., 2019) muestra que las áreas críticas para el desarrollo de esta especie durante la reproducción, alimentación y los movimientos migratorios se encuentran en la península de Yucatán y entre Tecolutla y Sontecomapan (ver siguiente figura).



Figura IV.5 Movimientos migratorios de ejemplares de tortuga lora marcados en diferentes áreas. Rancho Nuevo (Tamps.), Veracruz, Isla Galveston (Texas), Isla Padre (Texas). En estas figuras se observa que los desplazamientos ocurren muy cerca de la costa, independientemente del sitio donde hayan sido marcadas. En esta figura se muestran las rutas migratorias de 7 hembras, algunas de las cuales se desplazan en las inmediaciones de la costa. Figura tomada de Gredzens y Shaver (2020).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.6. Distribución especial de la sensibilidad ecológica de las tortugas para la tortuga carey (a) y la blanca (b). Los mapas c y d muestran la integración de tres estados: alimentación, agregación entre desove, y corredores migratorios. Figura tomada de Cuevas et al., 2019.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Sumado a lo anterior, mediante la siguiente imagen, misma que se retoma del Atlas de línea base ambiental del golfo de México[3], un esfuerzo reciente que permite conocer las condiciones ambientales dentro del golfo de México, se puede evidenciar que el trazo del proyecto únicamente incide en una superficie reducida del límite de un “hotspot” principal de tortugas marinas. Es decir, el proyecto no afecta aquellas áreas consideradas de mayor relevancia para las tortugas.

[3] "Peters, E. M., Zaragoza Álvarez, R. A., Herzka, Sharon Z., y Herguera García, J. C. (Eds.) (2021). Introducción. En S. Z. Herzka, R. A. Zaragoza Álvarez, E. M. Peters y G. Hernández Cárdenas. (Coord. Gral.). *Atlas de línea base ambiental del golfo de México*, México: Consorcio de Investigación del Golfo de México."



Figura IV.7. Distribución de “Hotspots” de tortugas marinas dentro del Golfo de México. Tomado y modificado del Atlas de línea base ambiental del Golfo de México (2021).

Una vez referido lo anterior (conducta migratoria de las especies y hotspost), así como, considerando la naturaleza del proyecto, método constructivo y ubicación se puede presumir que el mismo en ningún momento representa un riesgo o limitante en los patrones de migración os sitios de relevancia de las tortugas marinas.

IV.3.2.2. Mamíferos Marinos

EL presente apartado tiene como finalidad el reconocer, así como plantear una caracterización **bibliográfica** de la diversidad, en lo que a mamíferos marinos corresponde, dentro del Golfo de México, por lo que no corresponde únicamente a la superficie del SAR.

En este sentido, se tiene que la bibliografía reporta dentro del Golfo de México alrededor de 30 especies de mamíferos marinos, 29 de los cuales pertenecen al orden Cetartiodactyla (infraordenes Mysticeti y Odontoceti) y uno al orden Sirenia. Las seis especies del infraorden Mysticeti pertenecen a la familia Balaenopteridae, mientras que de los Odontoceti, 15 son de la familia Delphinidae, dos de la Kogiidae, una de la Physiteridae y tres de la Ziphiidae. Todos estos organismos están bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

(a) Hábitat de los mamíferos marinos

La distribución de los organismos está relacionada con la profundidad (Ortega-Ortiz et al., 2004) y las características oceanográficas del hábitat -corrientes marinas- (Wursig, 2017). En el Golfo de México, la plataforma continental es más ancha en el norte (Texas-Florida) y el sureste (Golfo de Campeche), zonas en donde son más comunes las toninas y otras especies que prefieren las aguas costeras y neríticas. Por otro lado, desde Tampico hasta el sur de Tabasco, donde la plataforma es relativamente estrecha, y las aguas profundas están más cerca de la costa, pueden observarse organismos que prefieren ese tipo de ambientes. Además de las toninas, las especies que se observan con mayor frecuencia en la parte alta del talud, cerca del margen continental y en profundidades ente 200 y 750 m, son el delfín de Risso y el calderón de aletas cortas. En la parte alta del talud (profundidad entre 200 y 1,000 m) son comunes el cachalote, el cachalote pigmeo, el cachalote enano, el delfín de dientes rugosos y el delfín tornillo. En la parte baja del talud (profundidad > 1,000 m) se encuentran el delfín listado, ballenas picudas, delfín moteado pantropical y delfín de Clymene, mientras que las orcas son raras en el Golfo de México.

Las ballenas con barbas son raras en el Golfo de México y se han observado principalmente en la parte norte, en áreas con mayor concentración de clorofila, como son los remolinos ciclónicos y la confluencia entre pares de remolinos anticiclónico-ciclónico. El rorcual tropical ha sido registrado durante todo el año y la mayoría de los avistamientos ocurrieron sobre la plataforma, muy cerca del margen continental. Por otro lado, los cachalotes han sido detectados sobre la parte baja del talud y al O-SO de la desembocadura del Mississippi en áreas profundas (prom: 1,580 m) con alta productividad, donde se presentan los sistemas ciclónicos-anticiclónicos; en la zona de interés se han registrado en el límite de la plataforma continental y en la parte baja del talud, principalmente entre el sur de Tamaulipas y el sur de Veracruz, donde la plataforma es más estrecha. Por otro lado, los organismos que se alimentan de calamares, como los cachalotes pigmeo y enano, los calderones pigmeo y de aletas cortas, la orca pigmea, el delfín de Risso, el delfín de dientes rugosos y las ballenas picudas se encuentran principalmente en aguas con menor

influencia fluvial (más saladas) y asociadas a remolinos ciclónicos (templados) o en áreas de confluencia de remolinos ciclónicos y anticiclónicos, pero no en éstos últimos. Los delfines del género *Stenella* también prefieren los remolinos ciclónicos.

El delfín moteado pantropical es el cetáceo más abundante y forma grandes grupos; estos organismos prefieren aguas de menos de 200 m de profundidad, por lo que se encuentran en la parte superior del talud y la plataforma continental. Por otro lado, la tonina es el único mamífero marino que habita en casi cualquier ambiente dentro del Golfo de México debido a que presenta dos ecotipos: el costero, registrado en profundidades menores a 150 m por lo que son comunes dentro de lagunas costeras y cerca de la desembocadura de los ríos (Castro-Proal, 2018), y el nerítico-oceánico, que se encuentra en aguas con profundidades mayores a los 1,600 m (Torres et al. 2003; Ortega-Ortiz et al., 2004). Las toninas costeras migran hacia el norte en verano y en sentido inverso, en invierno, aunque en la mayoría de los casos los movimientos son cortos (< 100 km). Por otro lado, los manatíes prefieren los ambientes cálidos con temperaturas mayores a 17 °C con abundantes pastos marinos y vegetación acuática.

Considerando la información referida en párrafos anteriores, es posible asumir que derivado de la preferencia de hábitat de los mamíferos marinos que se distribuyen dentro del Golfo de México, a excepción del delfín moteado pantropical y la tonina, el desarrollo del proyecto no tendría interacción alguna. Referente a las especies delfín moteado pantropical y tonina, al igual que para las tortugas marinas, la única interacción posible que podría tener el proyecto seria de manera temporal y circunstancial durante la instalación del ducto por el uso de barcazas, sin que ello represente una afectación a las poblaciones presentes.

Finalmente, y en refuerzo de lo previamente referido, mediante la siguiente imagen, misma que se retoma del Atlas de línea base ambiental del golfo de México[4], se puede evidenciar que el trazo del proyecto no incide en áreas potenciales de agregación de cetáceos. Es decir, el proyecto no afecta aquellas áreas consideradas de mayor relevancia para los cetáceos.

[4] "Peters, E. M., Zaragoza Álvarez, R. A., Herzka, Sharon Z., y Herguera García, J. C. (Eds.) (2021). Introducción. En S. Z. Herzka, R. A. Zaragoza Álvarez, E. M. Peters y G. Hernández Cárdenas. (Coord. Gral.). *Atlas de línea base ambiental del golfo de México*, México: Consorcio de Investigación del Golfo de México."

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.8. Distribución de “Hotspots” de cetáceos dentro del Golfo de México. Tomado y modificado del Atlas de línea base ambiental del Golfo de México (2021)

IV.3.3. Especies bibliográficas registradas dentro del SAR en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Del listado bibliográfico de las especies de flora y fauna de las bases de datos consultadas, se identifican 33 especies en alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010, de la cual se consideró la modificación de su Anexo Normativo III, el listado bibliográfico puede ser revisado de manera anexa. Asimismo, cabe reiterar que dicha información corresponde a los registros que se tienen en bases de datos, los cuales serán verificados mediante los trabajos de campo que posteriormente se detallan.

IV.3.4. Caracterización del SAR y área del proyecto mediante trabajos de campo

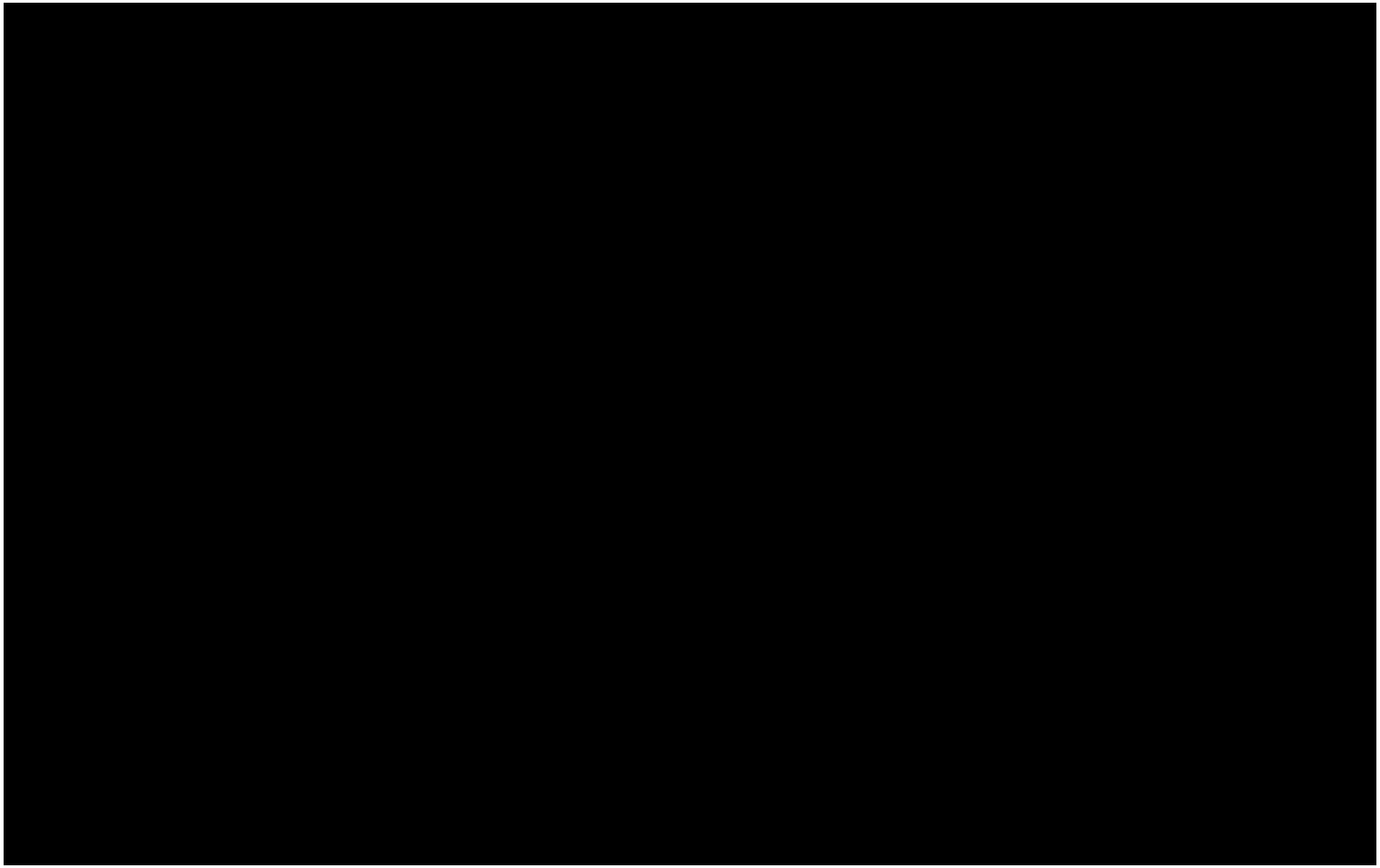
El Golfo de México es uno de los ecosistemas marinos que ha sido más ampliamente estudiado, por lo que mediante los trabajos bibliográficos es posible establecer una primera caracterización o línea base de las condiciones existentes dentro del SAR delimitado para el proyecto. No obstante, mediante los trabajos de campo se verificaron aquellos componentes ambientales presentes y que la bibliografía ha descrito ampliamente.

En este sentido y previo a la descripción de las metodologías y muestreos realizados, es importante señalar que derivado de las características ambientales, abióticas y bióticas que reporta la bibliografía para la plataforma continental en el Golfo de México, específicamente dentro del SAR y área del proyecto, se puede identificar principalmente dos condiciones.

- La primera y de mayor dominancia dentro del SAR y área de proyecto, es aquella que corresponde a las partes más amplias de la plataforma continental, en donde prevalecen las planicies arenosas, sin evidentes afloramientos rocosos y con un perfil batimétrico relativamente homogéneo en donde la diferencia de profundidades es reducida o discreta.

- Por otro lado, se tiene frente a la zona arrecifal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), en el cual el proyecto **no** tendrá incidencia, derivado de su ubicación en diferentes isobatas y profundidades con más de -60 m de diferencia, la zona más estrecha de la plataforma continental, en donde el perfil batimétrico se muestra relativamente más accidentado y con diferencia de profundidades más marcadas derivado de su cercanía al talud continental. Asimismo, se observan afloraciones rocosas que generan condiciones más heterogéneas.

Una vez identificadas estas dos condiciones presentes dentro del SAR y área del proyecto, mediante las siguientes imágenes, se presenta la ubicación del ducto respecto a la plataforma continental, así como los perfiles batimétricos que se obtuvieron mediante un sonar multihaz y con las cuales se evidencian las características identificadas para los diferentes segmentos del trazo del proyecto.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura IV.9. Croquis de ubicación del proyecto respecto a la plataforma continental.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.10. Croquis de ubicación de los perfiles batimétricos.

Como se observa en la siguiente imagen del segmento uno del trazo del ducto en perfil longitudinal, existe una pendiente continua y relativamente estable que desciende de los -10 m a aproximadamente -40 m en una longitud de 25 km. Es importante resaltar que dicha condición corresponde al tramo donde el ducto ingresa a zona terrestre, por lo que, los valores de profundidad corresponden a los más someros (≈8m).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-1



Figura IV.11. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 1 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, mas no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal (paralelo a la línea de costa), el cual se debe de interpretar considerando una orientación sureste-noroeste. Es importante resaltar que derivado de la escala, en la imagen del perfil de lado izquierdo se podría considerar una diferencia de profundidad relevante, sin embargo, esta no es mayor a dos metros que se distribuyen dentro de una longitud de 250 m. Es decir, en términos reales dicha diferencia no representa una caída o pendiente significativa.

Por otro lado, se puede observar que la ubicación del ducto corresponde a una planicie más prolongada.

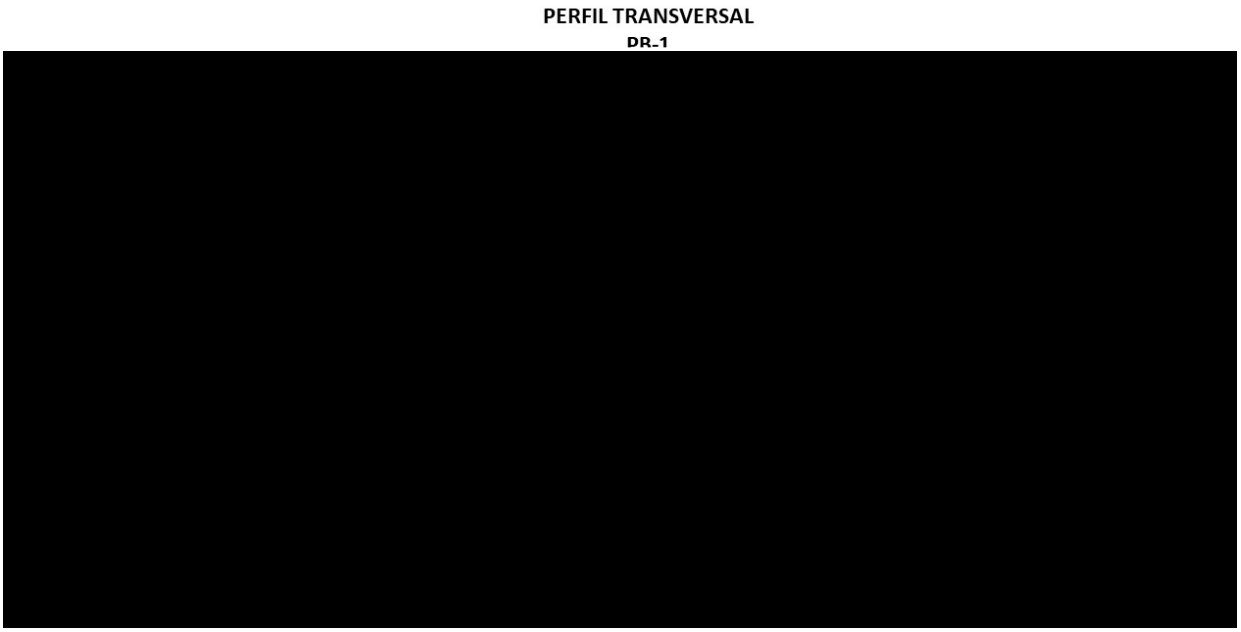


Figura IV.12. Perfil batimétrico transversal del segmento 1 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen del segmento dos del trazo del ducto en perfil longitudinal, de igual forma se observa una pendiente continua y relativamente estable que va de los -130 m a los -160 m en una longitud de 19 km aproximadamente. Es decir, considerando la longitud del tramo corresponde a una pendiente suave.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-2



Figura IV.13. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 2 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, mas no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -5 m aproximadamente en una longitud de 315 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil se considera como una planicie de pendiente baja.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

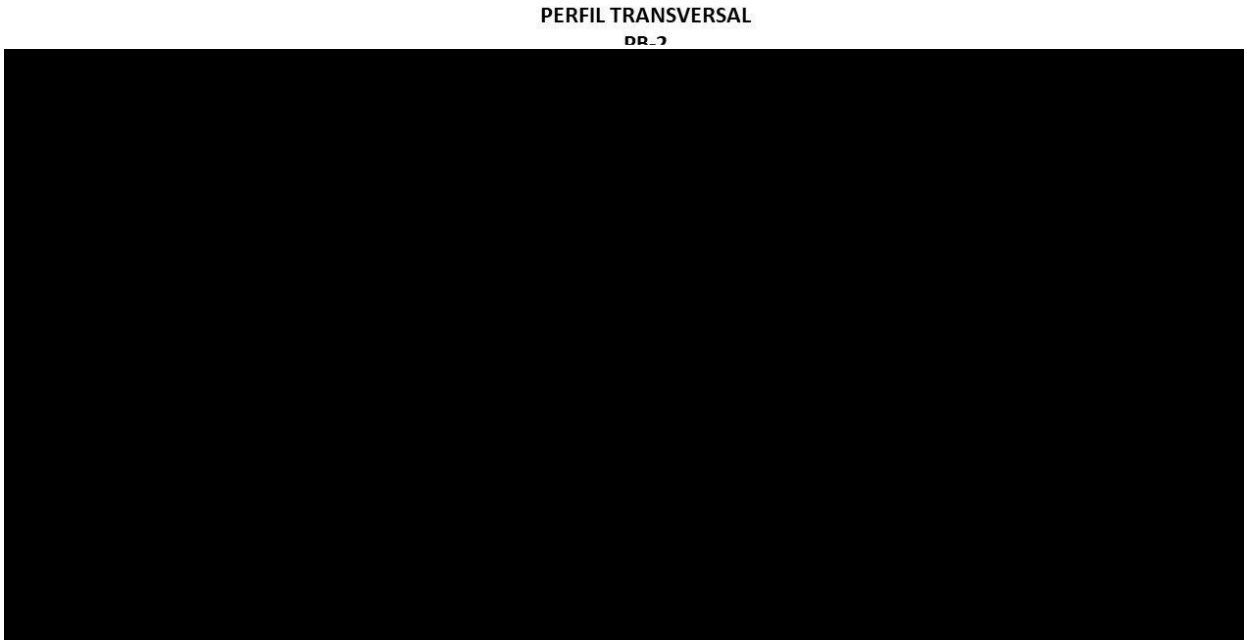


Figura IV.14. Perfil batimétrico transversal del segmento 2 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen del segmento tres del trazo del ducto en perfil longitudinal, de igual forma se observa una pendiente continua y relativamente estable que va de los -96 m a los -100 m en una longitud de 20 km aproximadamente. Es decir, corresponde a una planicie con pendiente baja o imperceptible.

PERFIL LONGITUDINAL

PB-3



Figura IV.15. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 3 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, mas no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -2 m en una longitud aproximada de 300 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil, la pendiente se considera imperceptible o baja. En este tramo, el ducto se ubica en una profundidad de -99 m.

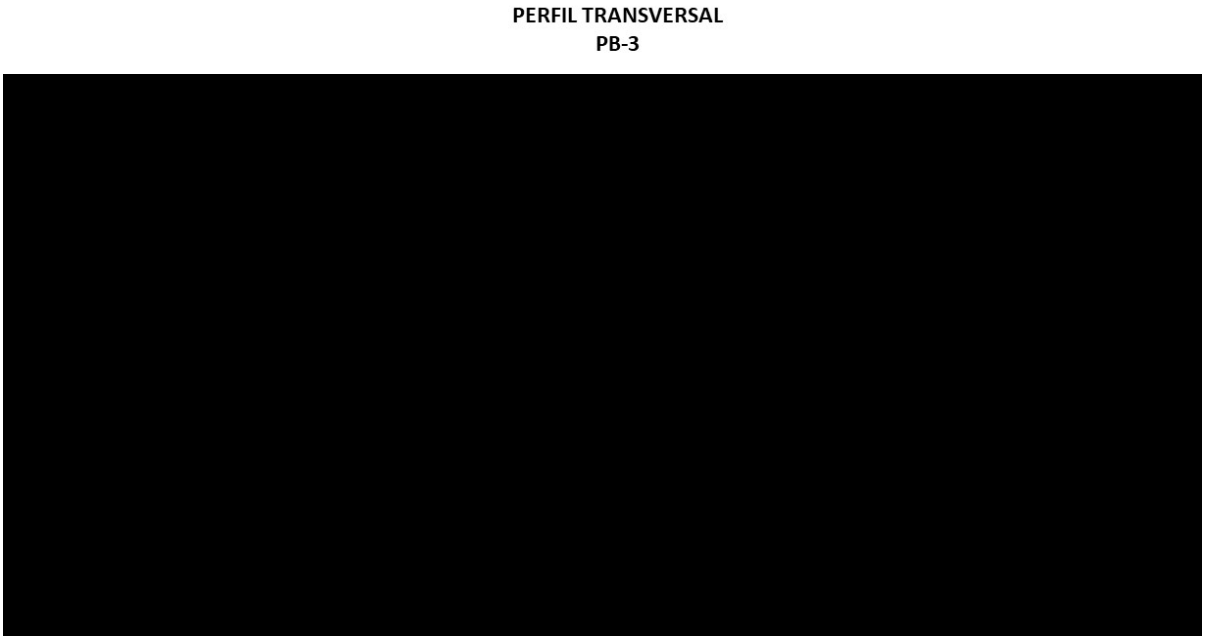


Figura IV.16. Perfil batimétrico transversal del segmento 3 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen del segmento cuatro del trazo del ducto en perfil longitudinal, se observa una pendiente continua y relativamente estable que va de los -140 m a los -155 m en una longitud de 16 km aproximadamente. Es decir, corresponde a una planicie, condición que prevalece en mayor medida dentro del trazo del proyecto.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-4



Figura IV.17. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 4 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, más no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -4 m en una longitud aproximada de 352 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil la pendiente se considera como una planicie con pendiente baja. En este tramo, el ducto se ubica en una profundidad de -139 m.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

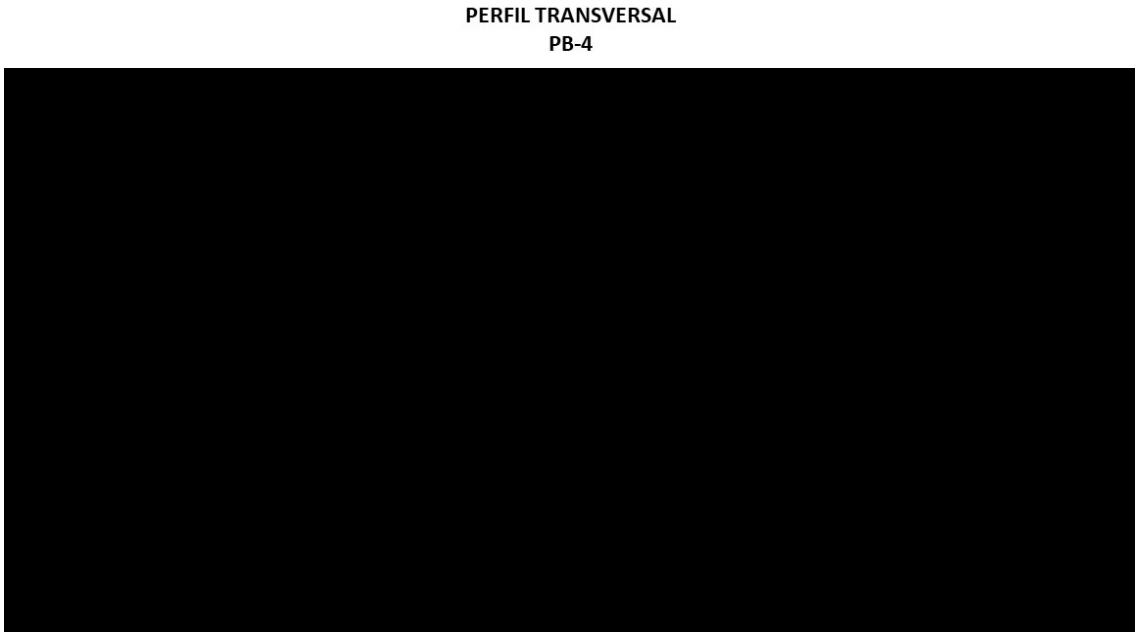


Figura IV.18. Perfil batimétrico transversal del segmento 4 del trazo del proyecto

Mediante la siguiente imagen del segmento cinco del trazo del ducto en perfil longitudinal, se observa una **pendiente accidentada** con una diferencia de profundidades de más de -40 m en una longitud de 13 km aproximadamente. Es importante señalar que este segmento del trazo del ducto corresponde a la **zona más estrecha de la plataforma continental**, y misma que se ubica frente al Parque Nacional Sistema Arrecifal de Veracruz (PNSAV). Conforme lo obtenido mediante los estudios de campo (sonda multihaz), esta zona presenta características batimétricas distintas a la mayor parte del SAR y trazo del proyecto, motivo por el cual se realizó un esfuerzo de muestreo adicional para poder tener una caracterización a mayor detalle de los componentes bióticos presentes, dicha información se detalla en apartados posteriores.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-5

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.19. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 5 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, más no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es la mayor para todos los segmentos, siendo está de más de -10 m en una longitud aproximada de 300 m. Como ya ha sido referido, las características que se presentan en este segmento son distintas a las del resto del trazo. Lo anterior se presume está asociado a las características de la plataforma continental, siendo esta la zona más estrecha, con una batimetría más heterogénea y presencia de afloramientos rocosos.

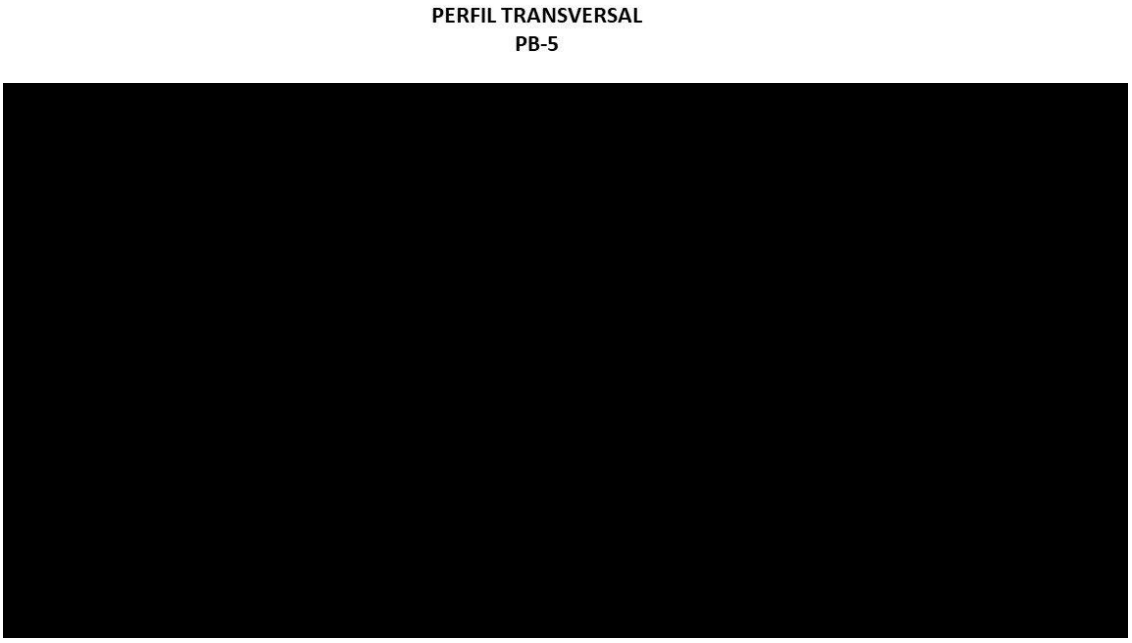


Figura IV.20. Perfil batimétrico transversal del segmento 5 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen se presenta un acercamiento de las condiciones batimétricas en el segmento 5, el cual se ubica frente a la zona donde se ubica el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, y en donde claramente se observa la plataforma continental angosta con profundidades de -63 m a -150 (color naranja-amarillo), un sustrato rocoso y el talud continental con profundidades mayores a los -200 m (color verde).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

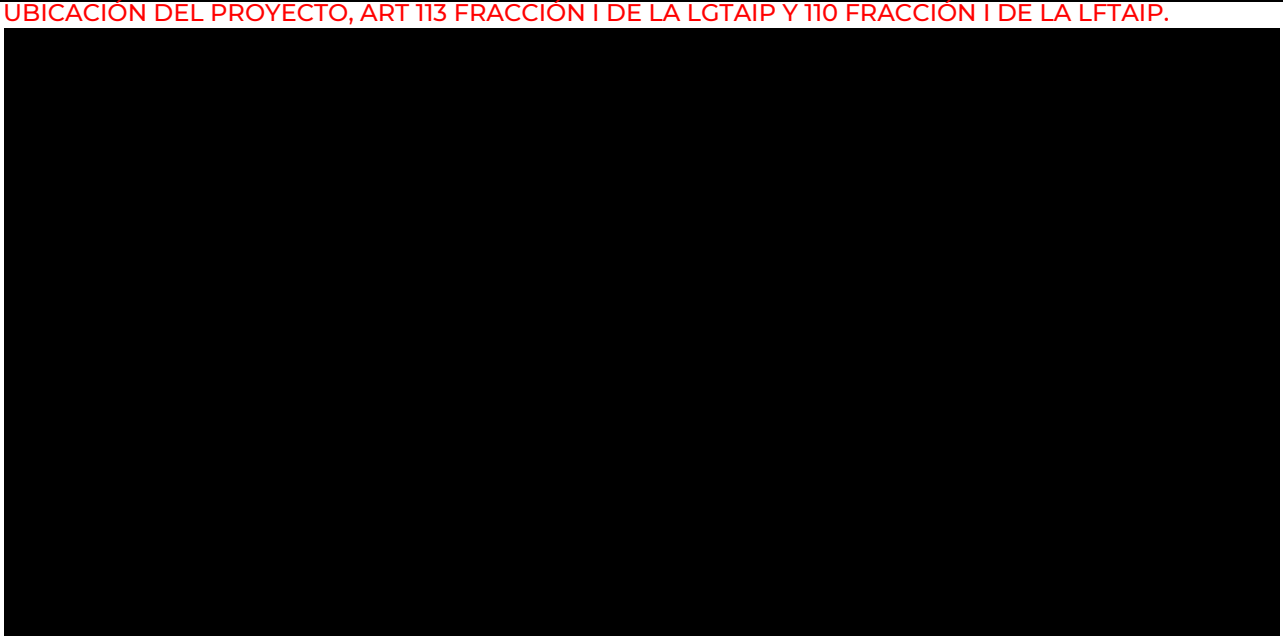


Figura IV.21. Acercamiento del perfil batimétrico longitudinal del segmento 5 del trazo del proyecto

Mediante la siguiente imagen del segmento seis del trazo del ducto en perfil longitudinal, se observa una pendiente aparentemente discontinua e irregular que va de los -160 m a los -166 m; sin embargo, es de reiterar que derivado de la longitud en la que se presenta está diferencia de profundidades (22 km aproximadamente) la pendiente es muy baja, por lo que se considera como una planicie, condiciones que predominan en el SAR.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-6

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

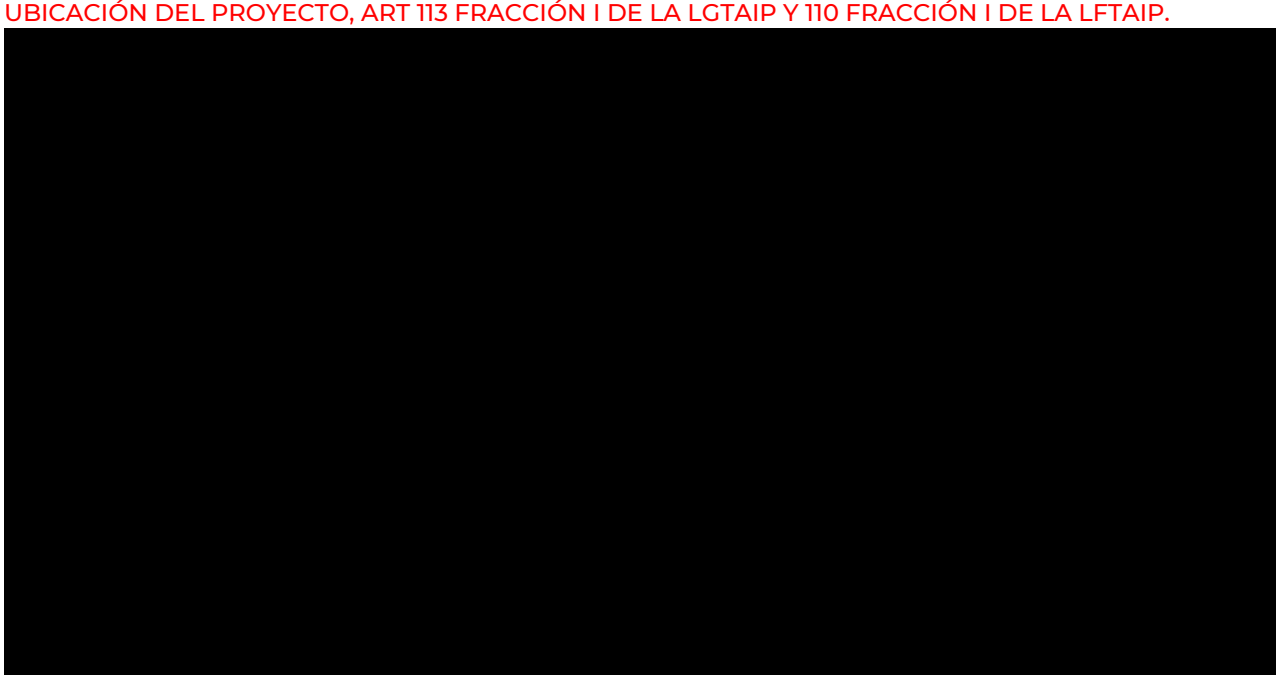


Figura IV.22. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 6 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, más no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -3 m en una longitud aproximada de 308 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil la pendiente, al igual que en la mayor parte del trazo se considera baja. En este tramo, el ducto se ubica en una profundidad de -166 m.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

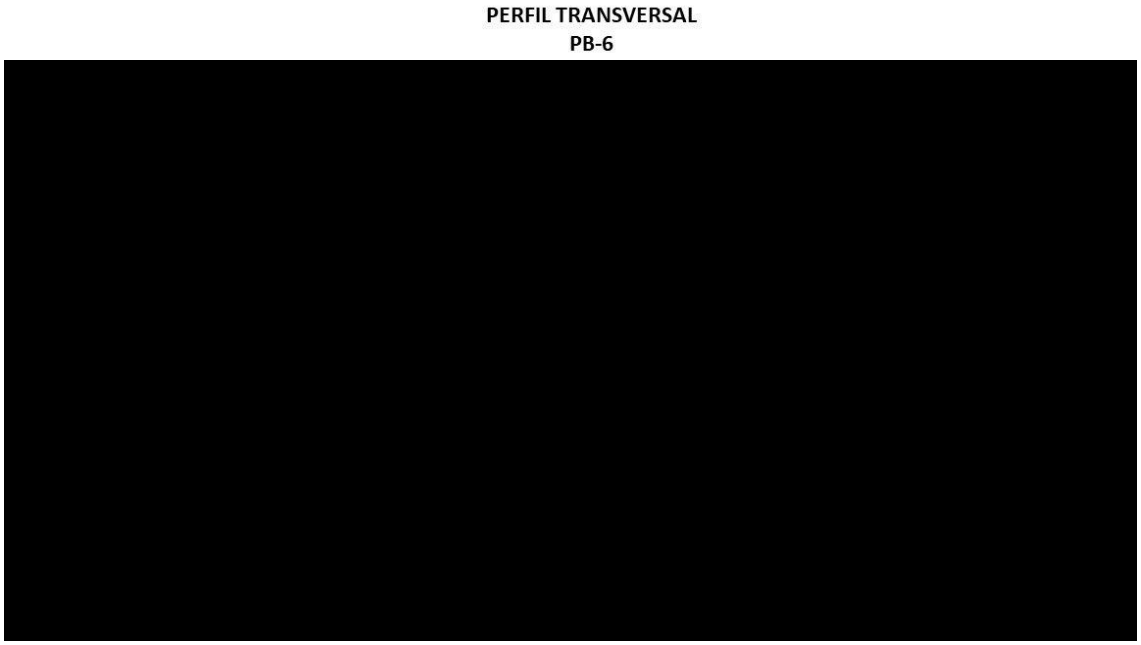


Figura IV.23. Perfil batimétrico transversal del segmento 6 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen del segmento siete del trazo del ducto en perfil longitudinal, se observa una pendiente ascendente continua y relativamente estable que va de los -110 m a los -96 m en una longitud de 7 km aproximadamente. Es decir, la diferencia de profundidades en dicha longitud resulta en una pendiente mínima que forma parte de las planicies dominantes.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-7

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.24. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 7 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, más no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -.06 m en una longitud aproximada de 294 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil corresponde a una planicie donde la pendiente es imperceptible. En este tramo, el ducto se ubica en una profundidad de -107.24 m.

PERFIL TRANSVERSAL
PB-7

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.25. Perfil batimétrico transversal del segmento 7 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen del segmento ocho del trazo del ducto en perfil longitudinal, se observa una pendiente ascendente un tanto irregular, que va de los -105 m a los -95 m en una longitud de 22 km aproximadamente. Dichas condiciones representan una planicie con una pendiente moderada.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

PERFIL LONGITUDINAL



Figura IV.26. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 8 del trazo del proyecto

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -.05 m en una longitud aproximada de 315 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil corresponde a una planicie en donde la pendiente es prácticamente imperceptible. En este tramo, el ducto se ubica en una profundidad de -103.52 m.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

PERFIL TRANSVERSAL
PB-8



Figura IV.27. Perfil batimétrico transversal del segmento 8 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen del segmento nueve del trazo del ducto en perfil longitudinal, se observa una pendiente ascendente continua y pronunciada que va de los -70 m a los -40 m en una longitud de 24 km aproximadamente. Es importante señalar que dicha diferencia de profundidades atiende a que en esta zona el ducto comienza su ingreso a la zona terrestre.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-9

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.28. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 9 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, más no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -1 m en una longitud aproximada de 320 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil la pendiente es prácticamente imperceptible. En este tramo, el ducto se ubica en una profundidad de -78.07 m.

PERFIL TRANSVERSAL
PB-9



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura IV.29. Perfil batimétrico transversal del segmento 9 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen del segmento diez del trazo del ducto en perfil longitudinal, se observa una pendiente discontinua e irregular que va de los -78 m a los -100 m aproximadamente en una longitud de 23 km.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-10

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

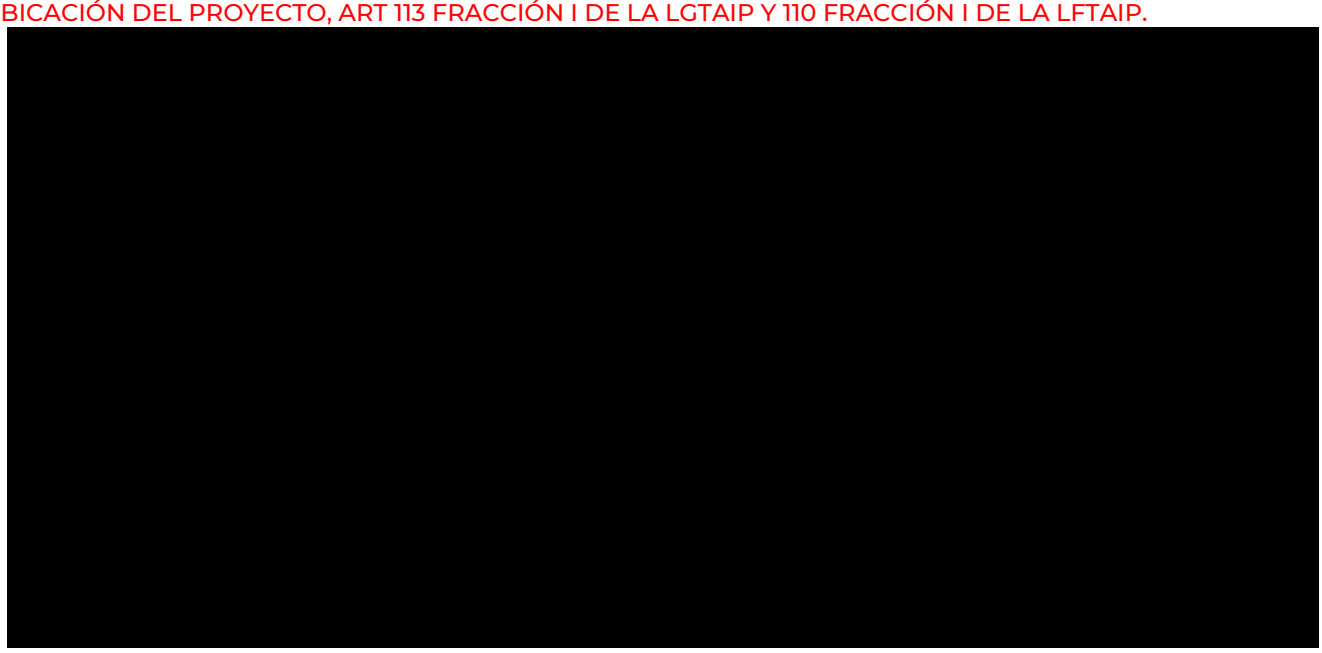


Figura IV.30. Perfil batimétrico longitudinal del segmento 10 del trazo del proyecto (los puntos amarillos son registros generados al correr el modelo, más no representan al ducto).

Mediante la siguiente imagen se presenta el perfil batimétrico en modo transversal, en donde el lado izquierdo corresponde a la zona más próxima a la costa, y el lado derecho a la zona más cercana al talud continental. La diferencia de profundidades que presenta este perfil es de -.06 m en una longitud aproximada de 342 m. Es decir, considerando la diferencia de profundidades y la longitud del perfil corresponde a una planicie en donde la pendiente es prácticamente imperceptible. En este tramo, el ducto se ubica en una profundidad de -96.3 m.

PERFIL TRANSVERSAL
PB-10

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.31. Perfil batimétrico transversal del segmento 10 del trazo del proyecto.

Mediante la siguiente imagen se muestra el perfil completo de la batimetría para el trazo del proyecto, considerando las dos secciones (norte y sur). En el mismo se puede observar como la mayor parte del trazo corresponde a grandes planicies con ligeras hondonadas (corchetes amarillos), en donde la diferencia de profundidades, considerando las longitudes, no representan pendientes pronunciadas. Asimismo, se señala el tramo frente al PNSAV, en donde se puede observar una variación mayor en profundidades en una longitud relativamente más corta (circulo verde), por lo que, con estos elementos y los previamente referidos se evidencia una condición distinta en dicho tramo.

Por otro lado, se observan los tramos que corresponden a los accesos a tierra (extremos del perfil), en donde las profundidades son de aproximadamente -8 m.

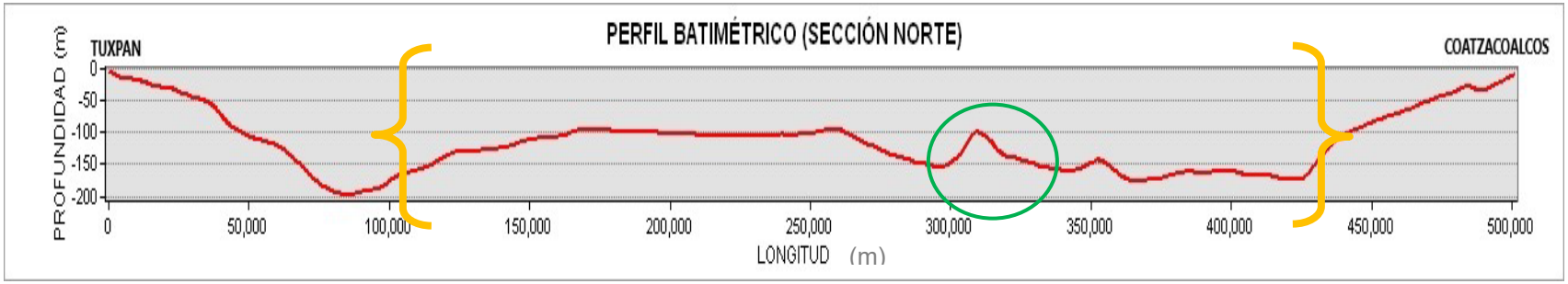


Figura IV.32. Perfil batimétrico completo de la sección norte.

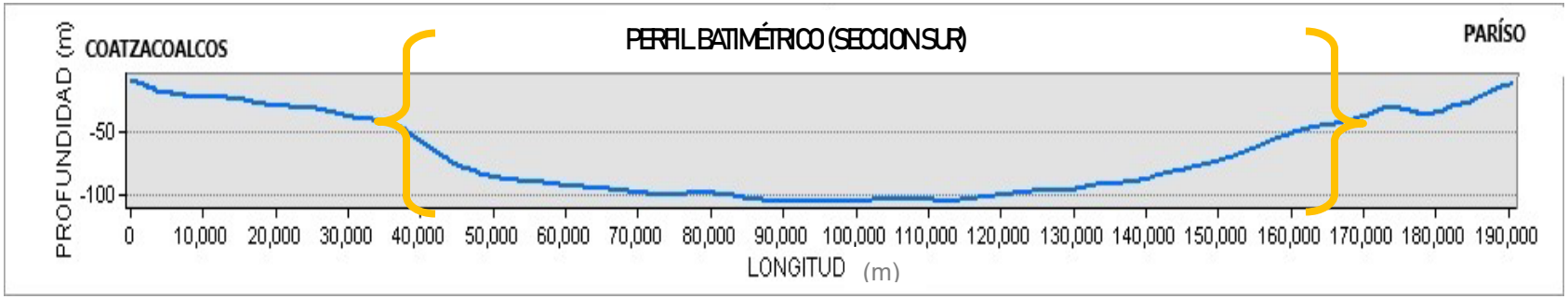


Figura IV.33. Perfil batimétrico completo de la sección sur.

Mediante, la siguiente imagen se muestran nuevamente la batimetría general del trazo del ducto, en donde se observa en la estación E13, ubicada frente a la zona del PNSAV, una condición diferente al ser la zona más estrecha de la plataforma (sustratos rocosos y heterogeneidad batimétrica).



Figura IV.34. Perfil batimétrico del trazo del ducto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Una vez analizados los distintos perfiles batimétricos presentes dentro del trazo del proyecto, se evidencian y distinguen las dos condiciones ya referidas, en donde la primera y de mayor dominancia y presencia dentro del SAR y área del proyecto corresponde a aquellos segmentos en donde las pendientes van de nulas a moderadas y que se asocia a las zonas en donde la plataforma continental muestra su mayor amplitud. Y la segunda, corresponde básicamente a la zona donde la plataforma continental es más estrecha y el perfil batimétrico presenta pendientes más pronunciadas.

En este sentido, considerando las condiciones particulares observadas en la batimetría a la altura del PNSAV es que se llevó a planear un trabajo más intenso, atendiendo los diferentes elementos de estudio (fitoplancton, zooplancton, ictioplacton y macro fauna bentónica)

A continuación, se describe la metodología de campo para cada uno de los componentes bióticos estudiados en las diferentes áreas, y mediante las cuales se generó una caracterización o línea base de las condiciones ambientales bióticas dentro del SAR y área del proyecto.

Finalmente, cabe mencionar que derivado del tipo de ecosistema (sin límites tangibles y dinámico), así como la naturaleza del proyecto, el análisis y resultados de campo se refieren como un área de estudio, la cual corresponde al SAR y área del proyecto.

IV.4. Metodología del trabajo de campo en el SAR y Área del proyecto (fitoplancton, zooplancton, ictioplacton y macrofauna bentónica)

En lo que corresponde a la campaña oceanográfica para plancton esta se realizó durante el periodo comprendido del 18 al 27 de marzo del 2022, para la colecta de muestras de 30 estaciones distribuidas en 13 transectos perpendiculares a la costa con una separación de aproximadamente 50 km entre cada punto dentro del SAR marino (ver siguiente figura y tabla).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

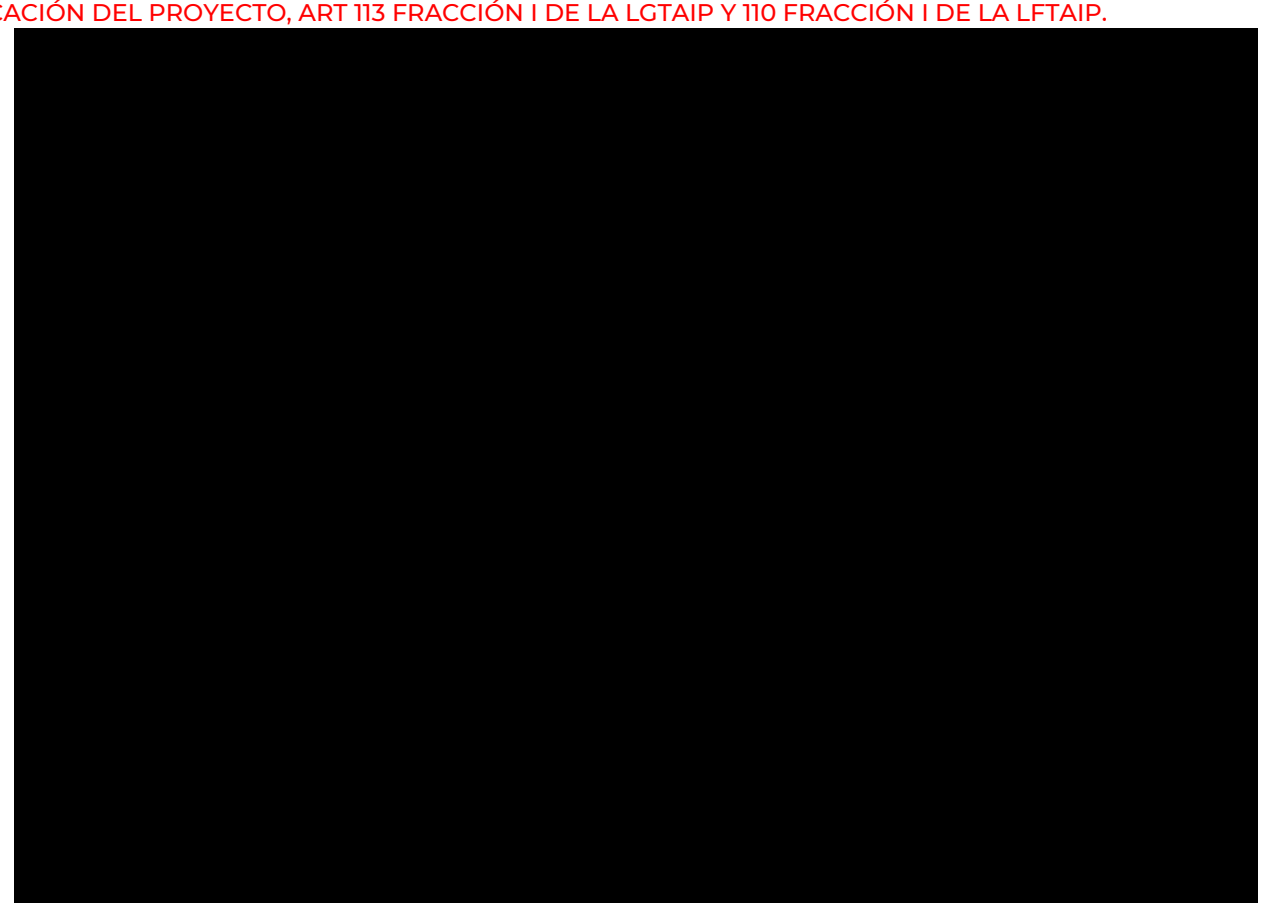


Figura IV.35. Estaciones oceanográficas dentro del SAR Marino en el Golfo de México, comprendido desde Tamiahua, Veracruz hasta la desembocadura del rio Grijalva en Tabasco.

Tabla IV.1. Coordenadas de las estaciones de muestreo.

Estación	Coordenadas Geográficas				Profundidad (m)
	Latitud	Longitud	X	Y	
E01					60.5
E02					38.6
E03					62
E04					34.3
E05					17.5
E06					194
E07					54.7
E08					104

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Estación	Coordenadas Geográficas				Profundidad (m)
	Latitud	Longitud	X	Y	
E09	[redacted]				36.5
E10					102
E11					42.9
E12					133
E13					51
E14					137
E15					53.7
E16					97.5
E17					34
E18					114
E19					48.4
E20					31.2
E21					102
E22					47.4
E23					27.4
E24					91
E25					38
E26					134
E27					42.3
E28					20
E29					138
E30					21

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Con el fin de evaluar el estado trófico en el área de proyecto, se llevó a cabo la caracterización biológica con base en la literatura disponible y los resultados de esta campaña.

Cabe mencionar que la metodología pormenorizada de las técnicas y modelos empleados para cada grupo (fitoplancton, zooplancton e ictioplancton), se incluye como anexos de este Capítulo.

IV.4.1. Metodología para la estimación de abundancia y diversidad

Abundancia relativa: Se calculó dividiendo el número de una especie por el número total de todas las especies.

Índice de Diversidad (H´): la diversidad se estimó a través del índice de Shannon-Wiener (Krebs, 1999). El índice toma en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Es decir, contempla la riqueza y la abundancia de las especies. Los valores de diversidad menores a 2 indican que el ecosistema o el área estudiada presentan una diversidad de especies baja, mientras que los mayores a 3 representan una diversidad de especies alta (Margalef, 1958; Magurran, 1988).

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (pi)\,(log_2 p_i)$$

Dónde:

H´= índice de diversidad de especies en la muestra.

S = número de especies

pi= el número de individuos de la especie i con respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie i)

Riqueza especifica (S): representa el número de taxa (familias, género y/o especies) identificados en la muestra (Krebs, 1999):

$$\boldsymbol{S = N° \; de \; taxa}$$

Índice de Margalef (d):

$$\boldsymbol{d = (S - 1)/Log(N)}$$

Dónde:

S= Riqueza taxonómica o número de especies

N = Abundancia total

Equidad (J´): se empleó el índice de Equidad de Pielou para medir la proporción de la diversidad observada (H´) en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada (H´max). Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Margalef, 1958; Pielou, 1975; Magurran, 1988). Se estimó mediante la fórmula:

$$J' = \frac{\mathbf{H}}{H_{max}}$$

Dónde:

H´ = índice de Shannon-Wiener

H´ max = ln (S)

S = número total de especies presentes

IV.5. Metodología del trabajo de campo en el SAR y Área del proyecto (Hábitat y macrobiota bentónica)

Respecto a la campaña oceanográfica para hábitat y macro biota bentónica se realizaron video-foto transectos mediante un vehículo operado remotamente (ROV, por sus siglas en inglés).

Como ya fue señalado en apartados previos, con base en los modelos batimétricos, dentro del trazo del proyecto se identifican principalmente dos condiciones; planicies arenosas en donde la plataforma continental presenta mayor amplitud (mayor parte del trazo), y la zona más estrecha de la plataforma continental en donde las geoformas adquieren relevancia para el establecimiento de flora y fauna. En este sentido, con el fin de tener una caracterización más detallada se realizó un esfuerzo de muestreo adicional dentro de la zona cercana al talud continental en donde las condiciones, de acuerdo con lo reportado en la bibliografía, favorecen el desarrollo de un tipo de biota particular (corales de fondo), es decir frente al PNSAV.

El muestreo se llevó a cabo en 16 sitios, específicamente frente al Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano" (PNSAV), reiterando que dichos sitios se consideraron con base en los mapas de sonar multihaz, una batimetría más heterogénea respecto al resto del trazo del ducto, y en donde para la plataforma continental se tiene la parte más angosta.

En cada sitio, se realizaron tres video transectos de 50 m dispuestos aleatoriamente sin entrecruzarse, además, en cada transecto se tomaron imágenes fijas con intervalos de 3 metros (aproximadamente una foto cada 15 segundos) de acuerdo con la metodología empleada por Ramírez-Llodra et al. (2020), obteniendo 16 imágenes por transecto y un total de 48 imágenes por sitio.

La siguiente tabla presenta las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.

Tabla IV.2. Coordenadas de los sitios de muestreo.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Sitio	Latitud	Longitud
BDC-29	[redacted]	
BDC-30		
BDC-31		
BDC-32		
BDC-33		
BDC-34		
BDC-35		
BDC-36		
BDC-37		
BDC-38		
BDC-39		
BDC-40		
BDC-41		
BDC-42		
BDC-94		
BDC-43		

Mediante la siguiente figura se muestra la ubicación espacial de los sitios de muestreo.



Figura IV.36. Localización de los puntos de muestreo.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

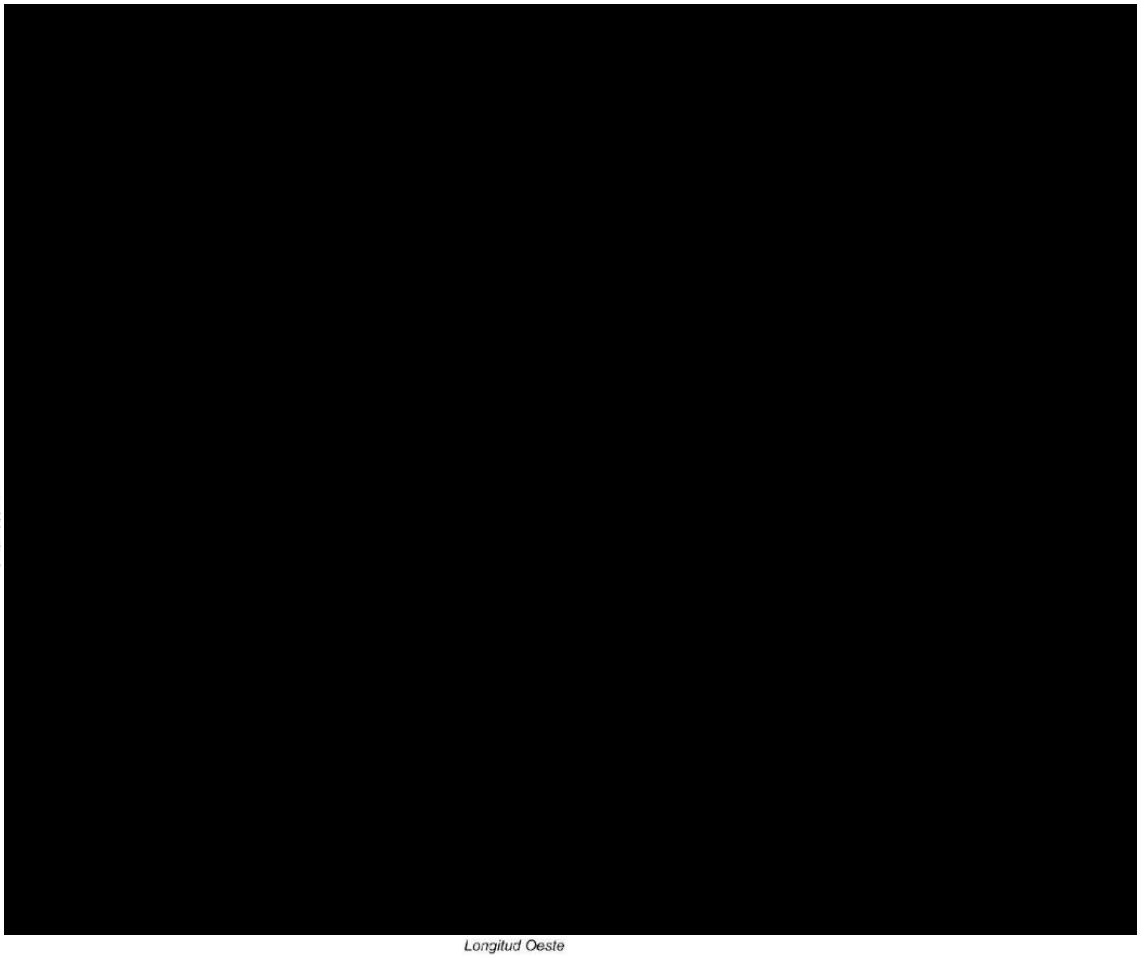


Figura IV.37. Acercamiento de localización de puntos de muestreo.

IV.5.1. Video transectos

Para realizar la caracterización general del hábitat se realizó la grabación continua de video transectos con una cámara GoPro Hero 9 añadida al ROV Teledyne Marine Seabotix VLBV300. La dirección de los transectos en cada sitio se realizó de forma aleatoria sin entrecruzarse y de acuerdo con la maniobrabilidad de la embarcación debido al viento y a la corriente. Cada transecto de 50 m se realizó a una velocidad de ~0,25 knts (nudos), con una distancia aproximada de un metro del fondo y la cámara colocada en un ángulo de ~130° para visualizar el fondo y el horizonte simultáneamente (Reed et al, 2015).

IV.5.2. Imágenes fijas

Durante la realización de los video-transectos de 50 m, se tomaron imágenes fijas (fotografías) las cuales fueron utilizadas para realizar los análisis cuantitativos de la macrobiota bentónica. Las fotos fueron tomadas cada tres metros con un ángulo de ~90° a una distancia de un metro del fondo para obtener una superficie constante en cada imagen (Reed et al, 2015). Las fotos tambien fueron tomadas con una cámara GoPro Hero 9 añadida al ROV Teledyne Marine Seabotix VLBV300.

IV.5.3. Análisis de datos

Se realizó una descripción general del hábitat con base en las observaciones realizadas en los video-transectos. Asimismo, mediante las imágenes fijas se hizo un análisis cuantitativo en cada sitio de muestro, en donde se determinó la identidad taxonómica de los componentes bentónicos hasta el nivel más bajo posible. Se calcularon los porcentajes de cobertura del sustrato y de la macrobiota bentónica a través del conteo de puntos. Posteriormente se realizaron análisis multivariados para determinar y comparar la estructura y composición de los componentes macrobentónicos entre los sitios de muestreo dentro de la zona de estudio.

IV.6. Resultados del trabajo de campo (Plancton).

IV.6.1. Fitoplancton

Durante el muestreo, la zona de estudio presentó un valor de diversidad de 4.9 H’ con una dominancia de 0.0.54 D y una equidad de 0.71 J, con una riqueza de 134 taxa (ver siguiente tabla). La diversidad más alta (4.19 H’) se presentó a mitad de columna de agua de la estación 26, con una riqueza de 27 taxa, una dominancia baja de 0.08 y una equidad alta de 0.88 J’; mientras que la diversidad más baja (01.02 H’) se registró en la superficie de la estación 18, cuya dominancia fue la mayor (0.74 D) junto con una equitatividad baja (0.28 J’).

Tabla IV.3. Índices de diversidad de las estaciones durante la Campaña Oceanográfica por cada nivel de profundidad.

Muestra	Riqueza	Abundancia	Shanon (H')	Dominancia	Equidad (J')
Estación 1	**32**	**5.52E+04**	**3.47**	**0.18**	**0.69**
Superficie	16	2.44E+04	2.47	0.35	0.62
Medio	18	2.04E+04	3.65	0.10	0.88
Fondo	17	1.04E+04	2.80	0.23	0.69
Estación 2	**24**	**5.30E+04**	**3.47**	**0.13**	**0.76**
Superficie	15	3.66E+04	3.13	0.15	0.80
Medio	14	8.22E+03	3.14	0.15	0.83
Fondo	19	1.01E+04	3.60	0.11	0.85
Estación 3	**21**	**2.13E+04**	**3.47**	**0.13**	**0.79**
Superficie	16	1.04E+04	3.36	0.14	0.84
Medio	11	8.91E+03	3.12	0.13	0.90
Fondo	9	4.70E+03	2.49	0.23	0.79
Estación 4	**22**	**4.94E+04**	**3.25**	**0.14**	**0.73**
Superficie	13	2.08E+04	2.75	0.23	0.74
Medio	14	2.10E+04	3.14	0.14	0.82
Fondo	13	1.16E+04	2.82	0.21	0.76
Estación 5	**36**	**6.59E+04**	**4.13**	**0.08**	**0.80**
Superficie	16	2.01E+04	3.46	0.12	0.87
Medio	22	2.54E+04	3.63	0.12	0.81
Fondo	24	2.21E+04	3.75	0.11	0.82
Estación 6	**18**	**1.60E+04**	**3.41**	**0.14**	**0.82**
Superficie	16	1.48E+04	3.23	0.15	0.81
Medio	6	1.91E+03	2.20	0.28	0.85
Fondo	6	1.32E+03	2.42	0.21	0.94
Estación 7	**27**	**3.89E+04**	**4.10**	**0.08**	**0.86**
Superficie	12	1.19E+04	3.16	0.13	0.88
Medio	16	1.42E+04	3.52	0.11	0.88
Fondo	24	1.58E+04	4.16	0.07	0.91
Estación 8	**16**	**3.27E+04**	**3.27**	**0.13**	**0.82**

Superficie	9	1.16E+04	2.21	0.33	0.70
Medio	13	1.66E+04	2.97	0.17	0.80
Fondo	10	7.92E+03	2.64	0.22	0.79
Estación 9	**28**	**3.14E+04**	**4.00**	**0.08**	**0.83**
Superficie	20	1.83E+04	3.47	0.13	0.80
Medio	16	9.68E+03	3.50	0.11	0.88
Fondo	16	6.90E+03	3.61	0.10	0.90
Estación 10	**26**	**1.99E+04**	**4.12**	**0.07**	**0.88**
Superficie	14	6.75E+03	3.26	0.14	0.86
Medio	5	2.05E+03	2.02	0.29	0.87
Fondo	23	1.26E+04	3.94	0.10	0.87
Estación 11	**24**	**3.10E+04**	**3.54**	**0.14**	**0.77**
Superficie	17	1.10E+04	3.42	0.13	0.84
Medio	20	2.01E+04	3.58	0.12	0.83
Fondo	11	4.69E+03	2.85	0.19	0.82
Estación 12	**19**	**1.36E+04**	**3.48**	**0.12**	**0.82**
Superficie	14	4.84E+03	3.36	0.12	0.88
Medio	14	7.04E+03	3.20	0.14	0.84
Fondo	4	1.88E+03	1.70	0.35	0.85
Estación 13	**19**	**2.02E+04**	**3.52**	**0.13**	**0.83**
Superficie	13	7.48E+03	3.25	0.13	0.88
Medio	13	8.22E+03	3.00	0.18	0.81
Fondo	14	8.95E+03	3.33	0.13	0.87
Estación 14	**17**	**1.01E+04**	**3.46**	**0.12**	**0.85**
Superficie	11	5.87E+03	3.08	0.14	0.89
Medio	12	5.04E+03	3.17	0.14	0.88
Fondo	6	9.37E+02	2.40	0.22	0.93
Estación 15	**28**	**3.73E+04**	**3.64**	**0.12**	**0.76**
Superficie	10	9.27E+03	2.22	0.33	0.67
Medio	20	9.85E+03	3.76	0.09	0.87
Fondo	21	2.02E+04	3.02	0.25	0.69
Estación 16	**16**	**9.97E+03**	**3.37**	**0.13**	**0.84**
Superficie	9	4.46E+03	2.62	0.20	0.83

Medio	12	3.05E+03	3.31	0.12	0.92
Fondo	11	3.52E+03	3.11	0.14	0.90
Estación 17	**22**	**1.53E+04**	**3.42**	**0.15**	**0.77**
Superficie	11	7.51E+03	2.60	0.25	0.75
Medio	14	3.17E+03	3.39	0.13	0.89
Fondo	15	7.27E+03	3.37	0.12	0.86
Estación 18	**16**	**2.60E+04**	**1.64**	**0.58**	**0.41**
Superficie	12	2.30E+04	1.02	0.74	0.29
Medio	10	3.52E+03	2.93	0.16	0.88
Fondo	7	1.29E+03	2.66	0.17	0.95
Estación 19	**15**	**1.15E+04**	**2.67**	**0.27**	**0.68**
Superficie	12	5.28E+03	2.66	0.24	0.74
Medio	9	3.64E+03	2.38	0.27	0.75
Fondo	9	4.81E+03	2.50	0.23	0.79
Estación 20	**15**	**6.71E+04**	**2.01**	**0.41**	**0.51**
Superficie	12	5.37E+04	1.43	0.58	0.40
Medio	9	9.27E+03	2.18	0.35	0.69
Fondo	8	4.11E+03	2.30	0.29	0.77
Estación 21	**16**	**1.01E+04**	**3.16**	**0.16**	**0.79**
Superficie	8	3.28E+03	2.58	0.20	0.86
Medio	10	7.27E+03	2.67	0.21	0.80
Fondo	11	4.22E+03	3.06	0.15	0.89
Estación 22	**20**	**1.60E+04**	**3.09**	**0.23**	**0.72**
Superficie	12	9.86E+03	2.49	0.27	0.69
Medio	14	5.98E+03	3.08	0.17	0.81
Fondo	12	6.57E+03	2.90	0.19	0.81
Estación 23	**33**	**1.15E+05**	**2.41**	**0.38**	**0.48**
Superficie	24	4.72E+04	2.14	0.40	0.47
Medio	17	2.64E+04	2.43	0.32	0.59
Fondo	25	4.32E+04	2.55	0.37	0.55
Estación 24	**18**	**1.04E+04**	**3.32**	**0.17**	**0.80**
Superficie	10	6.69E+03	2.15	0.36	0.65
Medio	10	4.69E+03	2.87	0.18	0.86
Fondo	9	2.35E+03	2.54	0.24	0.80

Estación 25	**20**	**8.68E+03**	**3.80**	**0.09**	**0.88**
Superficie	5	2.23E+03	1.72	0.36	0.74
Medio	11	3.52E+03	2.57	0.28	0.74
Fondo	17	6.45E+03	3.81	0.08	0.93
Estación 26	**31**	**3.51E+04**	**4.08**	**0.09**	**0.82**
Superficie	22	1.92E+04	3.46	0.14	0.77
Medio	27	1.53E+04	4.19	0.08	0.88
Fondo	9	3.08E+03	2.70	0.21	0.85
Estación 27	**30**	**4.27E+04**	**3.57**	**0.12**	**0.73**
Superficie	10	5.43E+03	2.82	0.18	0.85
Medio	19	1.11E+04	3.25	0.17	0.77
Fondo	21	3.24E+04	3.19	0.15	0.73
Estación 28	**32**	**6.12E+04**	**3.79**	**0.11**	**0.76**
Superficie	20	3.53E+04	3.44	0.12	0.80
Medio	17	1.69E+04	2.99	0.19	0.73
Fondo	22	1.33E+04	3.61	0.12	0.81
Estación 29	**14**	**5.87E+03**	**3.31**	**0.14**	**0.87**
Superficie	11	3.67E+03	3.29	0.11	0.95
Medio	7	2.20E+03	2.50	0.21	0.89
Fondo	5	8.81E+02	2.25	0.22	0.97
Estación 30	**41**	**8.77E+04**	**3.80**	**0.13**	**0.71**
Superficie	30	4.00E+04	3.78	0.11	0.77
Medio	26	3.75E+04	3.20	0.18	0.68
Fondo	22	1.29E+04	4.02	0.08	0.90

Se identificaron un total de 135 taxa pertenecientes a 78 géneros y 7 fila (ver anexo listado registros), con los cuales se alcanzó una abundancia total de $1.1x10^6$ cél l^{-1}. Los fila mejor representados fueron: Bacillariophyta con 75 taxa en 43 géneros constituyendo el 55.5% de la riqueza, seguido por Miozoa con 34 especies y 18 géneros representando el 25.2% de la riqueza (ver siguiente figura).

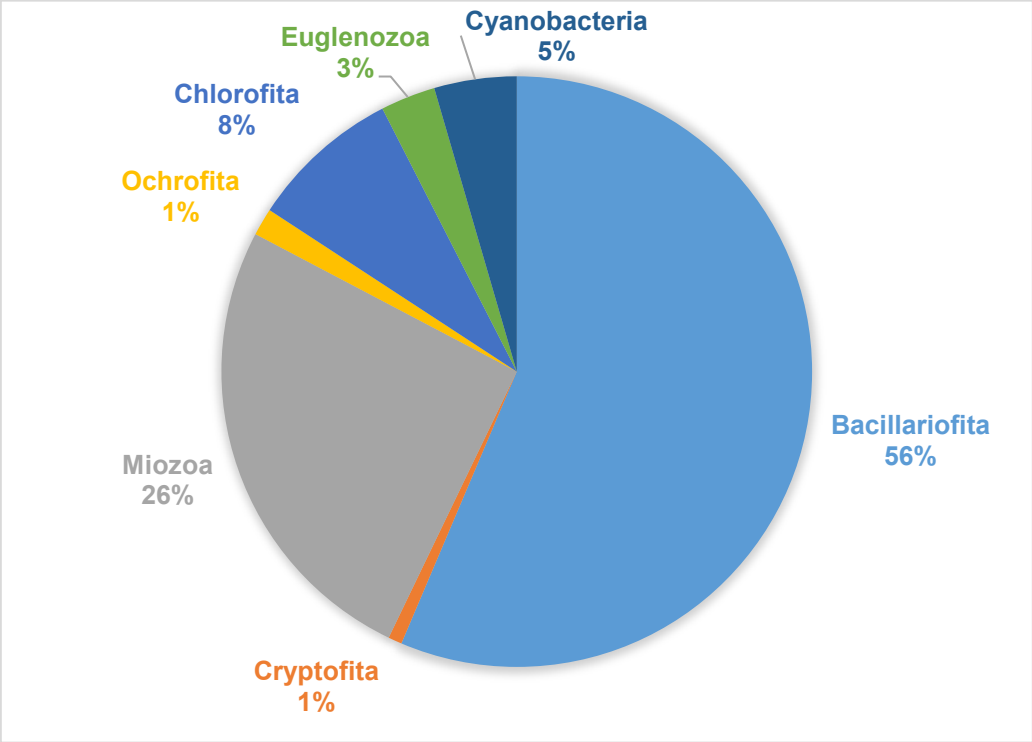


Figura IV.38. Porcentajes de contribución a la riqueza de los fila observados.

Por otro lado, el Filo Bacillariophyta contuvo el 48% ($4.8x10^5$ cél l^{-1}) de la abundancia total; mientras Miozoa alcanzo el 23% de la abundancia ($2.3x10^5$ cel l^{-1}; ver siguiente figura).

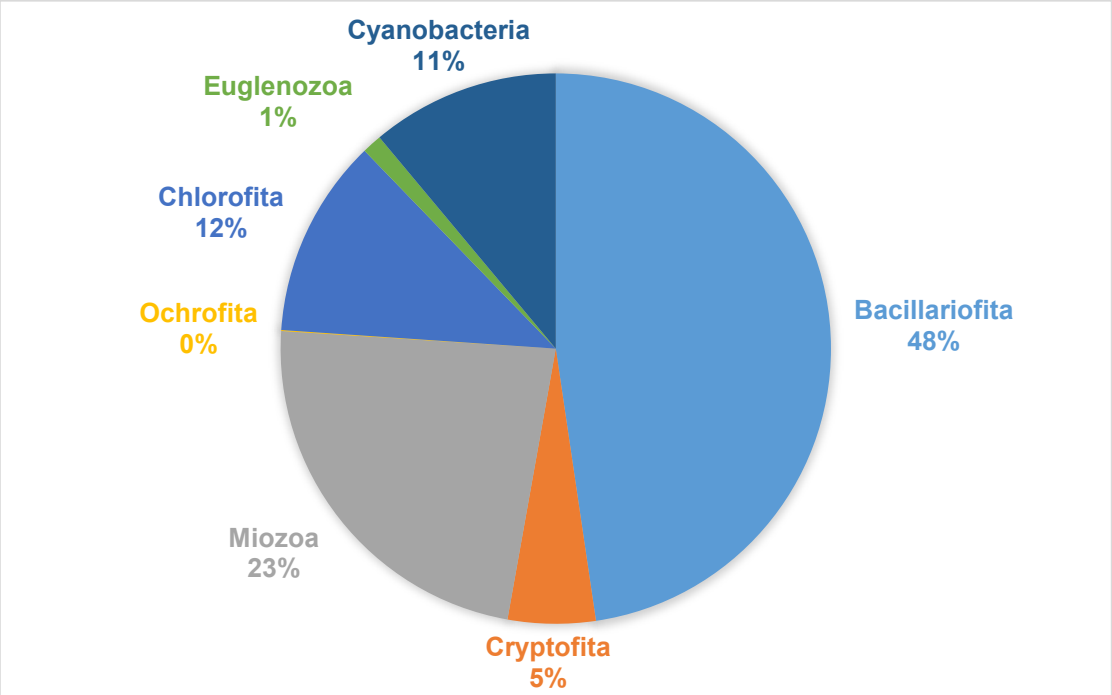


Figura IV.39. Porcentajes de contribución a la abundancia de los fila observados.

El taxa que presentó la mayor abundancia fue *Gymnodinium spp*, la cual alcanzó una abundancia total de $1.4x10^5$ cel l^{-1} representando el 12% de la abundancia, seguida por *Asterionelopsis glacialis* con el 10% ($1.1x10^5$ cel l^{-1}), y por *Cylindrotheca closterium* la cual representó el 6% de la abundancia ($6.2x10^4$ cel l^{-1}) (ver siguiente figura).

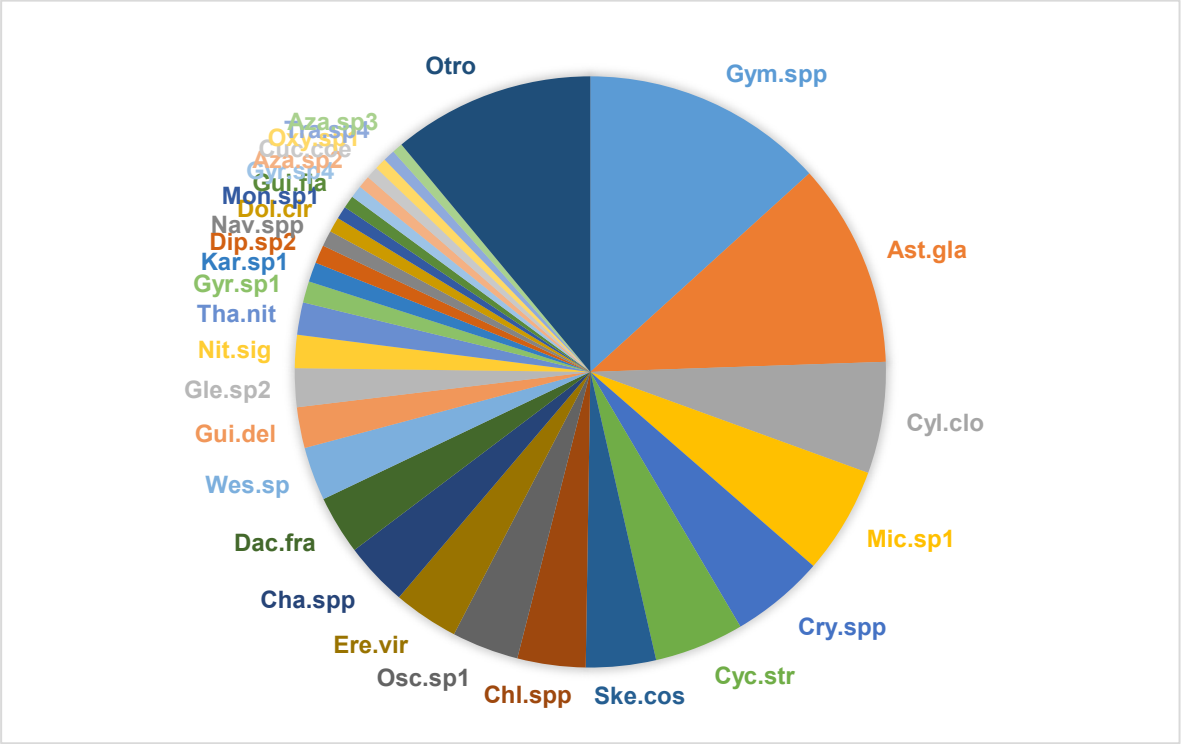


Figura IV.40. Gráfico de distribución de abundancias de especies fitoplanctónicas. Los taxa nombrados como “Otros” presentaron abundancias menores a 1%.

El análisis de Olmsted-Tukey “O-T” clasificó 32 taxa como dominantes, cuya abundancia fue mayor a $1.3x10^3$ cel l^{-1} y estuvieron presentes en más de 9 muestras; 74 fueron clasificadas como raras con abundancias menores a $1.3x10^3$ cel l^{-1} y presentes en menos de 9 muestras; 29 ocasionales con abundancias menores a $1.3x10^3$ cel l^{-1} y que se presentaron en más de 9 muestras; y ninguna clasificada como constante (ver siguiente figura).

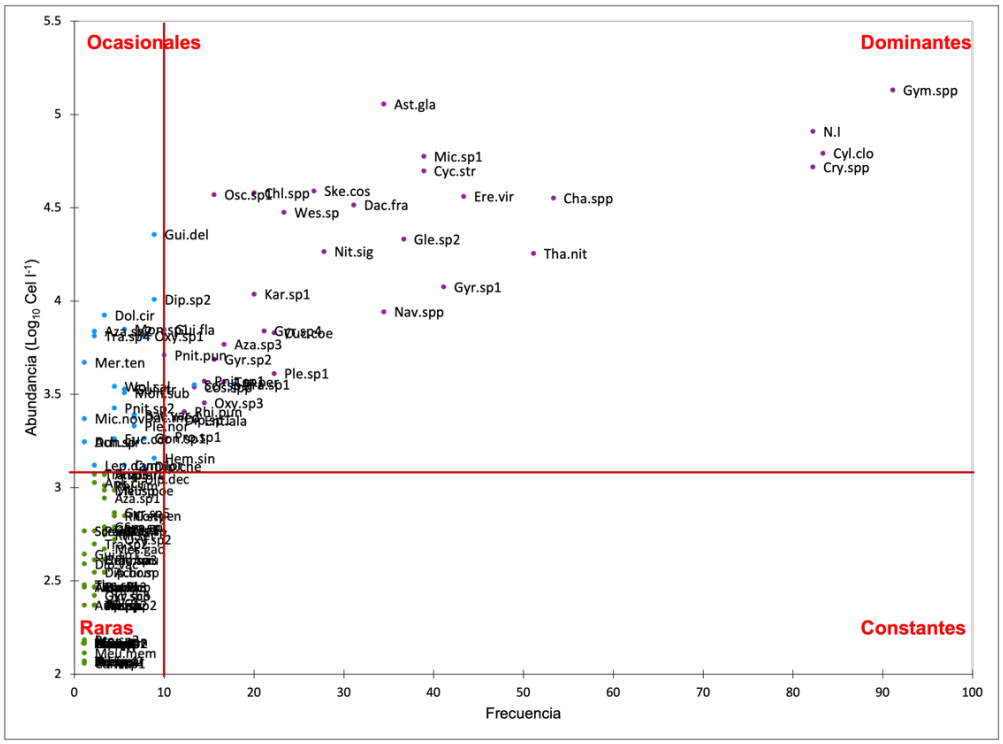


Figura IV.41. Diagrama Olmsted-Tukey de las especies fitoplantónicas. (se incluye de manera anexa para mejor apreciación)

La distribución de la riqueza y abundancia a lo largo de la columna de agua presentaron variaciones entre los tres niveles y entre las estaciones, presentándose las mayores abundancias y riquezas en las estaciones ubicadas más al norte, frente al estado de Veracruz (estaciones 1-6 frente a la laguna de Tamiahua), y más al sur, frente al estado de Tabasco (estaciones 23-30). Cabe mencionar que esta distribución de abundancia y riqueza está influenciada por el comportamiento hidrodinámico del área de estudio.

La riqueza (25 taxa) y diversidad promedio (3.62 H’) más altas se presentaron en la porción Norte de la zona de estudio. Esta zona se caracterizó por presentar abundancias por encima de las 4x103 cel l-1 en la mayoría de las estaciones. En la zona Centro se presentó la mayor equitatividad promedio (0.81 J’) y la menor riqueza con 21 taxa; en todas sus estaciones se presentaron abundancias bajas (>4x103 cel l-1). Por otro lado, en la zona Sur se registró la diversidad promedio más bajo (3.13 H’) junto con la mayor dominancia y menor equitatividad promedio (0.22 D’ y 0.70 J’, respectivamente); en esta zona también se registraron la mayoría de las estaciones con mayor abundancia del estudio (20, 23, 28 y 30), la más baja en la estación 29

(ver siguientes figuras). Cabe mencionar que esta distribución de abundancia y riqueza está influenciada por el comportamiento hidrodinámico del área de estudio.

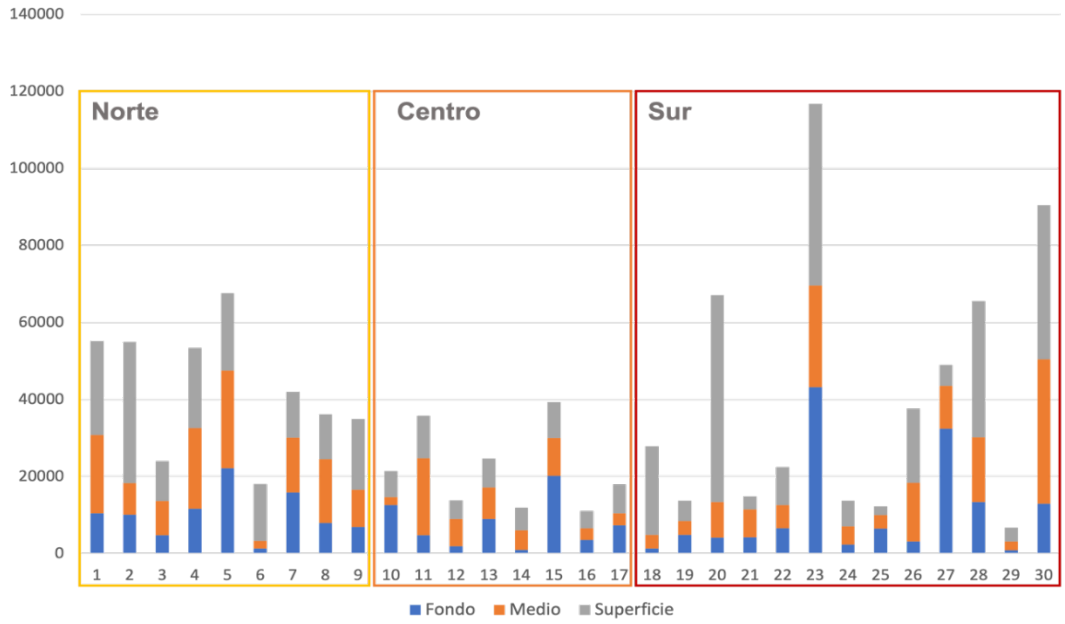


Figura IV.42. Distribución de la abundancia total del fitoplancton en la zona costera del Golfo de México para los tres niveles de muestreo.

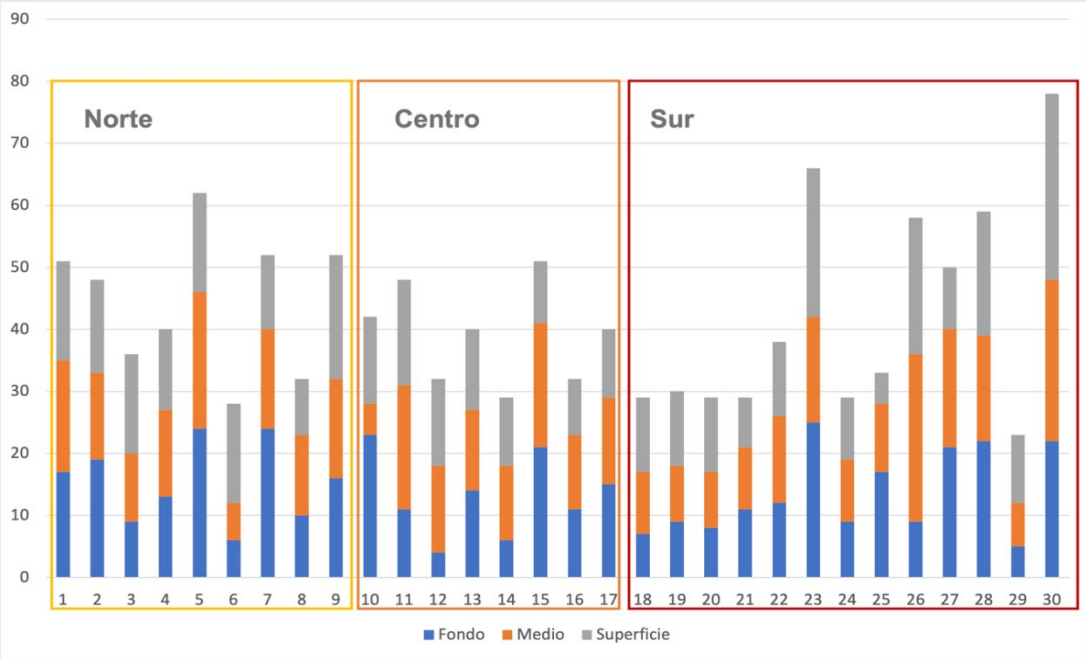


Figura IV.43. Distribución de la riqueza a lo largo de la columna de agua.

El dendograma resultante del análisis de similitud de Jaccard, junto con el valor de correspondencia cofenetica (r = 0.623) reflejan la baja similitud que presentaron las comunidades presentes en cada una de las muestras, tanto por ubicación geográfica como por nivel en columna de agua. Estos resultados se respaldaron con la ordenación del análisis multivariado (NMDS), donde tampoco se pudo observar algún grupo o patrón de distribución (ver siguiente figura).

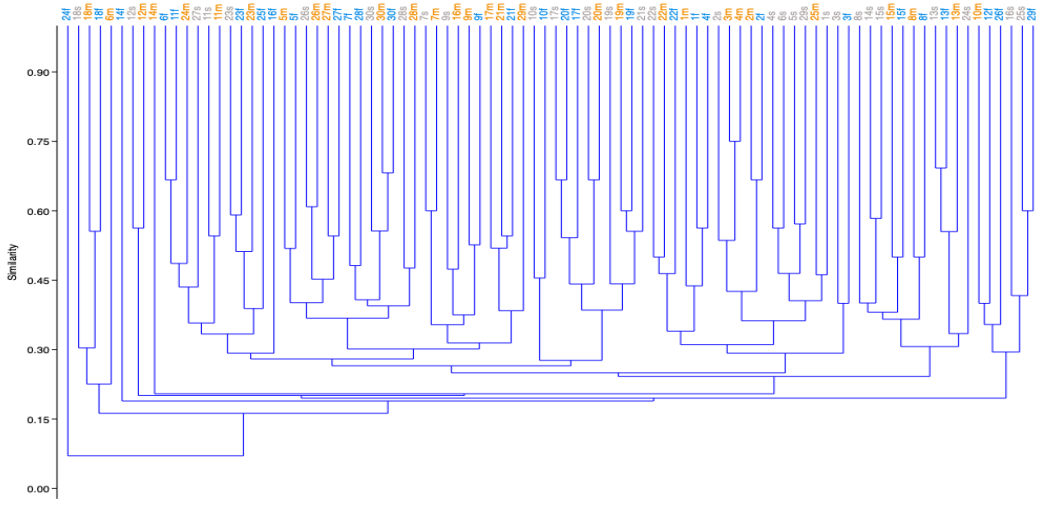


Figura IV.44. Dendrograma de Similitud entre estaciones basado en la presencia-ausencia de especies. Gris: superficie; naranja: media columna; azul: fondo.

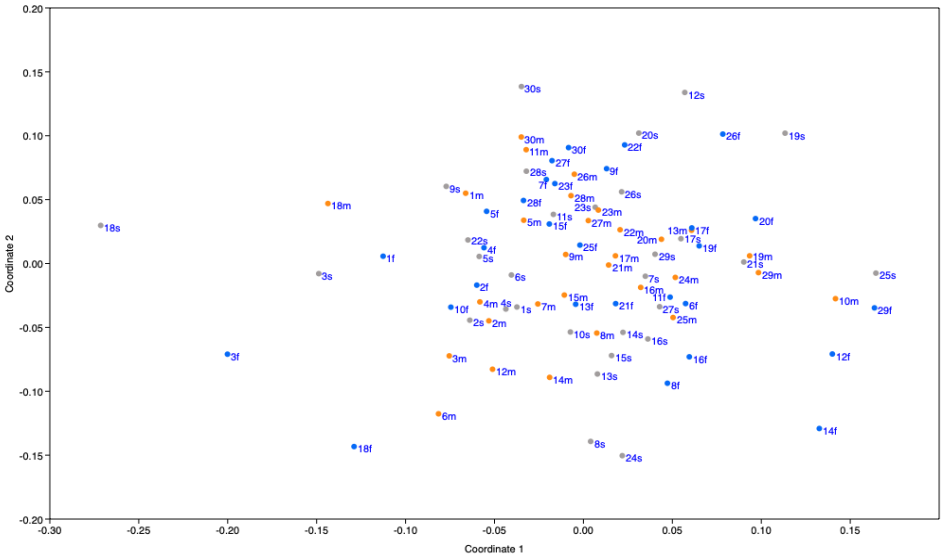


Figura IV.45. Gráfico NMDS. Ordenación de estaciones basada en la estructura de la comunidad de fitoplancton y su similitud. Superficie: gris, Medio: Naranja, Fondo: azul. Stress 0.34.

El resultado arrojado por el Análisis de Componentes Principales (ACP) mostró que el 61.64% de la variación fue explicada en los dos primeros ejes, de los cuales, el Componente 1 (C1) estuvo conformado positivamente por la Salinidad, pH, y negativamente por la Clorofila a, el índice TRIX y los Nitritos. Mientras el Componente 2 (C2) se formó por los Nitratos (ver siguiente figura).

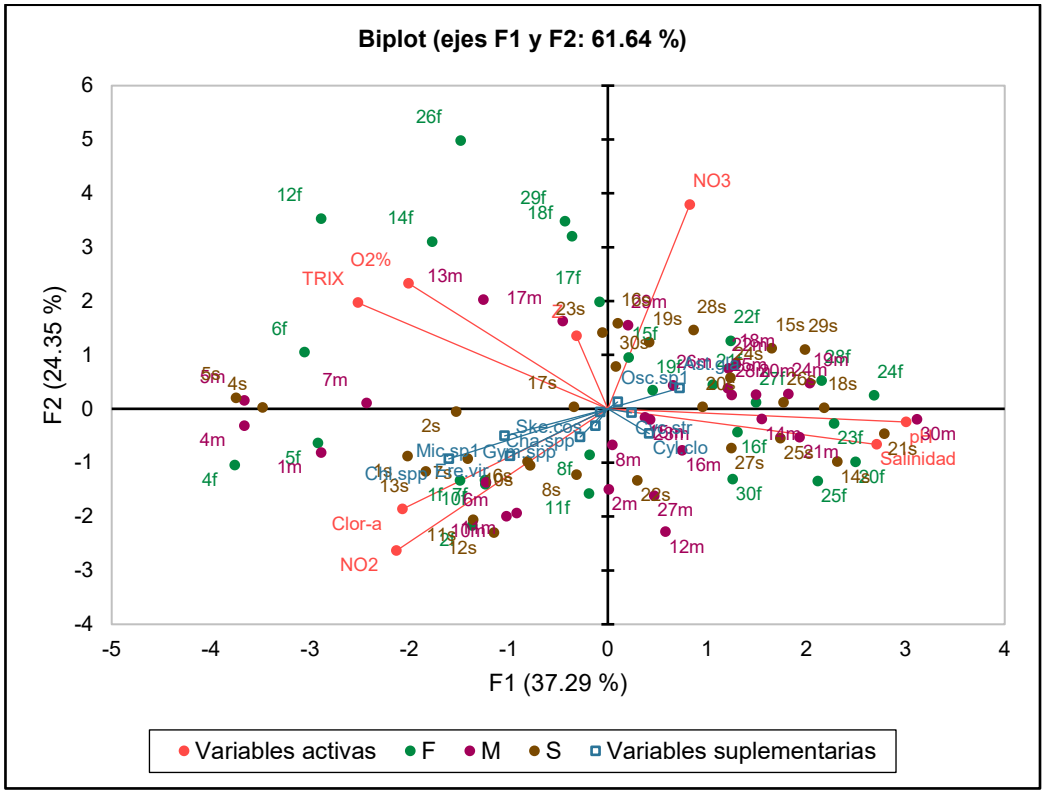


Figura IV.46. Biplot del ACP en el que se agregaron las especies fitoplanctónicas más importantes para diferenciar entre niveles de muestreo.

En el caso de las variables suplementarias se pudo observar una relación positiva con la clorofila *a* y los nitritos, y negativa con la salinidad y pH, esto por parte de la mayoría de las especies, lo que presume que existe una remezcla de agua en la que la baja salinidad propicia mayor abundancia de especies.

(a) Discusión

El Golfo de México se caracteriza por presentar tres épocas climáticas (secas, lluvias y nortes), con condiciones ambientales particulares. De las tres, la época de nortes, época en la que se realizó el muestreo, se caracteriza por presentar una disminución en la temperatura y fuertes vientos que afectan directamente a la columna de agua, propiciando su mezcla, principalmente en la isobata de 200 m, y la disminución de la temperatura y salinidad (Monreal-Gómez et al., 2004). Esto puede explicar la homogeneidad que presentó la comunidad de fitoplancton a lo largo de la zona de muestreo, y que se pudo observar con los resultados del análisis de similitud y con el análisis de ordenación, y que corresponde con la relación negativa entre las especies dominantes y la salinidad en el ACP (Análisis de Componentes Principales).

A pesar de que no se encontró una agrupación validada estadísticamente, fue posible observar patrones generales que coinciden y pueden ser explicadas con las características ambientales presentes durante el muestreo, como es el caso de la mayor abundancia de fitoplancton, localizada en la estación 23, que coincide con la concentración más elevada de ortofosfatos. Como se hace referencia en la sección de Química Marina dentro del apartado abiótico. Agua, la resuspención de sedimento conlleva a un aumento en las concentraciones de ortofosfatos en la columna de agua, esta resuspención también incorpora microalgas, aportando especies que pueden ser de vida netamente bentónica o planctónicas que fueron depositadas. El efecto de la resuspención de sedimento, ya sea por el efecto del evento de norte que tuvo lugar durante la colecta de muestras en la zona norte o por las surgencias que caracterizan la zona sur, se puede ver en el aumento del número de organismos, en ambas zonas, de especies consideradas bentónicas, como es el caso de los géneros *Diploneis, Nitzschia, Navicula, Amphora y Mastogloia*.

La zona Centro y algunas estaciones de la zona Sur (estaciones 18-22) presentaron, en general, una menor riqueza y abundancia, lo que puede estar relacionado a los cambios en la circulación, convirtiendo al área en una zona de transición y mezcla. Estos procesos hidrodinámicos influyen en las comunidades de fitoplancton de manera directa por la turbulencia a la que se ven sometidas las células, favoreciendo solo el desarrollo de especies resistentes. El efecto de mezcla también fue posible observarlo en las muestras de fondo y media agua; si bien, no influyó en la riqueza que se mantuvo constante en toda la columna de agua, si afecto la abundancia que parece disminuir hacia el fondo.

La zona Sur también se caracterizó por presentar las riquezas y abundancias más altas del estudio, específicamente en las estaciones 23 y 30. Ambas se localizaron en la zona más cercana a la costa de sus transectos y frente a la desembocadura de ríos importantes: E23 frente al río

Coatzacoalcos, y la E30 frente al río Grijalva. Estas descargas pueden estar significando un aporte de especies, así como de nutrientes que son aprovechados por la comunidad fitoplanctónica.

De manera general el área de estudio **presentó una riqueza y diversidad alta en la mayoría de las estaciones**, característica que es propia de las zonas costeros (H'>3 bits/ind) y con lo reportado para el Golfo de México (Orduña Medrano, 2012). La distribución de la abundancia y riqueza entre los Fila registrados coincide con lo reportado por Merino-Virgilio et al. (2013), quienes describen una estructura similar en la zona de la isobata de 200 m en la Península de Yucatán.

Otra característica en común con los resultados de ese estudio es la alta abundancia de especies consideradas dulceacuícolas (Filo Cyanobacteria) en la zona marina, esto se relaciona con la presencia de ambientes epicontinentales que descargan en la zona. El Golfo de México se caracteriza por el alto número de sistemas estuarinos que se localizan en toda su orilla, sistemas con los que se tiene una comunicación constante (Contreras & Castañeda, 2004), y que influyen directamente sobre las condiciones ambientales con el aporte de nutrientes, y a las comunidades de fitoplancton al aportar especies consideradas dulceacuícolas y/o estuarinas, como son los casos de: i)*Microcystis* spp. que alcanzó su mayor abundancia en las estaciones ubicadas frente a la laguna de Tamiahua, ii) como *Asterionelopsis glacialis,* que alcanzó su mayor abundancia en la estación 23 frente a la descarga del río Tonalá; iii) *Skelletonema* cf. *costatum* junto con *Cylindrotheca closterium* con sus abundancias más altas ubicadas en la estación 28 frente al puerto de Dos Bocas; iv) el género *Guinardía*, que alcanzó su abundancia máxima en la estación 30, frente a la descarga del río Grijalva.

Estos taxa junto con los géneros *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*, *Rhizosolenia, Thalassionema* y *Gymnodinium*, son considerados posibles formadores de Floraciones Algales Nocivas (FAN), al contar con especies que pueden causar daño físico o envenenamiento en organismos, y han sido reportados con anterioridad para la zona durante todas las temporadas climáticas, principalmente para las costas del estado de Veracruz (Aké-Castillo et al., 2018; Aké-Castillo et al., 2014) y la Bahía de Campeche (Poot-Delgado & Guzmán-Noz, 2010), tanto en abundancias bajas como en eventos de FAN (con abundancias entre los 10^5 a 10^6 órdenes de magnitud, dependiendo de la especie),en la siguiente imagen se muestran algunos de los individuos registrados.

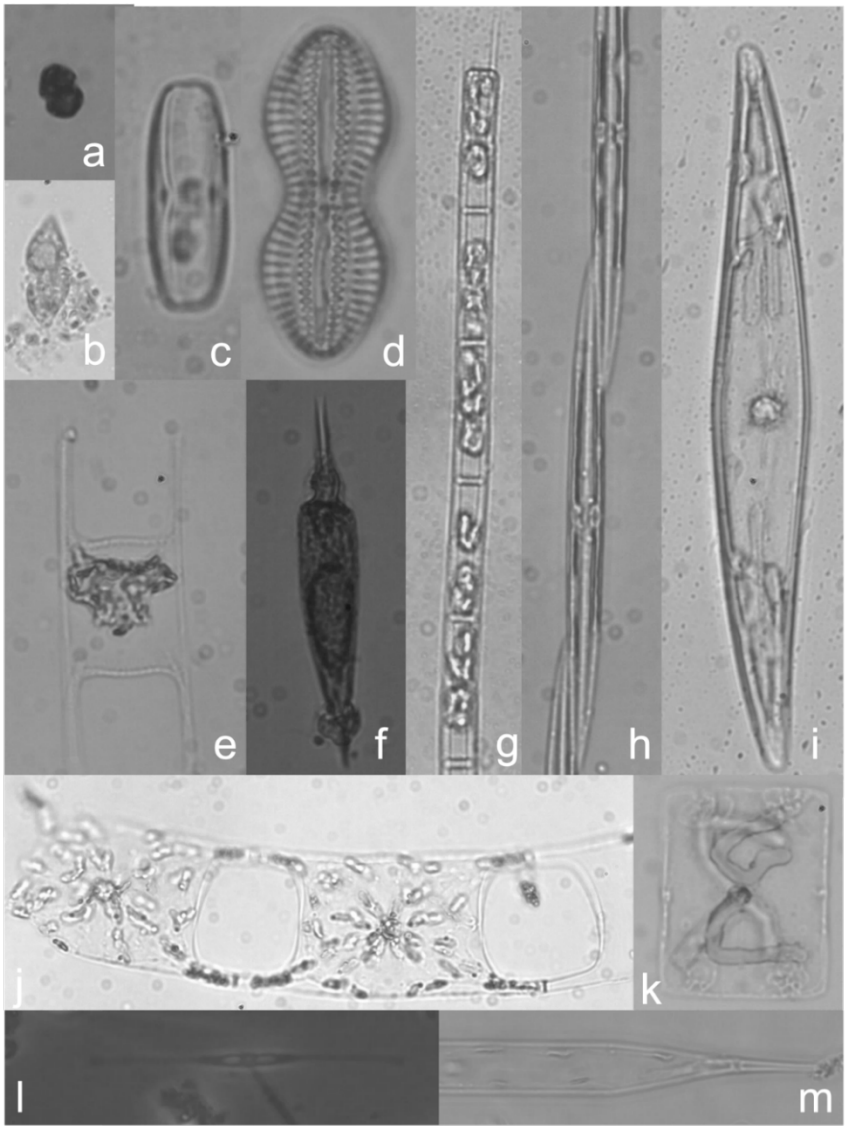


Figura IV.47. a) Karenia sp.1, b) Balechina coerulea, c) Amphora sp.3.; d) Diploneis chersonensis, e) Eucampia cornutai, f) Oxytoxum scolapax, g) Guinardia delicatula, h) Pseudo-nitzschia ep., i) Pleusrosigma sp.2, j) Hemiaulus haukii, k) Meuniera membranacea, l) Cylindrotheca closterium, m) Rhizosolenia sp.

IV.6.2. Zooplancton

(a) Biomasa

La biomasa osciló de 5.7 g/100 m^3 a 43.1 g/100 m^3 (promedio 17.9 g/100 m^3). La mayor biomasa zooplantónica se registró en la estación E3 (área del proyecto), mientras que la menor se registró en la estación E30 (SAR). Mediante la siguiente tabla se muestra lo referido).

Tabla IV.4. Biomasa zooplanctónica registrada en los arrastres realizados.

Estación	Biomasa (g./100m³)		Estación	Biomasa (g./100m³)
E1	14.0		E16*	33.2
E2	16.7		E17	24.5
E3*	43.1		E18*	29.7
E4*	35.3		E19*	35.8
E5*	11.6		E20*	16.8
E6*	5.8		E21*	19.5
E7	18.3		E22	18.9
E8*	11.5		E23	26.8
E9	9.6		E24*	24.6
E10*	7.9		E25	15.4
E11	9.0		E26	22.6
E12*	10.2		E27	13.7
E13	11.4		E28*	8.9
E14*	9.1		E29	14.0
E15	13.4		E30	5.7

*Sitios de muestreo dentro del trazo del proyecto.

(b) Composición de la comunidad de zooplancton

En promedio se contabilizaron un total de 455,516 organismos pertenecientes a 11 phylum, 5 subfilos, 18 clases, 14 subclases, 30 órdenes, 17 subórdenes, 7 infraordenes, 23 superfamilias, 60 familias y 8 subfamilias (ver siguiente imagen y tabla).

En la zona norte (estaciones E1-E9) se registraron 79 taxas de los cuales Bryozoa, Caprellidae, Cliidae, Cuninidae, Hymenosomatidae, Lysiosquillidae, Paraphronimidae y Litiopidae se

registraron exclusivamente en dicha zona; en la zona centro (estaciones E10-E17) se registraron 70 taxas de los cuales Campanulariidae, Cerithiidae y Pterotracheidae fueron exclusivos en la zona; en la zona sur (estaciones E18-E30) se registraron 75 taxas de los cuales Cymbuliidae, Magelonidae, Amphipoda, Pyrosomatinae y Ctenophora fueron propios de la zona (ver anexo Listado de registros).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.48. Distribución de la biomasa zooplanctónica en el área de estudio.

Tabla IV.5. Listado sistemático de los grupos del zooplancton determinados.

Reino Animalia
Phylum Annelida
Clase Polychaeta
Subclase Polychaeta
Familia Magelonidae
Subclase Sedentaria
Orden Spionida
Suborden Spioniformia

Reino Animalia
Familia Spionidae
Orden Terebellida
Suborden Terebelliformia
Familia Terebellidae
Subclase Errantia
Orden Phyllodocida
Suborden Phyllodocida
Familia Tomopteridae
Phylum Arthropoda
Clase Ostracoda
Familia Typhloscolecidae
Clase Hexanauplia
Subclase Copepoda
Clase Branchiopoda
Subclase Phyllopoda
Orden Ctenopoda
Familia Sididae
Clase Malacostraca
Subclase Hoplocarida
Orden Stomatopoda
Suborden Unipeltata
Superfamilia Gonodactyloidea
Familia Gonodactylidae
Superfamilia Lysiosquilloidea
Familia Lysiosquillidae
Superfamilia Squilloidea
Familia Squillidae
Subclase Eumalacostraca
Orden Amphipoda
Suborden Hyperiidea
Infraorden Physocephalata
Superfamilia Platysceloidea
Familia Thamneidae
Familia Platyscelidae
Familia Lycaeopsidae
Familia Eupronoidae
Superfamilia Vibilioidea
Familia Vibiliidae
Superfamilia Platysceloidea
Familia Oxycephalidae

Reino Animalia
Superfamilia Vibilioidea
Familia Paraphronimidae
Superfamilia Phronimoidea
Familia Phrosinidae
Familia Lestrigonidae
Familia Brachyscelidae
Suborden Senticaudata
Infraorden Corophiida
Superfamilia Caprelloidea
Familia Caprellidae
Orden Cumacea
Orden Decapoda
Suborden Dendrobranchiata
Superfamilia Sergestoidea
Familia Luciferidae
Familia Sergestidae
Clase Subclase
Superfamilia Penaeoidea
Familia Solenoceridae
Clase Subclase
Suborden Pleocyemata
Infraorden Achelata
Infraorden Anomura
Superfamilia Paguroidea
Familia Paguridae
Infraorden Caridea
Superfamilia Oplophoroidea
Familia Acanthephyridae
Familia Oplophoridae
Superfamilia Alpheoidea
Familia Alpheidae
Familia Hippolytidae
Superfamilia Palaemonoidea
Familia Palaemonidae
Superfamilia Pasiphaeoidea
Familia Pasiphaeidae
Infraorden Brachyura
Superfamilia Hymenosomatoidea
Familia Hymenosomatidae
Infraorden Axiidea

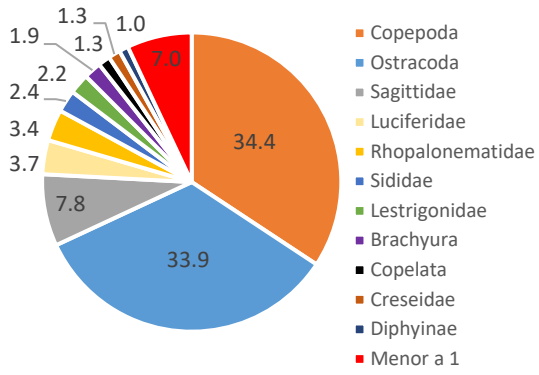
Reino Animalia
Familia Callianassidae
Infraorden Anomura
Superfamilia Galatheoidea
Familia Porcellanidae
Orden Euphausiacea
Familia Euphausiidae
Orden Isopoda
Suborden Cymothoida
Superfamilia Cymothooidea
Familia Cirolanidae
Orden Mysida
Familia Mysidae
Phylum Brachiopoda
Phylum Bryozoa
Phylum Chaetognatha
Clase Sagittoidea
Orden Aphragmophora
Familia Sagittidae
Phylum Chordata
Clase Appendicularia
Orden Copelata
Clase Actinopteri
Subclase Teleostei
Orden Cypriniformes
Familia Cyprinidae
Clase Thaliacea
Orden Doliolida
Orden Pyrosomatida
Familia Pyrosomatidae
Subfamilia Pyrosomatinae
Orden Salpida
Phylum Cnidaria
Clase Anthozoa
Subclase Hexacorallia
Orden Actiniaria
Clase Scyphozoa
Subclase Coronamedusae
Orden Coronatae
Familia Nausithoidae
Clase Hydrozoa

Reino Animalia
Subclase Hydroidolina
Orden Siphonophorae
Suborden Calycophorae
Familia Abylidae
Subfamilia Abylinae
Familia Abylidae
Subfamilia Abylopsinae
Familia Diphyidae
Subfamilia Diphyinae
Familia Prayidae
Subfamilia Prayinae
Familia Diphyidae
Subfamilia Sulculeolariinae
Suborden Physonectae
Orden Anthoathecata
Suborden Aplanulata
Familia Corymorphidae
Suborden Filifera
Familia Pandeidae
Orden Leptothecata
Familia Campanulariidae
Subclase Trachylinae
Orden Limnomedusae
Familia Geryoniidae
Orden Narcomedusae
Familia Solmundaeginidae
Familia Cuninidae
Orden Trachymedusae
Familia Rhopalonematidae
Phylum Ctenophora
Phylum Echinodermata
Clase Asteroidea
Clase Echinoidea
Clase Ophiuroidea
Phylum Hemichordata
Phylum Mollusca
Clase Bivalvia
Clase Cephalopoda
Clase Gastropoda
Subclase Caenogastropoda

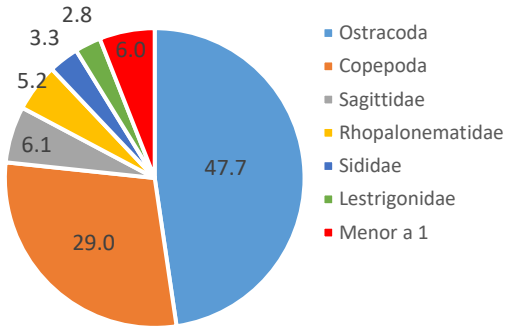
Reino Animalia
Orden Caenogastropoda
Superfamilia Cerithioidea
Familia Cerithiidae
Familia Litiopidae
Orden Littorinimorpha
Superfamilia Velutinoidea
Familia Velutinidae
Subfamilia
Superfamilia Pterotracheoidea
Familia Atlantidae
Familia Pterotracheidae
Orden Neogastropoda
Superfamilia Muricoidea
Familia Muricidae
Subfamilia Coralliophilinae
Subclase Heterobranchia
Orden Pteropoda
Suborden Euthecosomata
Superfamilia Cavolinioidea
Familia Cavoliniidae
Subfamilia Cavoliniinae
Familia Cliidae
Familia Creseidae
Superfamilia Limacinoidea
Familia Limacinidae
Suborden Pseudothecosomata
Superfamilia Cymbulioidea
Familia Cymbuliidae
Suborden Gymnosomata

En promedio se cuantificaron 10,151.2 org/100 m³, Copepoda, Ostracoda, Sagittidae, Luciferidae y Rhopalonematidae fueron los grupos que contribuyeron con el 83.2% de la densidad relativa de la comunidad zooplanctónica. En la zona norte en promedio se cuantificaron 1,814.7 org./100m³, Ostracoda, Copepoda, Sagittidae, fueron los grupos que contribuyeron con el 82.8% de la densidad relativa de la comunidad zooplanctónica. Los taxas que aportaron las densidades máximas fueron Ostracoda y Copepoda, mientras que los taxas que aportaron menos del 1% de la densidad relativa (grupo “menores de 1%”) estuvo constituido por 73 taxas con baja densidad y frecuencia de aparición. En la zona centro en promedio se registraron 573.3 org/100m³,

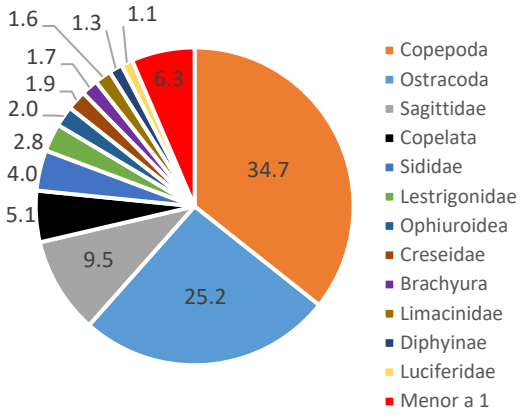
Copepoda, Ostracoda, Sagittidae, Copelata, Sididae y Lestrigonidae fueron los grupos que contribuyeron con el 81.3% de la densidad relativa de la comunidad. Los taxas que aportaron las densidades máximas fueron Copepoda y Ostracoda, mientras que los taxas que aportaron menos del 1% fueron 57 taxas con baja densidad y frecuencia de aparición. En la zona sur en promedio se registraron 1,033.7 org/100m³, Copepoda, Ostracoda, Luciferidae, Sagittidae y Brachyura fueron los grupos que contribuyeron con el 82.5% de la densidad relativa. Nuevamente Copepoda y Ostracoda fueron los taxas que aportaron las densidades máximas, mientras que los taxas que aportaron menos del 1% de la densidad relativa estan constituido por 54 (ver siguiente figura).



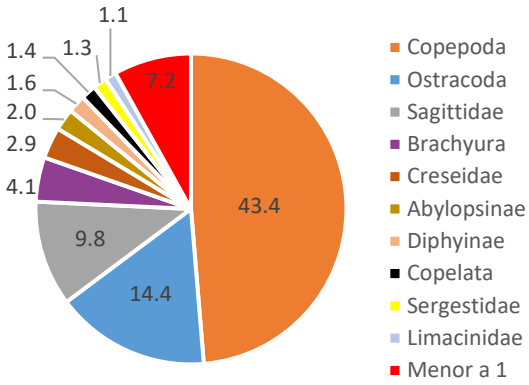
General



Zona norte



Zona centro



Zona sur

Figura IV.49. Densidad relativa de los taxas del zooplancton registrados en cada zona.

La mayor densidad de zooplancton que se registró en la zona norte fue en la estación E4 (69,681 org./100m^3) y la menor en la estación E8 (3,456 org./100m^3). La riqueza total en la zona fue de 79 taxas, con un máximo de 45 taxas registrados en la estación E8. En la zona centro se registraron las menores densidades de las tres zonas, con un máximo de 16,027 org./100m^3 en la estación E17 y la menor densidad se registró en la estación E10 con 1,850 org./100m^3. La riqueza máxima fue de 70 taxas en la estación E14. La zona tuvo la mayor densidad en la estación E23 con 14,007 org./100m^3, y la menor en la localidad E29 con 2,722 org./100m^3. La riqueza de taxas estuvo constituida por 75, registrando la mayor cantidad en la estación E21 con 46 taxas y le menor en la estación E27 con 25 taxas (ver siguiente figura).

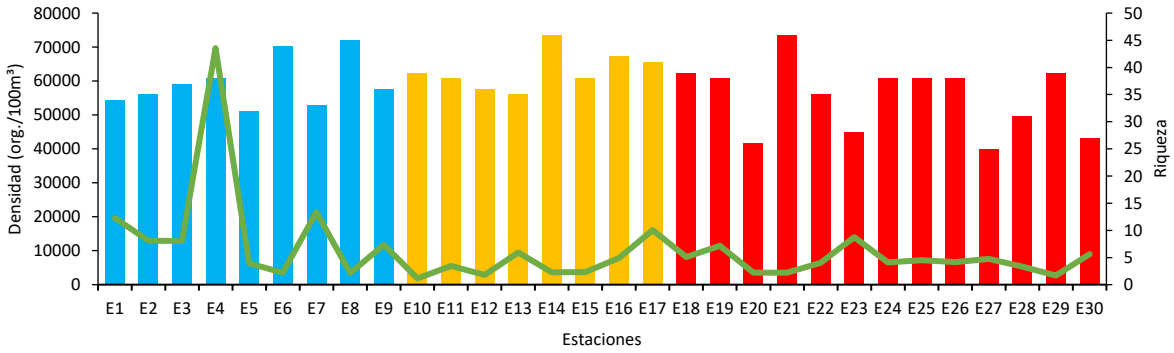


Figura IV.50. Riqueza por zona: Norte = , Centro = y Sur = ; Densidad (org./100m^3) = ..

(c) Índices y pruebas ecológicas

Mediante la prueba de asociación se observa que los taxas dominantes fueron 35, los constantes fueron 2, los ocasionales 6 y las raras 46. En el grupo de las especies dominantes destaca la presencia de Brachyura, Copepoda, Diphyinae, Limacinidae, Luciferidae y Sagittidae con frecuencia de aparición del 100% (ver siguiente figura).

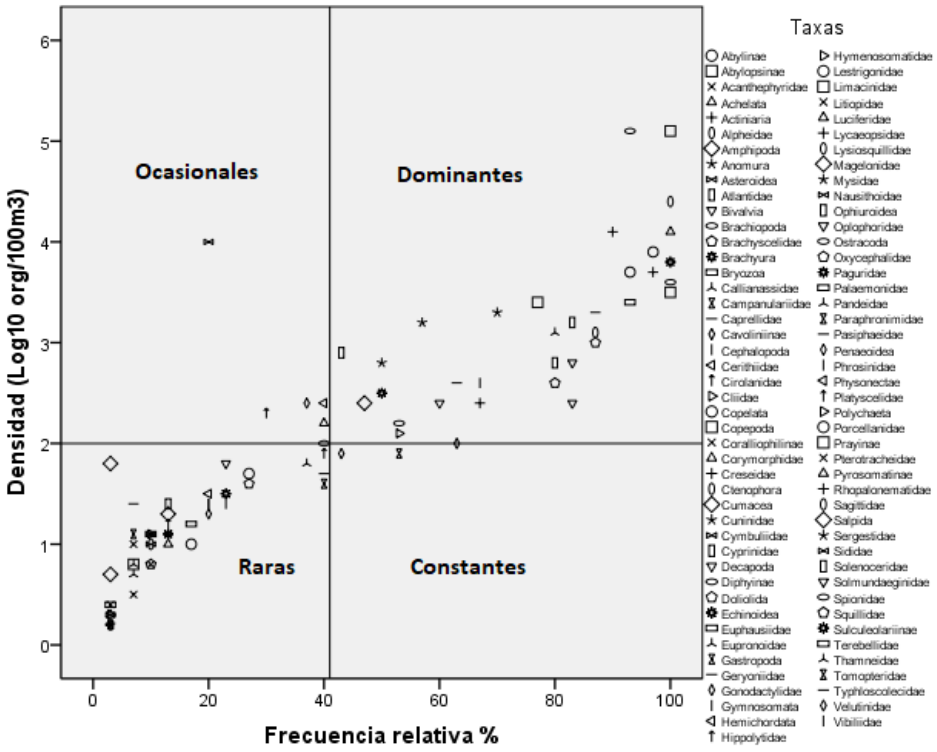


Figura IV.51. Análisis Olmstead-Tukey de los taxas registrados del zooplancton.

La prueba de asociación Olmstead-Tukey para la zona norte muestra que 31 taxas dominaron, 5 fueron ocasionales, 2 constantes y 41 raras. Los taxas Ostracoda, Copepoda, Sagittidae, Rhopalonematidae, Lestrigonidae, Brachyura, Pasiphaeidae, Diphyinae, Luciferidae, Limacinidae y Ophiuroidea se registraron en las 9 estaciones de la zona. En lo que respecta a la zona centro, la prueba muestra a 29 taxas dominantes, 1 ocasional, 4 constantes y 36 raras. Los taxas Copepoda, Ostracoda, Sagittidae, Copelata, Lestrigonidae, Rhopalonematidae, Ophiuroidea, Creseidae, Brachyura, Limacinidae, Diphyinae, Luciferidae, Euphausiidae, Abylopsinae, Doliolida, Mysidae, Phrosinidae, Atlantidae y Brachiopoda se registraron en las 8 estaciones de la zona. Por último en la zona sur, 29 taxas fueron los dominantes, 2 ocasionales, 7 constantes y 37 raras. Los taxas Copepoda, Luciferidae, Sagittidae, Brachyura, Creseidae, Diphyinae, Limacinidae y Euphausiidae se registraron en todas las estaciones de la zona. Los taxas Brachyura, Copepoda, Diphyinae, Limacinidae, Luciferidae y Sagittidae registraron 100% de frecuencia de aparición en las tres zonas siendo los taxas dominantes en la comunidad de zooplanctónica (ver siguiente figura).

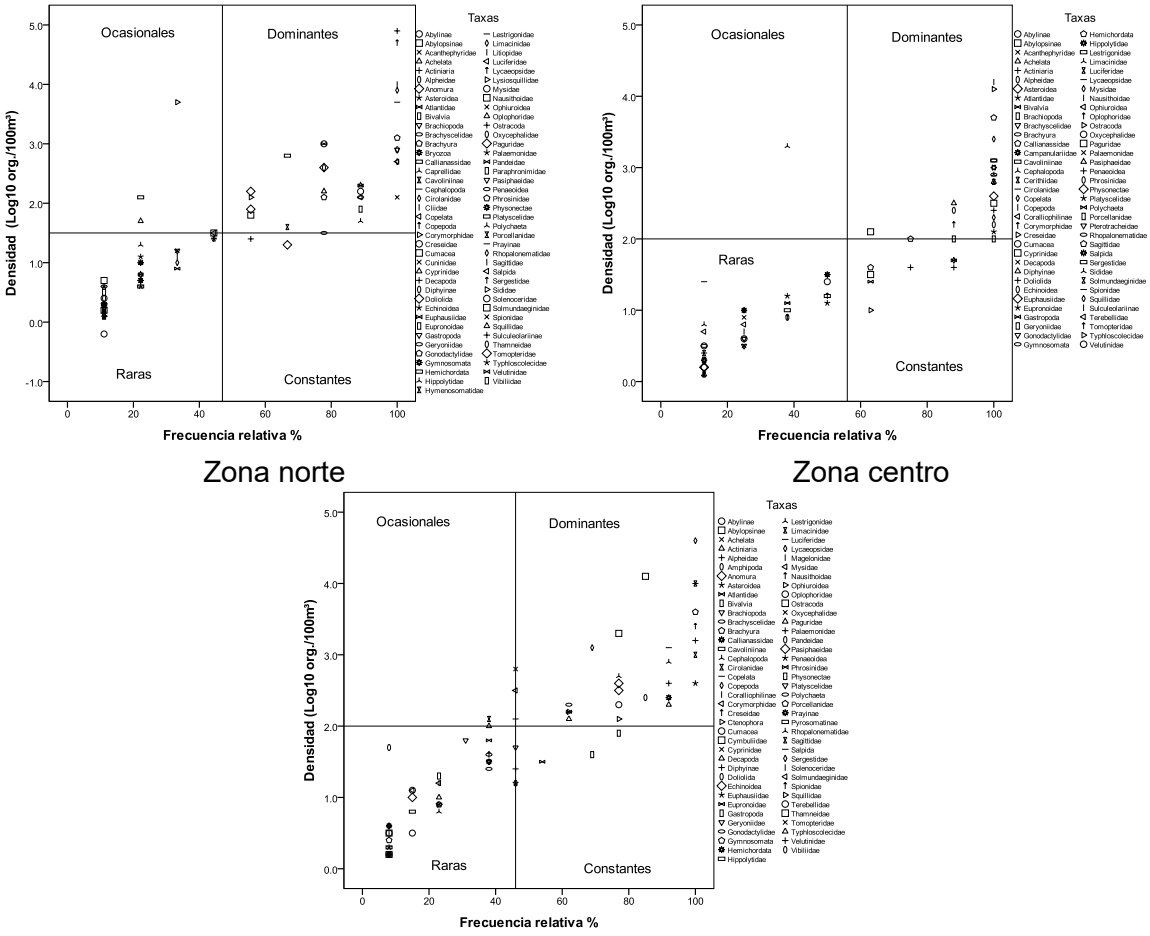


Figura IV.52. Análisis Olmstead-Tukey de los taxas registrados en las tres zonas.

El análisis de correspondencias canónica (ACC) aplicado a los datos de las variables físicas y biológicas de las muestras de zooplancton, explicó el 58.5% de la varianza acumulada con relación especies-ambiente en los dos primeros ejes, con una correlación en el eje 1 de: F=2.486, p=0.0140 y de F=1.622, p=0.0020 en el resto de los ejes (ver siguiente tabla).

Tabla IV.6. Resumen del análisis de correspondencias canónica.

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Valor de los ejes	0.073	0.057	0.033
Correlación especies ambiente	0.918	0.794	0.846
Varianza acumulada (%)			

Abundancia de grupos	9.8	17.4	21.8
Relación grupos-ambiente	32.8	58.5	73.5
Relación ambiente-ejes			
Temperatura (Temp)	**0.8811**	-0.1794	-0.0146
Salinidad (Sal)	**0.6575**	**-0.5429**	0.1763
Potencial de hidrógeno (pH)	**0.5077**	0.1936	-0.5334
Oxígeno disuelto (O_2)	**-0.7307**	0.2362	-0.1424
Clorofila-*a* (Clor-*a*)	**-0.4698**	0.0667	0.4145
Biomasa (Bio)	-0.1682	-0.1079	-0.9495

En el biplot en el eje 1 (r=0.918) se observa una fuerte correlación con la temperatura (r=0.8811) y el oxígeno disuelto (r=-0.7307). Las estaciones en el eje 2 (r=0.794) solamente tuvieron un valor alto de correlación con la salinidad (-0.5429).

Con respecto a la relación estaciones-variables ambientales en el biplot se puede observar un grupo de estaciones que va de la E1 a la E5, las cuales se correlacionan con los valores altos de oxígeno disuelto y clorofila-*a*, localidades que se encuentran en la zona norte del área de estudio. En el extremo derecho del biplot se observan las estaciones de la zona sur, las cuales están influencias principalmente por la temperatura y cerca del punto medio se registran en su mayoría las estaciones de la zona centro, las cuales no están respondiendo a alguna variable ambiental.

En el biplot de taxas del zooplancton-variables ambientales se observa como los taxas se asociaron a las variables ambientales, que en orden de importancia fueron: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y pH. Los taxas que se correlacionaron con la temperatura, salinidad y pH fueron: Abylinae, Acanthephyridae, Anomura, Asteroidea, Brachyscelidae, Cirolanidae, Cumacea, Cyprinidae, Eupronoidae, Gastropoda, Gonodactylidae, Hippolytidae, Luciferidae, Lycaeopsidae, Decapoda, Oxycephalidae, Platyscelidae, Sergestidae, Solenoceridae, Terebellidae y Vibiliidae. Los taxas que mostraron asociación con el oxígeno disuelto y la clorofila-*a* fueron: Achelata, Cliidae, Corymorphidae, Echinoidea, Hemichordata, Mysidae, Nausithoidae, Penaeoidea, Polychaeta, Porcellanidae, Sididae, Solmundaeginidae y Tomopteridae. Con respecto a los demás taxas y particularmente Brachyura, Copepoda, Diphyinae, Limacinidae y Sagittidae, aparecieron cerca del centro debido a que fueron los que aportaron mayor densidad y se distribuyeron ampliamente (ver siguientes figuras).

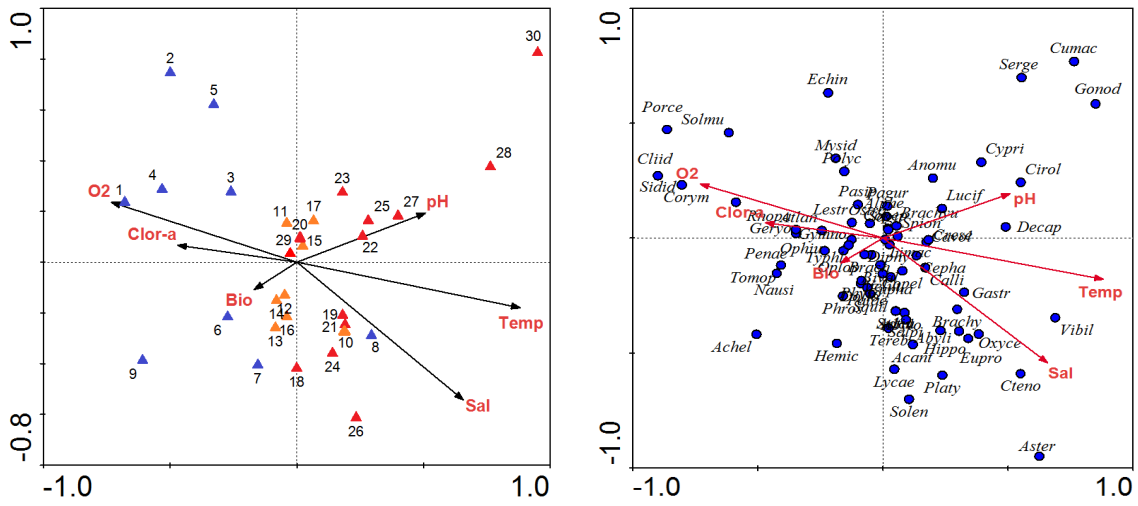


Figura IV.53. De izquierda a derecha: Biplot estaciones-variables ambientales y biplot taxas del zooplancton-variables ambientales. ▲=estaciones en zona norte, ▲=estaciones en zona centro, ▲=estaciones en zona sur, ●=taxas del zooplancton, Temp=temperatura, Sal=salinidad, pH=potencial de hidrógeno, Clor-a=clorofila-a y Bio=biomasa zooplanctónica.

En promedio la diversidad fue de 2.4 bits/ind. y la equidad de 0.5, lo que indica una comunidad equilibrada con pocos organismos dominantes. La dominancia en promedio fue 0.3, es decir, fue baja y por lo tanto, corresponde con los valores medios y altos de diversidad que se registraron en la mayoría de las estaciones. El promedio del índice de diversidad en la zona norte fue 2.2 bits/ind., el valor más alto se registró en la estación E5 con 2.7 bits/ind, con una equidad intermedia (0.5) y baja dominancia (0.2). En la zona centro la diversidad promedio fue de 2.7 bits/ind., el valor más alto se registró en la estación E16 con 3.5 bits/ind., la equidad tuvo valores altos (0.6) y la dominancia fue baja (0.2). En la zona sur la diversidad promedio fue de 2.4 bits/ind., la estación que tuvo el mayor valor fue la E25 con 3.2 bits/ind., la equidad fue alta (0.6) y la dominancia baja (0.2) (ver siguiente tabla y figura).

Tabla IV.7. Valores promedio de los índices de Equidad (J') Diversidad (H') dominancia (ʎ)

Zona	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (ʎ)
Norte	0.4	2.2	0.3
Centro	0.5	2.7	0.3
Sur	0.5	2.4	0.3
Promedio general	0.5	2.4	0.3

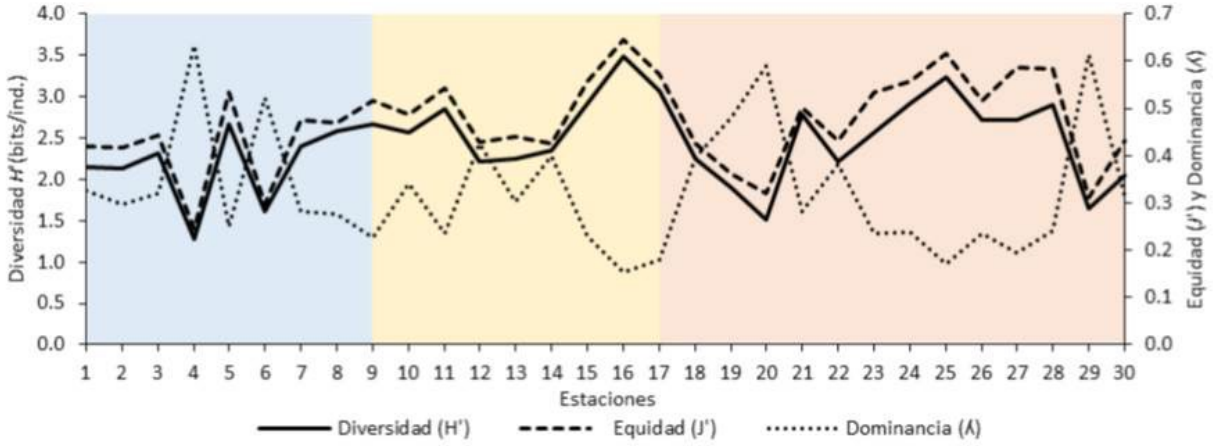


Figura IV.54 Valores de Diversidad H'(bits/ind.), Equidad (J') y Dominancia (Λ) que se registraron en cada una de las estaciones. Clasificación por zonas: Norte = , Centro = , Sur = .

(d) Discusión

En general la biomasa tuvo valores medios y altos, particularmente en la zona sur del área de muestreo se registró en promedio 19.4 g./100m^3. Con relación al estudio realizado por Zavala-García et al., 2016, el área muestreada en el trabajo de campo se encuentra mayormente en las zonas hidrográficas 1 y 2, que se caracterizan por tener a lo largo del año valores bajos de biomasa, así como el área 3 y parte del área 4, que se caracterizan por presentar valores intermedios y altos de biomasa respectivamente. El promedio de la biomasa zooplanctónica que se obtuvo en el presente estudio (17.9 g/100 m3) fue más alto a lo reportado por Zavala-García et al., 2016 para la primavera o “nortes” en las primeras cuatro regiones hidrográficas (de Veracruz a Tabasco),), y si únicamente se toma en cuenta los promedios obtenidos en las zonas norte (18.4 g./100m^3) y sur (19.4 g./100m^3), los resultados obtenidos son mayores a la región hidrográfica 5 (frente a las costas de Campeche), que en promedio Zavala-García et al., 2016 registraron 18.0 g./100m^3.

La biomasa zooplanctónica presenta diferentes valores en las diferentes porciones del SAR, los valores más altos se registraron en la zona norte y sur del área de estudio. La zona sur se caracteriza por tener valores intermedios y altos de biomasa zooplanctónica con promedios de 15 y 20 g./100m^3, y alcanzando biomasas de 39.6 g./100m^3 en algunas estaciones (García-Córdova 2011; Zavala-García et al., 2016). En el presente estudio se observa un ligero incremento y fluctuaciones bajas que va desde la estación E16 (33.2 g./100m^3) hasta llegar a la estación E26

(22.6 g./100m^3). Estos resultados pueden tener dos posibles explicaciones en función a lo observado por Gasca-Serrano et al., 1995, Zavala-García et al., 2016 y Cruz-Rosado et al., 2020. Los volúmenes de agua descargada de los ríos cercanos a la zona de estudio fueron altos y los vientos fuertes, este último factor pudo haber detonado en una intensificación de la surgencia de Yucatán.

Cabe señalar que durante el muestreo se presentó un evento de norte fuerte que se caracteriza por presentar lluvias (75 mm) y rachas de viento fuertes (60-70 km/h) así como la entrada del frente frío No. 38 que generó rachas de vientos en Veracruz y en las costas de Tabasco (CONAGUA, 2022). La presencia de dichos eventos produce intensa descarga de agua que arrastra nutrientes de los diferentes sistemas lagunares y ríos que desembocan en el Golfo de México (Zavala-García et al., 2016; Cruz-Rosado et al., 2020), mientras que el viento mezcla las aguas superficiales con las de fondo lo que suspende los nutrientes acumulados en el fondo. Todo lo anterior está relacionado con la alta productividad en la zona, debido a que, frente al estado de Tabasco, se registraron altas abundancias de fitoplancton tanto en las muestras in situ así como en las imágenes satelitales, lo que favorece la presencia de taxas que tuvieron las mayores densidades y por lo tanto aportaron mayor biomasa como los copépodos, que se alimentan principalmente del fitoplancton, y los ostrácodos que se alimentan de materia orgánica suspendida en el agua.

Previamente Zavala-García et al., 2016 y Cruz-Rosado et al., 2020 demostraron que las descargas de aguas continentales de los ríos y la surgencia de Yucatán están relacionadas con los valores de biomasa en el frente a las costas de Veracruz, Tabasco y Campeche.

La cantidad de 89 taxas que se registraron en el presente estudio es mayor a lo reportado por García-Córdova, 2011, lo que se debe principalmente a que en su estudio determinó en su mayoría grandes grupos y, por lo tanto, algunos taxas no fueron separados, lo que repercute en una menor cantidad de taxas determinados y por lo tanto en una baja riqueza. En cuanto a los principales grupos reportados por García-Córdova, 2011, el presente trabajo muestra que Copepoda, Ostracoda, Sagittidae, Luciferidae y Rhopalonematidae fueron los taxas dominantes y con las densidades más altas en la comunidad, coincidiendo únicamente con los copépodos y quetognatos registrados por García-Córdova, 2011 y Cruz-Rosado et al., 2020. La diferencia en la composición de los principales taxas podría deberse a la estacionalidad y las variables ambientales, en lo que respecta a Copepoda, Ostracoda, Sagittidae y Luciferidae su presencia y distribución se encuentra determinada por la dinámica hidrológica regional, caracterizada por la influencia de las masas de agua y la alta productividad (Suárez-Morales, 1992; Gasca-Serrano y Suárez-Morales, 1996; Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna, 2003; García-Córdova, 2011; Cházaro-

Olvera et al., 2017). En cuanto a la familia Rhopalonematidae Loman-Ramos et al., 2007 la reportan como una de las familias con mayor importancia en el sur del Golfo de México por sus altas abundancias en la zona. Zamponi y Genzano, 1990 demuestran que las hidromedusas de la familia Rhopalonematidae, pueden incrementar sus poblaciones considerablemente en las zonas costeras de elevada productividad planctónica y en aguas poco profundas, debido a que las aguas cálidas que promueven un rápido crecimiento de sus poblaciones. La densidad promedio de zooplancton registrada es menor a la observada por García-Córdova, 2011, debido al mayor número de muestras que analizó.

La alta densidad de zooplancton registrado en la zona norte, particularmente en la estación E4, aportada principalmente por los copépodos y ostrácodos, podría estar relacionado con la disponibilidad del alimento, debido a los valores altos de clorofila-a que se registraron en la zona norte, desde la estación E1 a la estación E5. Esto se puede observar en los perfiles verticales que exponen dicho incremento hasta llegar a los 50 metros de profundidad, y del análisis de correspondencias canónica (ACC) muestra como esas estaciones se relacionaron con los valores altos de clorofila-a y oxígeno disuelto. La densidad que se registró en la zona centro fue la más baja, esto coincidiendo con los valores bajos de biomasa que normalmente se registran en esa zona (Zavala-García et al., 2016), mientras que las densidades en la zona sur fueron altas, favorecidos por los nutrientes que ingresan a través de la descarga del rio Grijalva (Zavala-García et al., 2016; Cruz-Rosado et al., 2020).

Con respecto al ACC, la relación estaciones-variables ambientales muestra tres grupos de estaciones, principalmente se puede diferenciar la zona norte la cual esta correlacionada con los valores altos de oxígeno disuelto y clorofila-a. Las localidades de la zona centro no se correlacionaron con las variables ambientales, mientras que las estaciones de la zona sur respondieron principalmente a los valores altos de temperatura. Con respecto a lo registrado por García-Córdova, 2011, en el ACC de taxas del zooplancton-variables ambientales, observa que Sergestidae y Decapoda mostraron asociaciones similares los resultados obtenidos, al correlacionarse con el pH, mientras que Asteoridea y Gastropoda se relacionaron con la temperatura. También observa que la temperatura fue la variable principal que se correlacionó con la presencia de los taxas Copepoda y Sagittidae, mismos que aportaron las mayores densidades en el presente estudio, pero a diferencia de sus resultados, no mostraron relación con las variables ambientales. El análisis de correspondencias canónica arrojó únicamente el 58.5% de la varianza acumulada, lo que indica que los factores ambientales y biológicos que se utilizaron en el presente estudio no describen en su totalidad el comportamiento de la comunidad. Es importante aclarar que los trabajos que muestran porcentajes altos de varianza y correlaciones altas se hacen a nivel específico y no en grupos, lo que permite tener mejores resultados en los

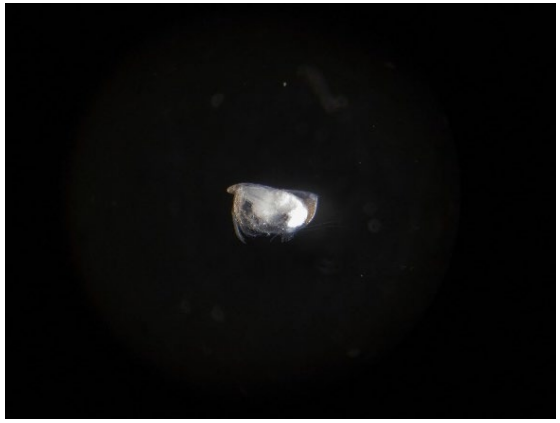
ACC, al conocer los rangos de tolerancia, afinidades o incluso alimentación. Por ejemplo, se ha observado una asociación directa entre la densidad de Copepoda y Sagittidae debido a que estos últimos se alimentan principalmente de Copepoda (Sato et al., 2011; Cota-Meza et al., 2015); Rhopalonematidae se correlaciona con las temperaturas altas al incrementa sus poblaciones por la llegada de agua cálida (Zamponi y Genzano, 1990); inclusive algunos sifonóforos han sido reconocidos como indicadores de masas de agua en distintas partes del mundo (Pugh, 1974; Alvariño, 1985).

En el Golfo de México García-Córdova, 2011 registra la diversidad máxima promedio de 3.3 bits/ind. en las zonas con influencia Fluvio-Lagunar, estos valores soportados por una alta equidad (promedio 0.6). Comparando el valor promedio de diversidad de 2.4 bits/ind. que se obtuvo en el presente estudio fue más bajo, lo que se debe a la equidad intermedia (promedio 0.5) que se registró en el presente estudio. La diferencia en los resultados de ambos trabajos podría deberse a que García-Córdova, 2011 analizó un total de 85 muestras, contemplando huevos y larvas de peces y también la zona de estudio contempla las áreas hidrológicas 2, 3, 4, y 5 (Zavala-García et al., 2016), así como parte de la plataforma de Campeche, zona donde se registran los núcleos de mayor biomasa zooplánctica (Gasca-Serrano et al., 1995; Zavala-García et al., 2016).

En el estudio de García-Córdova, 2011 se tomaron muestras de contaminantes (petróleo) con la finalidad de averiguar que especies podrían estar respondiendo a alguna condición o anomalía ambiental. Entre sus resultados observó que los taxas Mysidae, Caridea, Penaeidea, Sergestidae y Siphonophorae mostraron una correlación negativa con la presencia de contaminantes como el petróleo (hidrocarburos totales, Alifáticos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, mezcla compleja de hidrocarburos no resuelta) es decir, su distribución y abundancia eran menores al registrar dichos contaminantes. Los taxas anteriormente mencionados Caridea y Penaeidea se registraron esporádicamente, Mysidae registró densidades altas en la mayoría de las estaciones, y particularmente Siphonophorae fue uno de los grupos con mayor densidad y dominante en la comunidad. En la siguiente figura se muestran los taxas dominantes registrados en el presente estudio.



Subclase Copepoda, aumento x4



Clase Ostracoda, aumento x4



Familia Sagittidae, aumento x2



Familia Luciferidae, aumento x2



Familia Rhopalonematidae, aumento x4

Figura IV.55 Fotografías de los taxa que aportaron las mayores densidades en la comunidad de zooplancton.

IV.6.3. Ictioplancton

(a) Composición de la comunidad

Se obtuvieron 2,063 organismos en total pertenecientes a 111 taxa, 20 órdenes, 53 familias, 72 géneros y 57 especies. La familia Myctophidae fue la que tuvo más taxa (15), seguida de la familia Sciaenidae (9) y Carangidae (8). La mayoría de los organismos colectados pertenecen a especies de peces de hábitat demersal, costero o asociado a arrecife, conformando un 52%, y batipelágicos y oceánicos con un 20%.

Los valores de riqueza (S) estuvieron entre 2 y 29 taxa, las estaciones E5, E6 y E30 tuvieron el menor valor (S:2) y el mayor se registró en las estaciones E19 (S:29) y E26 (S:28). Con respecto a la riqueza por zona, como se puede observar en la siguiente tabla, la zona Sur presenta el mayor número de taxa (S:75) y la región Norte tiene el menor número (S:39). El mismo patrón se observa con relación al número de familias, géneros y especies representados. La zona Sur, seguida de la zona Centro tienen el mayor número de familias, géneros y especies registradas y la zona Norte los menores valores de S.

Tabla IV.8. Valores de la riqueza taxonómica total del ictioplancton registrada en el SAR y por zonas.

	Taxa	Ordenes	Familias	Géneros	Especies
Total SAR	111	20	53	72	57
Zona NORTE	39	13	22	28	17
Zona CENTRO	65	17	37	48	37
Zona SUR	75	19	42	56	39

Las familias con más taxa representados en la zona Norte son, la familia Sciaenidae (7), Myctophidae (4) Synodontidae (3) y Gobiidae (3). Las familias mejor representadas en la zona Centro por número de taxa fueron la Myctophidae (10), Sciaenidae (7) y Carangidae (4) y en la zona Sur están mejor representadas las familias Carangidae (8), Myctophidae (6) y Ophidiidae (5).

El listado taxonómico, con base en los resultados obtenidos en este monitoreo, se presenta a continuación:

Tabla IV.9. Listado taxonómico de las especies de ictiopancton registradas.

Reino: Animalia						
Phylum: Chordata						
Subphylum: Vertebrata						
Clase: Actinopterygii						
				Norte	**Centro**	**Sur**
	Orden Anguilliformes					
			Anguilliforme (N.I)			*
		Nettastomatidae				
			Nettastomatidae (N.I.)	*		
		Congridae				
			Congridae (N.I.)			*
		Ophichthidae				
			Myrophis breviceps	*		
			Myrophis sp		*	
		Nemichthyidae				
			Nemichthyidae (N:I)			*
	Orden Stomiiformes					
		Stomiidae				
			Cyclothone acclinidens	*	*	*
		Melanostomiidae				
			Melanostomiidae (N.I)		*	
		Phosichthyidae				
			Vinciguerria poweriae		*	*
	Orden Aulopiformes					
		Paralepididae				
			Lestidiops sp		*	*
		Scopelarchidae				
			Scopelarchoides sp		*	*
		Synodontidae				
			Saurida sp	*	*	*
			Synodus Tipo I	*	*	*
			Synodus Tipo II	*	*	
	Orden Beloniformes					
		Hemiramphidae				
			Oxyporhamphus sp		*	*
	Orden Beryciformes					
		Melamphaidae				
			Melamphaes sp	*		
	Orden Blenniiformes					
		Blenniidae				
			Blennidae (N.I.)	*	*	

			Hypsoblennius hentz		*	*
			Hypsoblennius sp	*		*
	Orden Clupeiformes					
		Clupeidae				
			Brevoortia sp			*
			Clupeidae (N.I)	*	*	*
		Engraulidae				
			Anchoa sp		*	*
	Orden Syngnathiformes					
		Syngnathidae				
			Sygnathidae (N.I)			*
	Orden Myctophiformes					
		Myctophidae				
			Benthosema suborbitale	*		
			Ceratoscopelus warmingii			*
			Ceratoscopelus maderensis			*
			Ceratoscopelus sp			*
			Diaphus brachycephalus		*	
			Diaphus mollis	*	*	*
			Diaphus sp	*	*	*
			Diogenichthys atlanticus		*	
			Electrona risso		*	
			Hygophum macrochir		*	*
			Hygophum sp	*		
			Lampanyctus alatus		*	
			Lampanyctus nobilis		*	
			Lampanyctus sp		*	
			Myctophum asperum		*	
	Orden Gadiformes					
		Bregmacerotidae				
			Bregmaceros cantori	*	*	*
			Bregmaceros houdei		*	*
		Macrouridae				
			Macrouridae (N.I.)		*	
	Orden Ophidiiformes					
		Ophidiidae				
			Lepophidium sp		*	*
			Neobythites sivicola			*
			Ophidion josephi			*
			Ophidium selenops		*	
			Ophidion Tipo I			*
			Ophidion Tipo II			*
	Orden Scorpaeniformes					

		Peristediidae				
			Peristedion sp			*
		Scorpaenidae				
			Pontinus rathbuni	*		*
			Pontinus sp			*
		Triglidae				
			Prionotus sp	*	*	*
	Orden Gobiiformes					
		Eleotridae				
			Dormitator maculatus	*	*	*
			Eleotridae Tipo I	*	*	*
		Gobiidae				
			Bollmannia communis	*	*	*
			Coryphopterus sp			*
			Gobiidae Tipo I		*	
			Gobionellus sp			*
			Gobiosoma robustrum	*		
			Gobiosoma sp	*	*	*
	Orden Mugiliformes					
		Mugilidae				
			Mugil cephalus			*
	Orden Lophiiformes					
		Oneirodidae				
			Oneirodidae (N.I)		*	
	Orden Carangiformes					
		Carangidae				
			Alectis ciliaris			*
			Chloroscombrus chrysurus			*
			Decapterus macarellus		*	*
			Oliglopites saurus	*	*	*
			Selar crumenophthalmus		*	*
			Selene vomer			*
			Selene sp			*
			Trachurus lathami		*	*
	Orden Perciformes					
		Dactyloscopidae				
			Dactyloscopidae (N.I.)		*	
		Chiasmodontidae				
			Chiasmodon niger		*	
		Haemulidae				
			Anisotremus sp			*
		Labridae				
			Lachnolaimus maximus	*		

		Lutjanidae				
			Lutjanus Tipo I	*	*	*
			Lutjanus Tipo II		*	
		Nomeidae				
			Cubiceps pauciradiatus		*	*
			Psenes sp	*		
		Polynemidae				
			Polydactylus opercularis		*	
		Priacanthidae				
			Priacanthidae (N.I)			*
		Gerreidae				
			Eucinostomus sp	*	*	*
		Pomacentridae				
			Abudefduf saxatilis			*
		Sciaenidae				
			Bairdiella chrysoura	*	*	*
			Cynoscion arenarius	*	*	*
			Cynoscion nebulosus	*	*	
			Cynoscion nothus		*	*
			Cynoscion sp	*	*	
			Micropogonias furnieri		*	
			Sciaenidae (N.I.)	*		
			Sciaenops ocellata	*		
			Stellifer sp	*	*	*
		Serranidae				
			Diplectrum sp	*		*
			Anthias nicholsi			*
			Serranus sp	*	*	*
		Scaridae				
			Scarus sp			*
		Mullidae				
			Mulloidichthys martinicus		*	*
		Sphyraenidae				
			Sphyraena barracuda		*	*
			Sphyraena guachancho			*
		Microdesmidae				
			Microdesmus sp			*
		Uranoscopidae				
			Uranoscopidae (N.I)	*		
	Orden Scombriformes					
		Gempylidae				
			Gempylus serpens		*	
			Diplospinus multistriatus		*	

			Nesiarchus nasutus			*
		Scombridae				
			Auxis sp		*	*
		Tetragonuridae				
			Tetragonurus atlanticus		*	*
		Stromateidae				
			Peprilus burti	*	*	*
	Orden Pleuronectiformes					
		Bothidae				
			Bothus ocellatus		*	
		Paralichthyidae				
			Etropus crossotus	*	*	*
			Syacium papillosum			*
			Syacium sp			*
		Cynoglossidae				
			Symphurus civitatium			*
	Orden Tetraodontiformes					
		Tetraodontidae				
			Sphoeroides maculatus		*	*

(b) Índices Ecológicos

Densidad y Riqueza especifica

Se obtuvo una densidad total de 41,805 larvas/100 m^3 y de 52,090 huevos/100 m^3. El promedio general fue de 1,394 larvas/100 m^3 y 1,736 huevos/100 m^3 por estación de muestreo. La estación con mayor densidad de larvas fue la E24 (6,543 larvas/100 m^3) localizada al sur del área de estudio, y la de mayor cantidad de huevos fue la E07 (9,806 huevos/100 m^3) ubicada al norte del área de estudio. Las estaciones que tuvieron menor densidad de larvas fueron la E30 y E5 (9 y 5 larvas/100 m^3) ubicadas, una en el extremo norte y la otra al sur del área de estudio (ver siguiente figura). La estación con menor número de huevos fue la E30 (103 huevos/100 m^3).

Con respecto a la división por zonas, la mayor densidad promedio de larvas de peces se presentó en la zona Sur (1,620 larvas/m3) y la menor en la zona Norte (1,177 larvas/m3). Con respecto a los huevos de peces, en la zona Norte se registró la mayor cantidad (2576 huevos/m3) y la menor en la zona Sur (987 huevos/m3). En la zona Centro se registraron valores intermedios de huevos y larvas de peces.

Tabla IV.10. Índices ecológicos de la comunidad Ictioplanctónica por estación en cada zona del SAR.

	Abundancia	Densidad	Huevos de pez	Diversidad Shanon	Riqueza	Dominancia Simpson	Equidad
		larvas/100m^3	huevos/100m^3	(H)	(S)	(D)	(J)
NORTE							
E01	54	789	1170	1.49	11	0.38	0.621
E02	20	282	3105	1.97	9	0.17	0.8964
E03	228	5452	239	2.49	22	0.11	0.8042
E04	9	137	637	1.43	5	0.28	0.8867
E05	3	5	187	0.64	2	0.56	0.9183
E06	2	120	1204	0.69	2	0.50	1
E07	10	3502	9806	1.70	6	0.20	0.9464
E08	6	232	1855	1.56	5	0.22	0.9697
E09	4	69	4985	1.04	3	0.38	0.9464
Prom.	**37**	**1177**	**2576**	**1.44**	**39**	**0.31**	**0.89**
CENTRO							
E10	24	652.8184	1850	2.38	14	0.12	0.9021
E11	16	68.65254	459	2.17	10	0.13	0.9407
E12	32	943.4094	413	2.32	15	0.14	0.858
E13	14	224.4059	2436	1.91	8	0.17	0.9178
E14	50	1376.785	1707	2.60	17	0.09	0.9169
E15	66	712.9585	2355	1.07	12	0.60	0.4296
E16	94	3607.999	4222	2.27	20	0.19	0.7588
E17	282	2571.611	2626	2.11	21	0.18	0.6916
Prom.	**72**	**1270**	**2009**	**2.1**	**65**	**0.20**	**0.80**
SUR							
E18	22	1038	1274	1.74	10	0.29	0.7567
E19	182	3367	703	2.63	29	0.11	0.7814
E20	119	295	4795	0.89	6	0.57	0.4941
E21	27	929	378	1.99	10	0.17	0.8625
E22	14	235	319	2.21	10	0.12	0.9579
E23	54	111	134	1.14	6	0.40	0.6354
E24	138	6543	1280	2.46	22	0.13	0.7955
E25	112	908	608	1.75	13	0.23	0.6828
E26	250	4194	1527	2.62	28	0.11	0.787
E27	67	530	522	2.12	14	0.18	0.8032

E28	11	18	709	0.92	3	0.44	0.8342
E29	144	2880	480	2.22	24	0.19	0.6986
E30	9	9	103	0.35	2	0.80	0.5033
Prom.	**88**	**1620**	**987**	**1.77**	**75**	**0.29**	**0.74**

En general, al sur del área de estudio, se encuentran las densidades más elevadas de larvas de peces (al sur de Veracruz y en Tabasco), y las mayores densidades de huevos entre la zona norte y centro del área de estudio.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.56. Distribución espacial de la densidad de larvas de peces (marzo 2022).

Con respecto a la riqueza específica, por estación de muestreo, los valores estuvieron entre 2 y 29 taxa, con un promedio general de 12 por estación; las estaciones E5, E6 y E30 tuvieron la menor riqueza (R:2), y la mayor se registró en las estaciones E19 y E26 (R:29 y R:28). Se observa que los menores valores de densidad y riqueza de especies están en las estaciones de muestreo que se localizan al norte del área de estudio (de la E01 a E15, excepto E03 y E07), y las de mayor riqueza de

especies y densidad de larvas se encontró en las estaciones (E16 a E30) ubicadas al sur del área de estudio (ver siguiente figura).

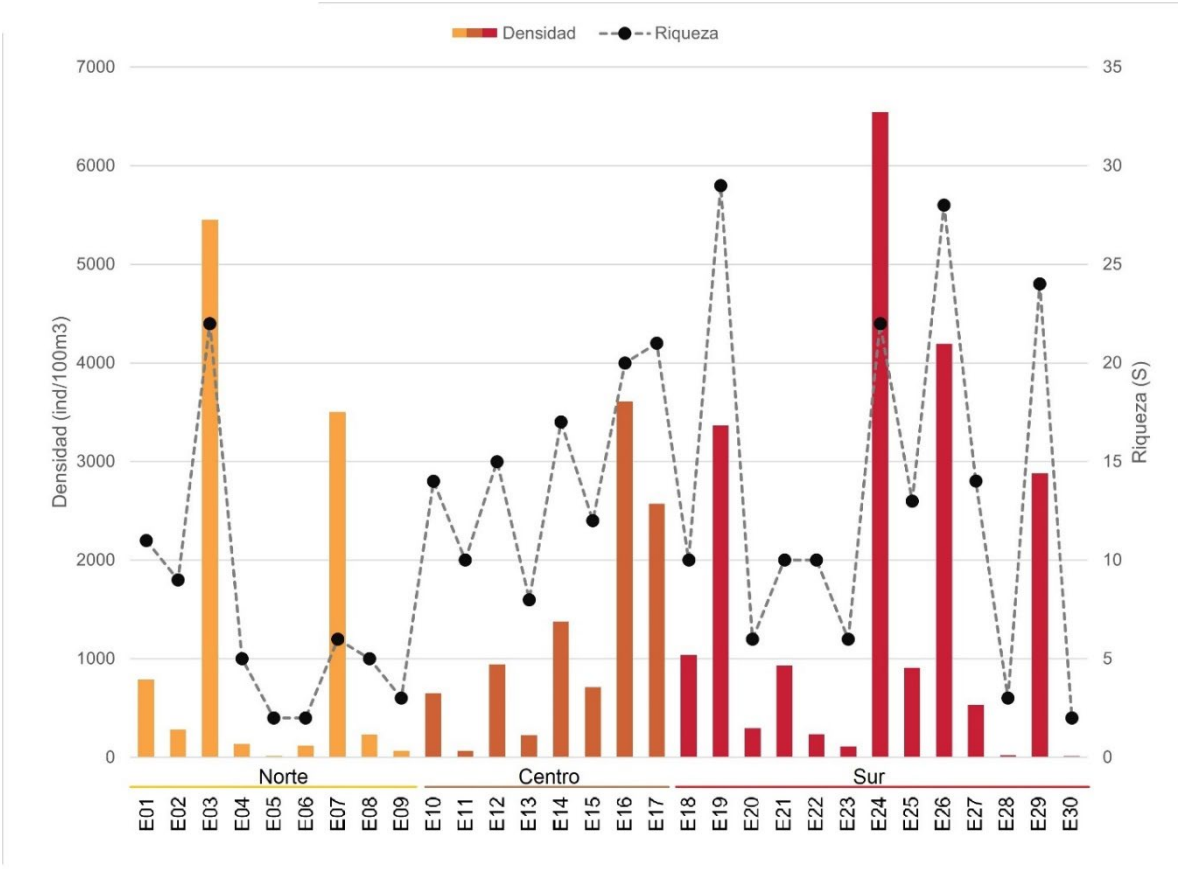


Figura IV.57 Densidad y riqueza de ictioplancton por estaciones de muestreo.

Al respecto de la dominancia por estación de muestreo, ésta en general fue baja, sólo en E30 (D:0.8) se presentan el valor más alto, cercano a D:1. Se observó que la equidad fue elevada, el valor más alto (J:1) se dio en la estación E06 y mayores a J:0.9 entre las estaciones E05 y E22, sobre todo al norte del área de estudio. La dominancia en las tres regiones fue baja. Los valores de Equidad para las tres zonas fueron altos, el mayor lo presento la zona Norte (J:0.89) y el menor la Sur (J:0.74) (ver siguiente figura).

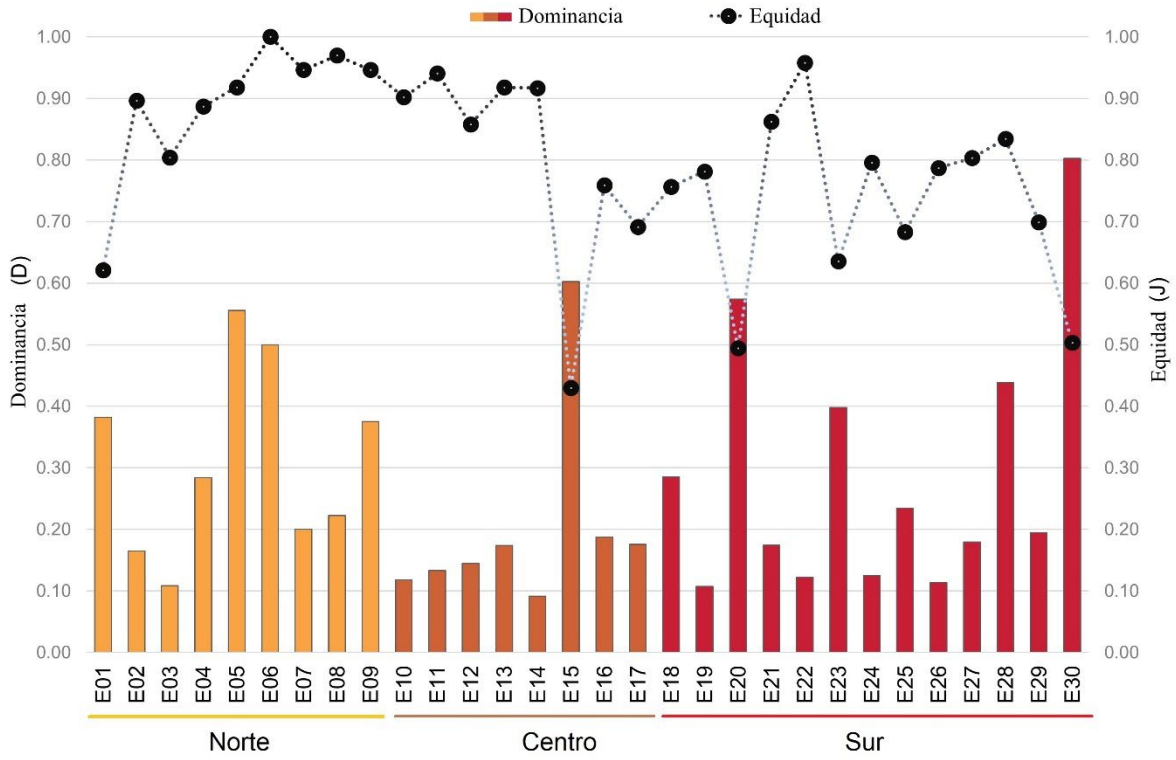


Figura IV.58 Densidad y riqueza de ictioplancton por estaciones de muestreo.

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio de los índices ecológicos del transecto, conservando lo antes mencionado respecto a una diversidad elevada, dominancia baja, equidad alta y riqueza total de 111 taxa.

Tabla IV.11. Índices ecológicos promedio del Ictioplancton en el SAR (marzo 2022).

Ictioplancton	No. larvas	Densidad	Diversidad Shanon	Dominancia Simpson	Equidad	Riqueza total
TGNH	69	1394	1.76	0.27	0.80	111 taxa

(c) Jerarquía

Mediante el diagrama de Olmstead-Tukey se determinó 20 taxas dominantes, constantes (9), ocasionales (4) y raros (78) presentes en el muestreo, resalta la presencia los taxa *Bregmaceros cantori*, *Dormitator maculatus* y el morfotipo *Eleotridae* Tipo I, con la mayor densidad y frecuencia de aparición la predominancia de especies cuyos adultos son de hábitos demersales y costeros (ver siguientes figuras).

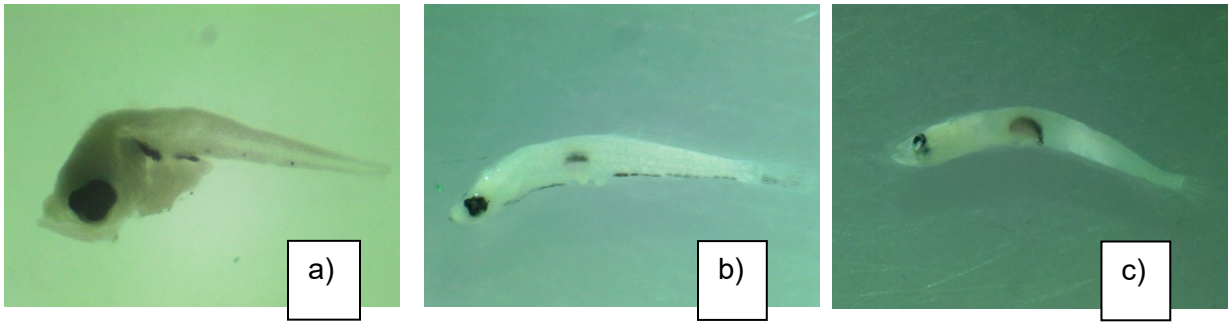


Figura IV.59. Taxa con mayor densidad a) Bregmaceros cantori, b) Dormitator maculatus y c) Eleotridae Tipo I.

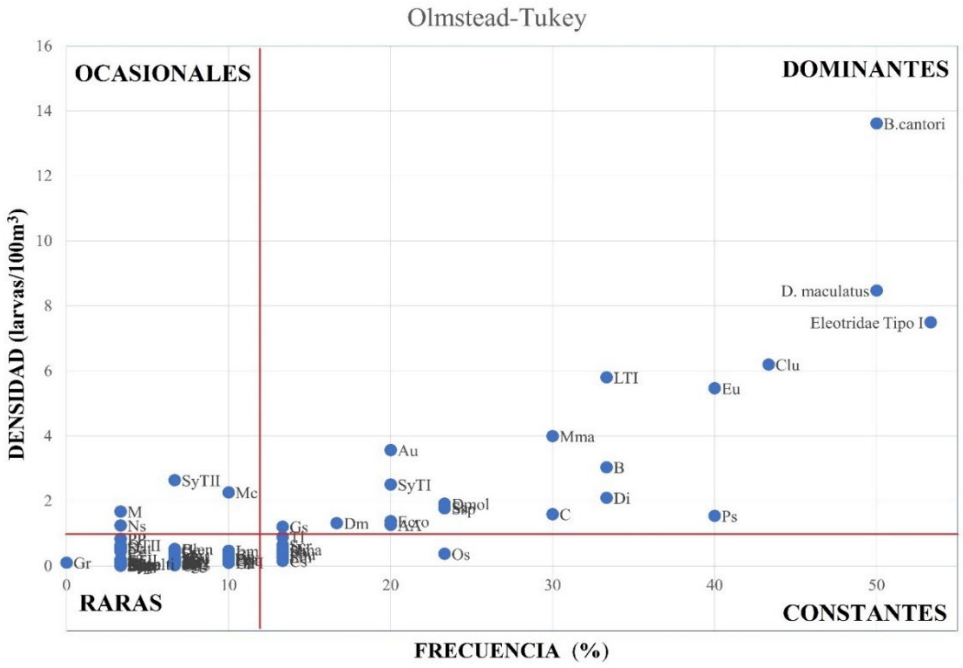


Figura IV.60. Jerarquización de los taxa de larvas de peces mediante el diagrama de Olmstead-Tukey.

Mediante la siguiente tabla se presenta la jerarquización de taxa conforme la prueba de Olmstead-Tuckey.

Tabla IV.12. Jerarquización de los taxa de acuerdo con la prueba de Olmstead-Tuckey. Dominantes (D), Constantes (C), Ocasionales (O), Raros (R).

Taxa	Nombre común	Jerarquía	Taxa	Nombre común	Jerarquía
Anchoa sp	Boqueron, anchoa	D	*Diaphus brachycephalus*	Pez linterna de cabeza corta	R
Auxis sp	Barrilete	D	*Diogenichthys atlanticus*	Linterna de aleta larga	R
Bollmannia communis	Gobio andrajoso	D	*Diplectrum* sp	Camotillo	R
Bregmaceros cantori	Bacalete rayado	D	*Diplospinus multistriatus*	Caballa serpiente	R
Clupeidae (N.I.)	Sardina	D	*Electrona risso*	Pez linterna electrica	R
Cyclothone acclinidens	Boca de dientes doblados	D	*Gempylus serpens*	Escolar de canal	R
Decapterus macarellus	Caballa verde	D	Gobiidae Tipo I	Gobio	R
Diaphus mollis	Linterna blanda	D	*Gobionellus* sp	Gobio	R
Diaphus sp	Linterna	D	*Gobiosoma robustrum*	Gobio clave	R
Dormitator maculatus	Dormilón naca	D	*Hygophum* sp	Linterna	R
Eleotridae Tipo I	Dormilones	D	*Hypsoblennius hentz*	Trambollín de plumas	R
Etropus crossotus	Lenguado boca chica	D	*Hypsoblennius* sp	Blenio	R
Eucinostomus sp	Mojarra	D	*Lachnolaimus maximus*	Boquinete	R
Gobiosoma sp	Gobio	D	*Lampanyctus alatus*	Pez linterna alado	R
Lutjanus Tipo I	Pargos y huachinangos	D	*Lampanyctus nobilis*	Pez lámpara noble	R
Mulloidichthys martinicus	Chivo amarillo	D	*Lampanyctus* sp	Pez Linterna	R
Prionotus sp	Cabro	D	*Lepophidium* sp	Congriperla	R
Saurida sp	Lagarto	D	*Lutjanus* Tipo II	Pargos y huachinangos	R
Serranus sp	Peinadora	D	Macrouridae (N.I.)	Cola de rata	R
Synodus Tipo I	Chile barbado	D	Melanostomiidae (N.I.)	Pez dragon sin escamas	R
Cynoscion sp	Corvina	C	*Microdesmus* sp	Lombriz cola de lanza	R
Hygophum macrochir	Linterna de aletas grandes	C	*Micropogonias furnieri*	Corvina rubia	R
Lestidiops sp	Barracudina	C	*Myctophum asperum*	Linternilla espinosa	R
Oliglopites saurus	Zapateros	C	*Myrophis breviceps*	Anguila culebra	R
Peprilus burti	Palometa del Golfo	C	*Myrophis* sp	Anguila culebra	R
Selar crumenophthalmus	Jurel ojo grande	C	Nemichthyidae (N.I.)	tijera agazadicha	R
Sphoeroides maculatus	Botete norteño	C	*Nesiarchus nasutus*	Pez gema negro	R
Sphyraena barracuda	Barracuda gigante	C	Nettastomatidae (N.I.)		R
Trachurus lathami	Charitto garretón	C	Oneirodidae (N.I.)	Dios de los sueños	R
Melamphaes sp	Pez a gran escala	O	*Ophidion josephi*	Congriperla crespada	R
Mugil cephalus	Salmonete de cabeza plana	O	*Ophidion* Tipo I	Pez sable	R
Neobythites sivicola		O	*Ophidion* Tipo II	Pez sable	R
Synodus Tipo II	Chile barbado	O	*Ophidium selenops*	Pez sable	R
Abudefduf saxatilis	Petaca rayada	R	*Oxyporhamphus* sp	Agujeta aletona	R
Alectis ciliaris	Pampano africado	R	*Peristedion* sp	Cabro adornado	R
Anguilliforme (N.I.)	Anguila, morena, congrio	R	*Polydactylus opercularis*	Barbudo, bobo amarillo	R
Anisotremus sp	Burro	R	*Pontinus rathbuni*	Lapón aleta alta	R
Anthias nicholsi	Mero aleta amarilla	R	*Pontinus* sp	Lapón	R
Bairdiella chrysoura	Ronco amarillo	R	Priacanthidae (N.I)	Catalufa	R
Benthosema suborbitale	Pez linterna suborbital	R	*Psenes* sp	Flotador	R
Blennidae (N.I.)	Borracho	R	*Scarus sp*	Pez loro	R
Bothus ocellatus	Lenguado de charco	R	Sciaenidae (N.I.)	Corvina	R
Bregmaceros houdei	Bacalete estrellado	R	*Sciaenops ocellata*	Corvineta ocelada	R
Brevoortia sp	Lacha	R	*Scopelarchoides* sp		R
Ceratoscopelus sp	Linternilla	R	*Selene* sp	Jorobado	R
Ceratoscopelus warmingii	Linternilla Warmings	R	*Selene vomer*	Jorobado de penacho	R
Ceratoscopelus maderensis	Linternilla Carpintero	R	*Sphyraena guachancho*	Picuda guachanche	R
Chiasmodon niger	Engullidor negro	R	*Stellifer* sp	Chinita	R
Chloroscombrus chrysurus	Orqueta del Atlántico	R	*Syacium papillosum*	Lenguado morado	R
Congridae (N.I.)	Anguilas	R	*Syacium* sp	Lenguado	R
Coryphopterus sp	Gobio	R	Sygnathidae (N.I.)	Pez pipa	R
Cubiceps pauciradiatus	Flotador aleta larga	R	*Symphurus civitatium*	Lengua gatita	R
Cynoscion arenarius	Corvina arenera	R	*Tetragonurus atlanticus*	Cola cuadrada	R
Cynoscion nebulosus	Corvina pinta.	R	Uranoscopidae (N.I.)	Miraestrellas	R
Cynoscion nothus	Corvina plateada	R	*Vinciguerria poweriae*	Luminoso de altamar	R
Dactyloscopidae (N.I.)	Miraestrellas	R			

Entre las estaciones de muestreo, el mayor valor de diversidad de Shannon se observó en la estación E19 con 2.63 bits/ind. Por otro lado, los subsecuentes valores de mayor diversidad (entre 2 y 2.63 bits/ind) se registró en las estaciones ubicadas al sur del área de estudio sobresaliendo en la parte en el borde de la plataforma continental (ver siguiente figura).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.61. Distribución espacial de la diversidad de larvas de peces en el transecto (marzo 2022).

Al respecto de la dominancia por estación de muestreo, en general fue baja, sólo en E30 (D:0.8) se presentan el valor más alto, cercano a D:1. Se observó que la equidad fue elevada, el valor más alto (J:1) se dio en la estación E06 y mayores a J:0.9 entre las estaciones E05 y E22, sobre todo al norte del área de estudio (ver siguiente figura).

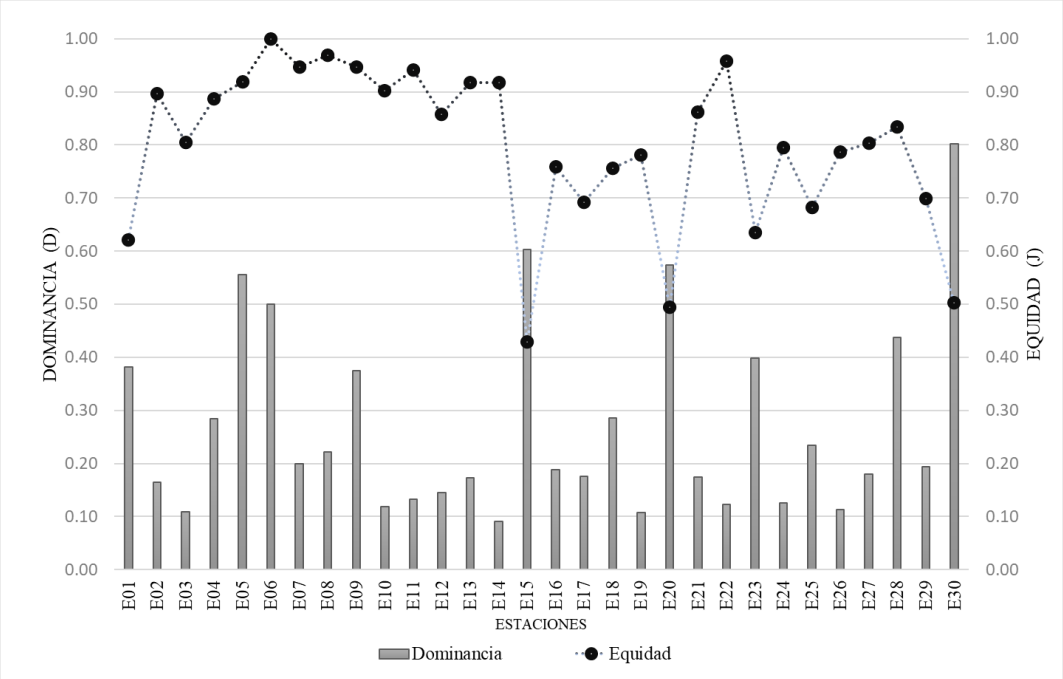


Figura IV.62. Densidad y riqueza de ictioplancton por estaciones de muestreo.

Los resultados de los índices ecológicos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.13. Índices ecológicos de la comunidad Ictioplanctónica por estación.

Estación	No. larvas	Huevos/100m^3	Densidad	Diversidad Shanon	Riqueza	Dominancia Simpson	Equidad
E01	54	1170	789	1.49	11	0.38	0.62
E02	20	3105	282	1.97	9	0.17	0.90
E03	228	239	5452	2.49	22	0.11	0.80
E04	9	637	137	1.43	5	0.28	0.89
E05	3	187	5	0.64	2	0.56	0.92
E06	2	1204	120	0.69	2	0.50	1.00
E07	10	9806	3502	1.70	6	0.20	0.95
E08	6	1855	232	1.56	5	0.22	0.97
E09	4	4985	69	1.04	3	0.38	0.95
E10	24	1850	653	2.38	14	0.12	0.90
E11	16	459	69	2.17	10	0.13	0.94
E12	32	413	943	2.32	15	0.14	0.86

Estación	No. larvas	Huevos/100m^3	Densidad	Diversidad Shanon	Riqueza	Dominancia Simpson	Equidad
E13	14	2436	224	1.91	8	0.17	0.92
E14	50	1707	1377	2.60	17	0.09	0.92
E15	66	2355	713	1.07	12	0.60	0.43
E16	94	4222	3608	2.27	20	0.19	0.76
E17	282	2626	2572	2.11	21	0.18	0.69
E18	22	1274	1038	1.74	10	0.29	0.76
E19	182	703	3367	2.63	29	0.11	0.78
E20	119	4795	295	0.89	6	0.57	0.49
E21	27	378	929	1.99	10	0.17	0.86
E22	14	319	235	2.21	10	0.12	0.96
E23	54	134	111	1.14	6	0.40	0.64
E24	138	1280	6543	2.46	22	0.13	0.80
E25	112	608	908	1.75	13	0.23	0.68
E26	250	1527	4194	2.62	28	0.11	0.79
E27	67	522	530	2.12	14	0.18	0.80
E28	11	709	18	0.92	3	0.44	0.83
E29	144	480	2880	2.22	24	0.19	0.70
E30	9	103	9	0.35	2	0.80	0.50

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio de los índices ecológicos, conservando lo antes mencionado respecto a una diversidad elevada, dominancia baja, equidad alta y riqueza total de 111 taxa.

Tabla IV.14. Índices ecológicos promedio del Ictioplancton.

Ictioplancton	No. larvas	Densidad	Diversidad Shanon	Dominancia Simpson	Equidad	Riqueza total
Promedio	69	1394	1.76	0.27	0.80	111 taxa

(d) Similitud de Bray-Curtis

De acuerdo con el análisis de similitud aplicado a los datos de abundancia de larvas (ver siguiente figura), con un nivel de corte en 0.24, se observan cuatro grupos de estaciones de larvas de peces, dos con 2 dos estaciones (grupo I y IV), otro con la mayor cantidad de estaciones con 19 (grupo II), uno de 6 estaciones (grupo III) y una estación sin agrupar (E05).

De la comparación entre ellos, las estaciones del grupo I se ubican en el extremo sur del área de estudio, presento la menor densidad de larvas, la más baja diversidad, una dominancia alta y equidad baja.

Las estaciones de muestreo que conforman el grupo II se distribuyen en la zona intermedia del área de estudio, se caracterizan por tener en su conjunto la mayor densidad de larvas, una diversidad alta (de hecho, presentan 106 de los 111 taxa representados en todo el estudio), riqueza alta, dominancia baja y equidad alta.

El grupo III estuvo conformado por estaciones más pegadas a la costa, con valores intermedios de densidad de larvas, diversidad y riqueza intermedia, baja dominancia y alta equidad.

Por su parte, el grupo IV se caracterizó por estar conformado por estaciones de muestreo ubicadas al norte del área de estudio y valores bajos de diversidad, dominancia, riqueza y una equidad alta.

La estación E05 no se agrupó, presentó baja riqueza, diversidad, baja dominancia y alta equidad.

Mediante la siguiente figura se presenta el dendrograma de similitud por grupo de estación.

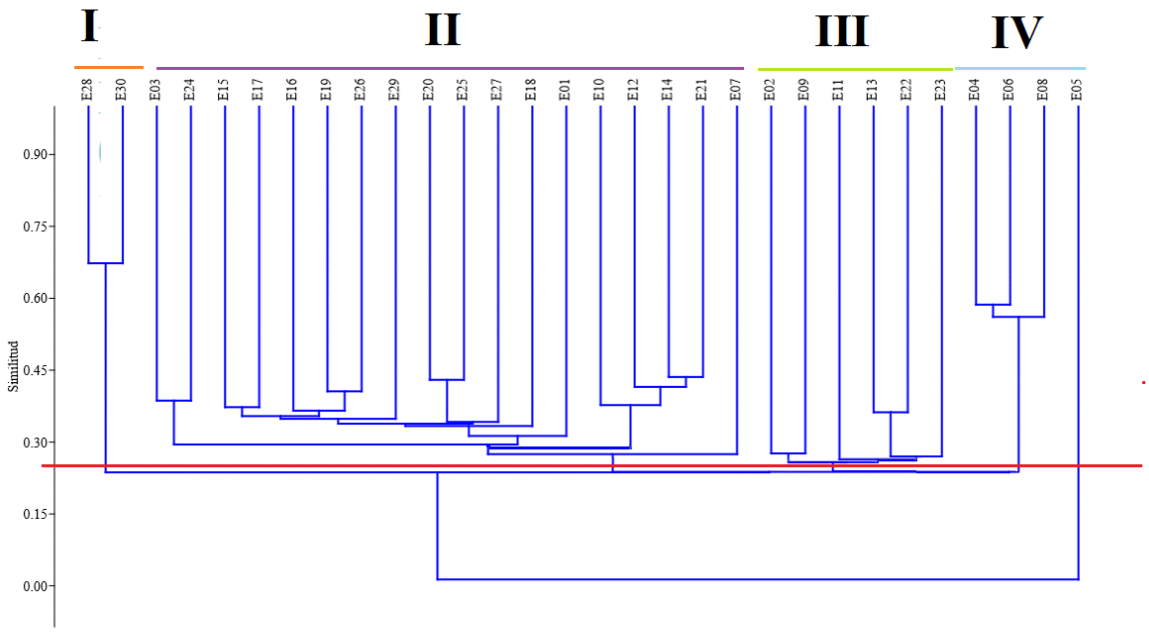


Figura IV.63 Dendrograma por grupos de estaciones a partir del índice de Similitud de Bray-Curtis.

Tabla IV.15. Índices ecológicos promedio por grupo de estaciones del análisis de similitud.

Grupo	Densidad	Diversidad Shanon	Riqueza	Dominancia Simpson	Equidad
I	14	0.63	2	0.62	0.67
II	2238	2.05	16	0.22	0.76
III	165	1.74	8	0.23	0.88
IV	163	1.23	4	0.34	0.95

(e) Discusión

En el Golfo de México los mayores picos de densidad y riqueza de ictioplancton se presentan durante primavera y verano (Sanvicente-Añorve et al., 1998 y Flores Coto et al., 2009). El presente monitoreo se hizo durante marzo, justo al inicio del periodo de primavera y en la etapa final de

Nortes e inicio de Secas (Sanvicente-Añorve et al., 2000). En este estudio se registraron 111 taxa, valor que se considera alto, sobre todo comparándolo con estudios en regiones aledañas a la misma en donde por ejemplo Sanvicente Añorve et al., (2000) registra en la zona litoral de Bahía de Campeche 18 taxa en primavera en una asociación denominada nerítica (ubicada al sur de Veracruz-Tabasco). En otro estudio, al este del sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, (región nerítica) Flores-Coto et al., (2000a) registraron en primavera una riqueza total de 59 taxa, y en el sistema arrecifal Veracruzano, Ayala-Rodríguez et al., 2016 reportan en un ciclo anual 61 taxa; para todos estos casos dichos valores son menores a lo encontrado en este monitoreo.

Con respecto a la distribución espacial de las larvas de peces, Flores-Coto et al., (2009) mencionan que, al sur del Golfo de México, se pueden encontrar asociaciones de larvas de peces de manera semi-permanente en dicha región, denominadas como Costera, Nerítica, de Transición y Oceánica y que la amplitud en su distribución va a depender de las condiciones ambientales predominantes, como la temporada de lluvias, secas o nortes (Pérez-Brunius et al.,2013; Monreal-Gómez y Salas De León 1990). Se hizo la separación del área de estudio en tres zonas, la zona Norte, Centro y Sur, dicha separación se hizo con base en las características hidrográficas y al conjuntarse con la información del ictioplancton, se pudo observar cierto patrón de separación dentro de los conjuntos de larvas de peces. Para el caso del SAR se tiene que su ubicación coincide con las características de las asociaciones de larvas de peces de Flores-Coto et al., (2009) restringidas a la zona nerítica. Flores-Coto et al., (2009) mencionan que la permanencia de las larvas va a depender de las condiciones ambientales, en el caso particular de la temporada de Nortes, los autores registran que las asociaciones de larvas de peces pueden quedar restringidas a una franja estrecha ligada al litoral.

Como parte de los resultados, se encontró que las familias mejor representadas eran la Sciaenidae, Carangidae y Myctophidae, las dos primeras con taxa de hábitos de los adultos asociados a zonas costeras o de arrecife, y por otro lado los Mictófidos, de hábitos batipelágicos; esto concuerda con lo encontrado por Flores-Coto et al., 2009, quienes explican que en la región nerítica se presentan dos grupos de taxa, uno dado por los adultos que ahí se distribuyen y reproducen en la misma zona, como los de las familias Clupeidae, Engraulidae, Gobiidae, Carangidae, Sciaenidae y Gerreidae (Sanvicente-Añorve et al., 1998; Flores-Coto et al., 2009) , y el otro por adultos que habitan la zona oceánica (Mycthophidae y Gonostomatidae) (Flores-Coto y Ordoñez-López 1991), y que son transportados a la costa por los procesos de circulación. Las familias antes mencionadas, también se encuentran registradas en este monitoreo.

Para el caso de la familia Myctophidae, se encuentra en 11 de las 18 estaciones que conforman el Grupo II y se concentran en las estaciones al sur del área de estudio, frente al sur de Veracruz hasta Tabasco (al oeste de la Bahía de Campeche), y sólo se encuentran en las estaciones cerca del

borde de la plataforma continental, justo en la zona donde presenta la influencia de la masa de agua del Golfo de México (GCW). Como ya se ha documentado, la región de la bahía de Campeche es dominada por la presencia de un gran giro ciclónico (Monreal-Gómez y Salas de León, 1990), el efecto de este giro ciclónico en conjunción con los Nortes y la descarga de los ríos juega un papel importante en la hidrodinámica del área, Salas de León et al (1988) observan que durante primavera se modifica el eje principal del Grijalva-Usumacinta, moviéndose al oeste, que es la región en la que se distribuyen las larvas de peces de la Familia Myctophidae. Al momento del muestreo se presentaron fuertes vientos, bajo la influencia del frente frío número 38 (rachas de viento de 50-60 km/h), bajo este fenómeno de Nortes, Flores-Coto et al., 2009 ya ha mencionado que la presencia de Nortes propicia el transporte de larvas de la región oceánica a la plataforma continental, lo cual explica la presencia de hasta 15 taxa de Mictófidos cuya área de distribución se espera sobre todo en la zona oceánica.

A su vez, en la caracterización del ictioplancton al sureste del Golfo de México se han delimitado asociaciones de larvas de peces que aparecen a lo largo del tiempo con una reducción o ampliación en su zona de distribución de acuerdo con la época climática (Flores-Coto et al., 2000b, Sanvicente-Añorve et al., 2000). Al respecto de esto, la ubicación del SAR coincide en su parte sur con la ubicación de la asociación de larvas de peces denominada como "nerítica-oeste" (por los autores ya mencionados) que abarca el sur de Veracruz y parte de Tabasco, hasta la desembocadura del Río-Grijalva. Flores-Coto et al., 2009, mencionan que la comunidad de larvas de peces nerítica se puede expandir fueran de la plataforma continental en épocas de mayor descarga de ríos, y caso contrario, en épocas de norte se ven restringidas a la zona costera, lo cual parece coincidir con la presencia del Grupo II en este estudio, el cuál abarca 18 de las 30 estaciones de muestreo y se localizan en su mayoría al sur del área de estudio, caracterizado por estar conformado por especies de hábitat demersal, costero, estuarino y batipelágico, tener valores promedio de alta diversidad, alta riqueza de taxa, baja dominancia y alta equidad, el resto de grupos no tienen un patrón definido, más que el propio de baja diversidad y abundancia al norte y sur del área muestreada.

Para el sur del Golfo de México, a los largo de años de investigación, diversos autores (Sánchez-Velasco et al., 1996, Flores-Coto et al., 1993; Sanvicente-Añorve et al., 2000; Flores-Coto et al., 2000a Espinosa-Fuentes y Flores-Coto 2004; Flores-Coto et al, 2009) han coincidido en un elenco taxonómico presente en la zona de estudio, mencionando como taxa característicos a: *Bregmaceros cantori*, *Bothus ocellatus*, *Diaphus* sp. *Harengula jaguana*, *Serranus* sp, *Shymphurus civitatus*, *Etropus crossotus*, *Syacium gunteri*, *Mugil curema*, *Diplectrum* sp, *Cynoscium arenarius*, *Selar crumenophthalmus*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Bothus ocellatus*, *Stellifer lanceolatus*, *Lutjanus campechanus* y *Prionotus evolans*, dichos taxa ya sea por especie o género han sido registrados también en el presente trabajo, hecho que valida los estudios, métodos y técnicas realizados.

Como se mencionó, también se hizo el registro de huevos de peces, sus valores de densidad fueron elevados, incluso superiores a la densidad registrada de larvas de peces, y dicho resultado se puede explicar con lo descrito por Flores-Coto et al., 1988, quiénes reportan que en el Golfo de México hay grandes abundancias de ictioplancton cerca de las zonas de influencia fluvio-lagunar, ya que los adultos eligen dichas zonas como estrategia reproductiva, aunado a que era inicios de la época de primavera, también ya descrita como época de grandes abundancias de ictioplancton. Estos parches de mayor densidad de ictioplancton pueden estar relacionados con sistemas de alta producción primaria generados por la descarga de aguas continentales ricas en nutrientes, constituyendo así áreas propicias para el desarrollo de las larvas de peces, lo cual coincide con González-Gándara *et al*., 2013 y Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez 2016, quiénes mencionan que la mayor riqueza ictiológica se distribuye alrededor de los sistemas dulceacuícolas, estuarinos y frente a ellos, lo cual es notorio al sur del área de estudio.

En resumen, para este monitoreo se encontraron a 111 taxa, 20 órdenes, 53 familias, 72 géneros y 57 especies; mayor representación de taxa de las familias Myctophidae, Sciaenidae y Carangidae, y en general organismos cuyos hábitos de distribución de los adultos son costeros, demersales, asociados a arrecifes y batipelágicos. Con valores de diversidad altos, baja dominancia, alta equidad y densidad de larvas de peces y de huevos. La dominancia está representada por 22 taxa, en donde destacan las especies *Bregmaceros cantori*, *Dormitator maculatus* y el morfotipo Eleotridae Tipo I. La zona Norte se caracterizó por tener menor densidad de larvas de peces, menor riqueza de especies y mayor cantidad de huevos. La zona Centro se registra la mayor diversidad y al Sur del SAR se tienen los mayores valores de densidad y riqueza de especies, además de baja dominancia y alta equidad para las tres zonas. En general se tiene una riqueza de especies alta comparada con los registros previos de peces.

En este monitoreo se pudo observar que la distribución y abundancia de larvas de peces estuvo determinada, en primer lugar, por el hábitat y área de desove seleccionada por lo adultos, para ser modulada posteriormente por las fuerzas hidrográficas predominantes (Nortes) y la estacionalidad.

IV.7. Resultados del trabajo de campo (Macrofauna Bentónica).

IV.7.1. Zona de estudio (SAR-AP)

El presente apartado corresponde a la caracterización del SAR y área del proyecto (zona de estudio), en donde las características dominantes corresponden a planicies arenosas en la zona de

mayor amplitud de la plataforma continental. Dentro de los 30 sitios de muestreo se registraron un total 11 Filos y 49 taxones en total de macrofauna bentónica, incluyendo 30 familias de anélidos poliquetos, como parte de las biocenosis presentes en las estaciones de muestreo (ver siguiente tabla).

Tabla IV.16. Lista taxonómica de la macrofauna bentónica registrada en las 30 estaciones de muestreo.

Reino Animalia
Filo Cnidaria
Clase Anthozoa Ehrenberg, 1834
Subclase Hexacorallia Haeckel, 1896
Orden Scleractinia Bourne, 1900
Filo Bryozoa
Filo Nematoda
Filo Sipuncula
Filo Nemertea
Filo Platyhelminthes
Filo Mollusca
Clase Bivalvia Linnaeus, 1758
Clase Gastropoda Cuvier, 1795
Clase Scaphopoda Bronn, 1862
Filo Annelida
Clase Polychaeta Grube, 1850
Familia Capitellidae Grube, 1862
Familia Maldanidae Malmgren, 1867
Familia Paraonidae Cerruti, 1909

Reino Animalia
Familia Opheliidae Malmgren, 1867
Familia Cirratulidae Ryckholt, 1851
Familia Magelonidae Cunningham & Ramage, 1888
Familia Oweniidae Rioja, 1917
Familia Cossuridae Day, 1963
Familia Lumbrineridae Schmarda, 1861
Familia Orbiniidae Hartman, 1942
Familia Amphinomidae Lamarck, 1818
Familia Nephtyidae Grube, 1850
Familia Phyllodocidae Örsted, 1843
Familia Hesionidae Grube, 1850
Familia Pilargidae Saint-Joseph, 1899
Familia Sigalionidae Kinberg, 1856
Familia Glyceridae Grube, 1850
Familia Eunicidae Berthold, 1827
Familia Onuphidae Kinberg, 1865
Familia Syllidae Grube, 1850
Subfamilia Exogoninae Langerhans, 1879
Familia Nereididae Blainville, 1818
Familia Dorvilleidae Chamberlin, 1919
Familia Polynoidae Kinberg, 1856
Familia Spionidae Grube, 1850
Familia Poecilochaetidae Hannerz, 1956
Familia Flabelligeridae de Saint-Joseph, 1894

Reino Animalia
Familia Sabellidae Latreille, 1825
Familia Sternaspidae Carus, 1863
Familia Pectinariidae Quatrefages, 1866
Familia Trichobranchidae Malmgren, 1866
Filo Arthropoda
Subfilo Crustacea
Clase Hexanauplia Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013
Subclase Copepoda Milne Edwards, 1840
Clase Ostracoda Latreille, 1802
Clase Malacostraca Latreille, 1802
Orden Leptostraca Claus, 1880
Suborden Nebaliacea Calman, 19**04**
Orden Amphipoda Latreille, 1816
Orden Tanaidacea Dana, 1849
Orden Euphausiacea Dana, 1852
Orden Decapoda Latreille, 1802 (larva zoea)
Filo Echinodermata
Clase Ophiuroidea Gray, 1840
Filo Chaetognatha

(a) Abundancia por grupos taxonómicos principales

Los grupos poliquetos y crustáceos fueron predominantes, con las mayores abundancias de organismos en el estudio, 65% y 19%, respectivamente (ver siguiente figura). Los nemátodos (6%),

moluscos (2%) y equinodermos (2%) tuvieron menores porcentajes de abundancia. Otros grupos incluyeron Chaetognatha, Bryozoa, Nemertea, Sipuncula, Scleractinia y Platyhelminthes.

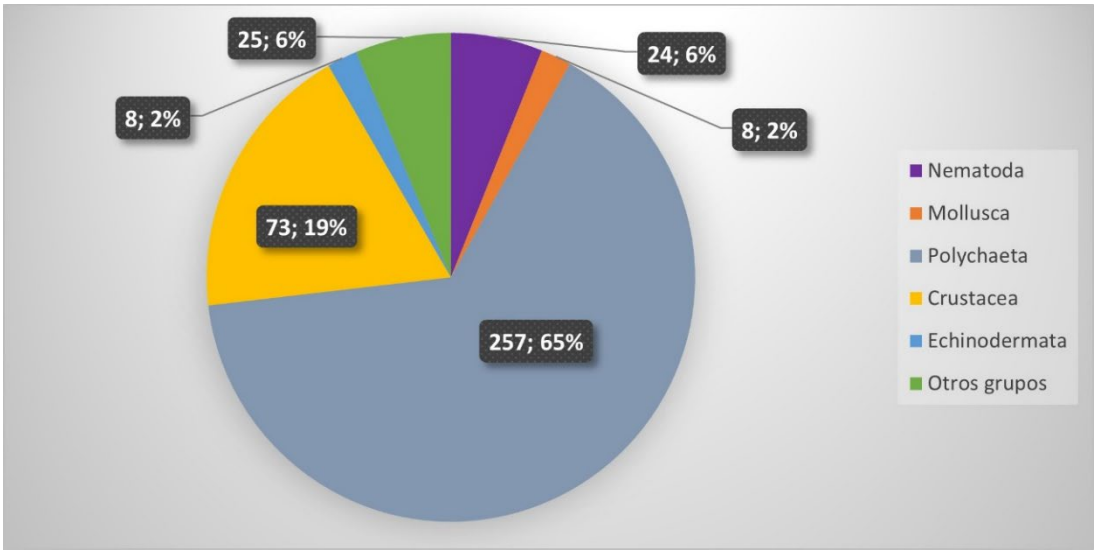


Figura IV.64 Abundancia relativa (%) por grupos principales de la macrofauna bentónica.

La distribución de los grupos principales por estación indica un mayor porcentaje de nemátodos en sitios menos profundos (E20, E22 y E25) de los perfiles P9 a P11 (ver siguiente figura). Los moluscos tuvieron mayores porcentajes relativos en algunas estaciones algo alejadas de la costa, casi desprovistas de fauna, como E10, E18 y E30. Los poliquetos predominaron en la mayoría de los sitios, excepto en los más profundos de los perfiles P2, P9 y P13 (E3, E4, E18 y 29) y en una zona menos profunda frente a la costa entre Coatzacoalcos y Tabasco (E22, E23, E25). Los crustáceos fueron más representativos en los sitios E23, E25 y E29 frente a la costa tabasqueña, en E3 del perfil P2 y en E18 del perfil P9. Los equinodermos estuvieron mejor representados en E4 y E16, aunque no fueron predominantes. Asimismo, la mayor representatividad de otros grupos se halló en los perfiles P2 (E3-E5) y P10 (E 21 y E23).

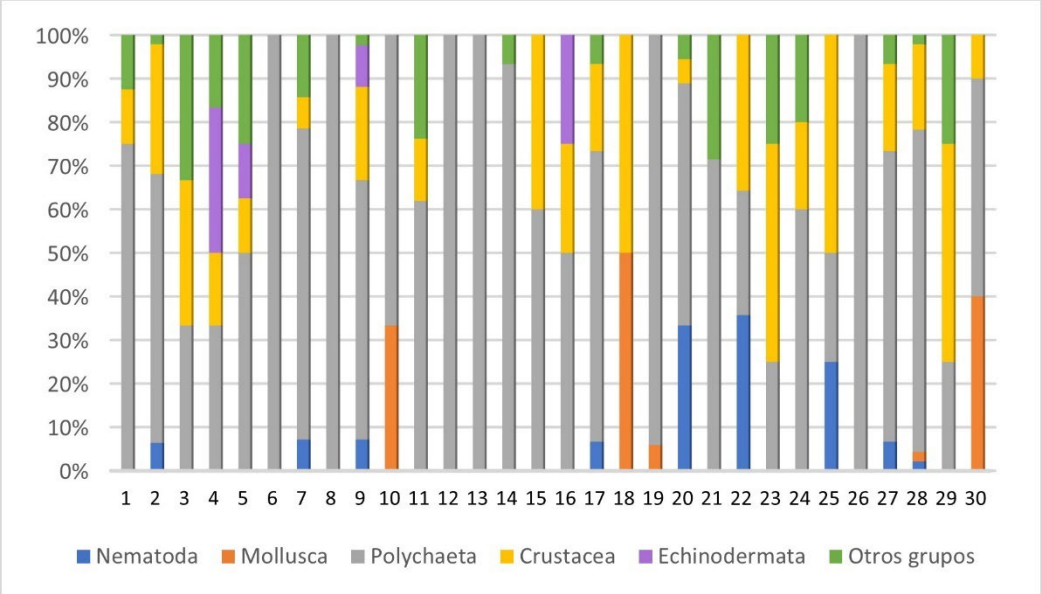


Figura IV.65 Abundancia relativa (%) de grupos principales por estaciones de muestreo

Los índices de diversidad riqueza de Margalef [d = (S-1)/Log (N)], equidad de Pielou [J´= H´/Log (S)] y Heterogeneidad de Shannon [H´= –SUM(Pi*Loge(Pi))], basados en la abundancia total (N) y la riqueza de taxones (S), tuvieron poca variación entre estaciones (ver siguiente tabla).

Las estaciones E9 y E2 alcanzaron la mayor heterogeneidad entre los sitios estudiados, con valores de H´ mayores de 2,5, seguidas por E7, E15, E27, E11, E14 y E19, con valores de H´ mayores de 2,0.

Tabla IV.17. Índices de diversidad, por estaciones de muestreo.

	S	N	d	J'	H'(loge)
E1	7	8	2,885390082	0,97956976	1,90615475
E2	18	47	4,415415137	0,90660133	2,62041487
E3	3	3	1,820478453	1	1,09861229
E4	5	6	2,232442506	0,9697239	1,56071041
E5	6	8	2,404491735	0,96713202	1,73286795
E6	3	3	1,820478453	1	1,09861229
E7	11	14	3,789231817	0,97668746	2,34199425

	S	N	d	J'	H'(loge)
E8	1	1			0
E9	18	42	4,548288569	0,94639292	2,73542738
E10	3	3	1,820478453	1	1,09861229
E11	11	21	3,284587388	0,90813161	2,1776045
E12	2	2	1,442695041	1	0,69314718
E13	8	12	2,817007231	0,93082708	1,93560051
E14	9	15	2,954154985	0,92217684	2,02622962
E15	11	15	3,692693731	0,96062932	2,3034885
E16	4	4	2,164042561	1	1,38629436
E17	11	30	2,940141038	0,78520954	1,88285024
E18	2	2	1,442695041	1	0,69314718
E19	9	17	2,823648991	0,91831581	2,01774607
E20	9	18	2,76781005	0,89020661	1,95598385
E21	4	7	1,541695027	0,9211855	1,27703426
E22	6	14	1,894615908	0,87576093	1,56915295
E23	4	4	2,164042561	1	1,38629436
E24	5	5	2,485339738	1	1,60943791
E25	4	8	1,442695041	0,875	1,21300757
E26	6	11	2,085161957	0,91626959	1,64173471
E27	11	15	3,692693731	0,96062932	2,3034885
E28	12	46	2,873081822	0,63949562	1,58908693
E29	4	4	2,164042561	1	1,38629436
E30	6	10	2,17147241	0,8982444	1,60943791

La representación gráfica de la tendencia del número o riqueza de taxones con respecto a las densidades, por estaciones de muestreo, evidencia una región con mejor condición ecológica del bentos, que incluye las profundidades menores de los transectos P3 a P7, con valores relativamente más altos de riqueza de taxones e intermedios de densidades de individuos en sus profundidades menores (E7, E9, E11, E13 y E15) (ver siguiente figura). Luego los perfiles P1(E1 y E2), P8 (E16 y E17) y P12 (E26 a E28) tuvieron una condición ecológica intermedia, tanto con la riqueza de taxones como las densidades relativamente altas en las profundidades menores. Finalmente, los perfiles con menores riquezas y densidades totales fueron P2 (E3 a E5), la región de P9 a P11 (E18 a E25) y P13 (E29 y E30).

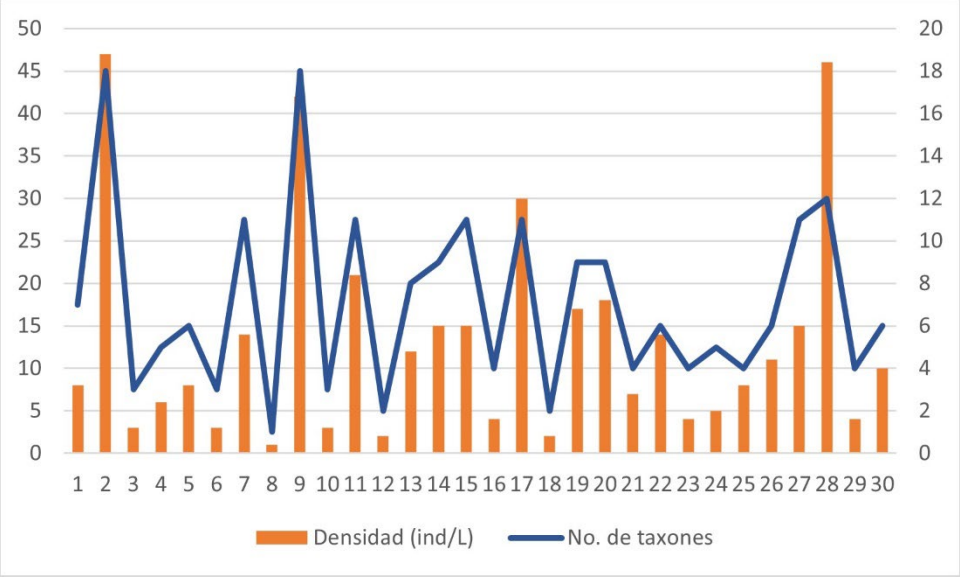


Figura IV.66. Densidad (ind./L) y riqueza de taxones por estación de muestreo.

Se representaron las similitudes entre las estaciones de muestreo en el espacio multidimensional, a partir de la matriz basada en la abundancia de taxones de la macrofauna bentónica, usando el índice de afinidad de Bray-Curtis sin transformación de los datos, mediante el paquete estadístico PRIMER versión 7 (Clarke y Gorley, 2015), ver siguiente figura.

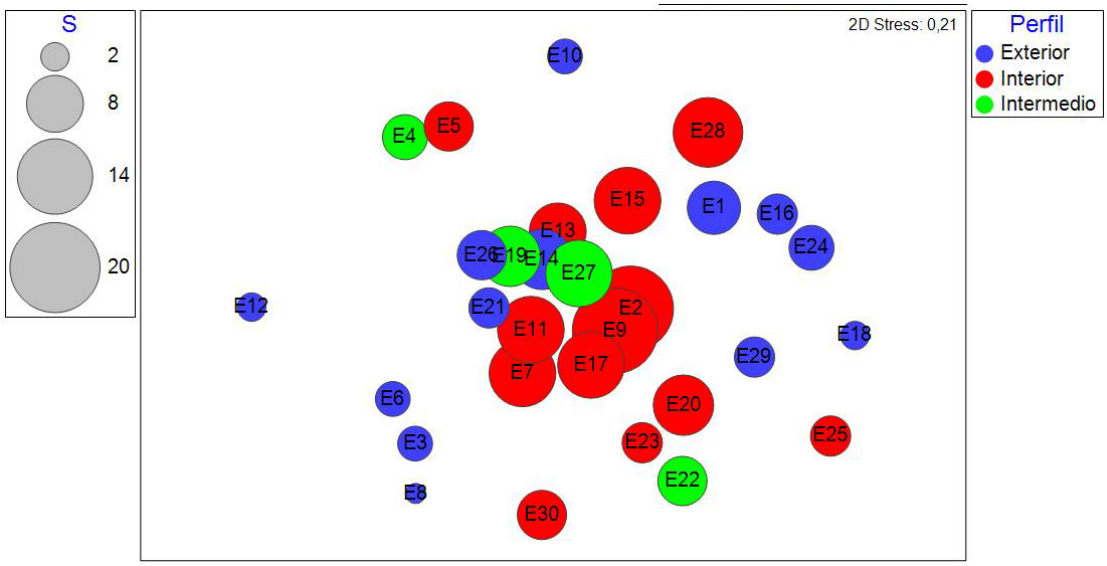


Figura IV.67 Diagrama del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las estaciones de muestreo por ubicación en el perfil perpendicular a la costa, con superposición de la riqueza de taxones (S).

El patrón de la macrofauna bentónica, basado en su matriz de abundancia de taxones, no reflejó claras similitudes entre estaciones. Sin embargo, es notable que los mayores valores de riqueza de taxones se registraron en los sitios interiores de los perfiles perpendiculares a la costa, dígase los menos profundos, destacando las estaciones 2, 28, 9 y 17, respectivamente. Es decir, probablemente la riqueza se asocia a una menor profundidad y a entornos más favorables para su desarrollo. Caso contrario al perfil exterior, en el que la riqueza disminuye considerablemente y su similitud entre zonas de muestreo es menor.

El análisis de nMDS por transectos perpendiculares a la costa, basado en el índice de afinidad de Bray-Curtis sin transformación de los datos y con superposición de la densidad promedio (N), evidenció que P2, P11 y P13 fueron los transectos con menor diversidad (riqueza de grupos y densidades) y menores similitudes de todos los estudiados (ver siguiente figura). De forma general, los transectos con densidades más elevadas se ubicaron hacia el centro del diagrama y aquellos con densidades menores en la periferia de este.

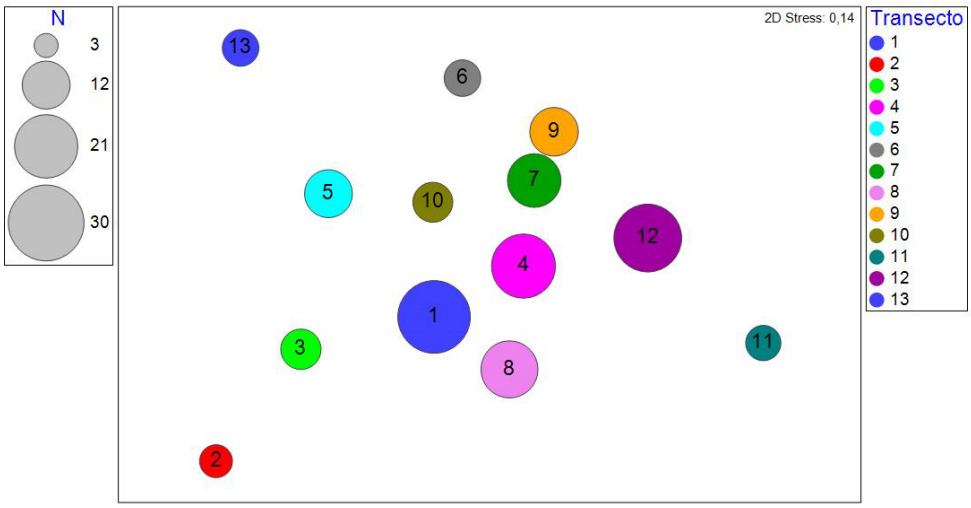


Figura IV.68 Diagrama del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) por transectos de muestreo, con superposición de la densidad promedio (N).

Contribución por grupos taxonómicos a las asociaciones faunísticas

A partir del análisis SIMPER, se obtuvieron las contribuciones por grupos taxonómicos a las disimilitudes promedio entre las asociaciones faunísticas encontradas previamente. Así se analizaron, tanto por profundidades (perfil exterior, medio e interior), como por calidad ecológica de las estaciones de muestreo (mayor, intermedia y menor).

Aun cuando hubo una relativa equidad de taxones entre las estaciones de muestreo, en E17 se encontró mayor densidad de la familia Cirratulidae y en E28 de Paraonidae, ambos sitios clasificados con calidad ecológica intermedia. Estas densidades de ambas familias tuvieron su contribución a las disimilitudes promedio del conjunto de estaciones con calidad intermedia, junto con la familia Spionidae, a partir del análisis SIMPER.

Las familias predominantes en el presente estudio: Paraonidae, Spionidae, Capitellidae, Cirratulidae y Maldanidae, tienen hábitos de alimentación detritófagos o consumidoras de depósito no selectivos, y suspensívoros en el caso de Spionidae. Las mismas pueden desarrollarse en ambientes con una elevada concentración de materia orgánica, y son ampliamente reconocidas como indicadoras de este tipo de contaminación (Méndez-Ubach, 2002).

(b) Relación del sustrato con la presencia de grupos taxonómicos

Una vez caracterizada la macrofauna bentónica dentro del área de estudio, se realizó un análisis de la distribución y abundancia respecto a los sustratos identificados para los distintos tramos del proyecto (ver apartado abiótico).

Mediante la siguiente imagen se muestra el perfil batimétrico del trazo del proyecto, tipo de sustrato dominante y dominancia de los componentes macro bentónicos registrados.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

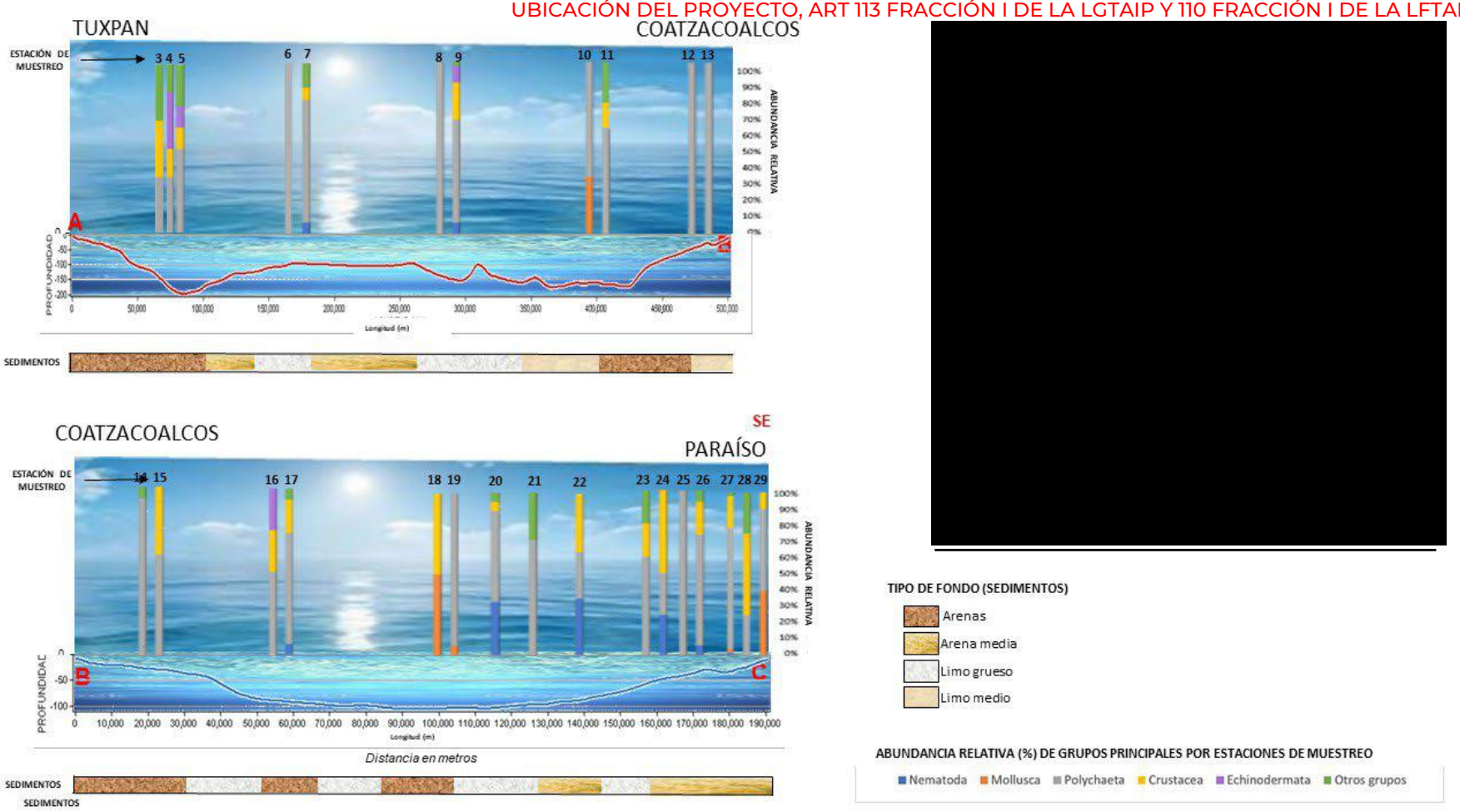


Figura IV.69 Relación de componentes macro bentónicos con tipo de sustratos y batimetría.

Como se observa en la imagen anterior, básicamente todos los grupos identificados mediante los trabajos de campo se distribuyen de manera heterogénea dentro del área de estudio, sin que se pueda identificar una aparente preferencia o asociación al tipo de sustrato. No obstante, se señala que la bibliografía indica que el sustrato es un componente relevante o determinante para el establecimiento y desarrollo de organismos bentónicos.

Por otro lado, se tiene que la distribución de todos los grupos dentro del área de estudio, refleja que existe una determinada homogeneidad en las condiciones ambientales mismas que permiten dicha distribución, a excepción de aquella zona frente al PNSAV, donde la dominancia corresponde al grupo de poliquetos y las condiciones batimétricas son distintas.

Finalmente, es importante considerar, al igual y como lo marcan las referencias bibliográficas, que la distribución y abundancia de la fauna bentónica también está asociada o determinada por otros factores, como son profundidad, corrientes marinas, aportación de nutrientes, calidad de la columna de agua, entre otros. En este sentido, si bien no es posible determinar los patrones de distribución o abundancia considerando el tipo de sustrato, si es posible presumir conforme al perfil batimétrico que a menor profundidad la diversidad de componentes bentónicos es relativamente mayor, como se puede observar en los extremos del perfil, donde la profundidad se reduce derivado de su acercamiento a zona terrestre.

(c) Discusión

La estructura de las asociaciones del bentos se pueden relacionar, entre otros factores, con las características geológicas, sedimentológicas y químicas como el tamaño de partículas y la composición de los sedimentos (Hoz-Zavala *et al.*, 2003). La abundancia de materia orgánica, detrito y contaminantes contribuye a que los sedimentos se vuelvan más reducidos. La abundancia de materia orgánica, detrito y contaminantes son factores que contribuyen a que los sedimentos se vuelvan más reducidos, menos aptos para el desarrollo de la fauna bentónica. La composición y características granulométricas del sedimento son en este caso, además de la profundidad, factores que deben influir en las similitudes entre estaciones, de acuerdo con Carvalho *et al.* (2013); Quintanar-Retama *et al.* (2022), de ahí que el patrón de distribución de los organismos analizados no se segregue claramente en el espacio multidimensional.

Estudios previos sugieren también que las estructuras, tanto de las especies como de sus asociaciones por rasgos funcionales, cambian en esta zona de la plataforma continental según la profundidad y tienen además una variación temporal en la composición a escalas estacionales e interanuales (Hernández-Ávila *et al*., 2021). Por ello es importante continuar evaluando sus patrones

espaciotemporales, lo que permita comprender y separar mejor los efectos relacionados con causas naturales, de los provocados por acciones humanas.

Finalmente, se tiene que la distribución espacial de los grupos bentónicos sugiere condiciones relativamente homogéneas dentro del área de estudio, a excepción del tramo próximo al talud continental y frente al PNSAV, en donde la dominancia corresponde a poliquetos. En lo que a abundancia corresponde, se presume que esta se asocia o determina por la interacción de otros factores o condiciones como son la profundidad, aporte de nutrientes, corrientes marinas, calidad del agua, entre otras. Por otro lado, es posible señalar que las estaciones identificadas con mayor calidad ecológica tienen una composición granulométrica heterogénea, con componentes de arena, limos y en menor medida arcillas, lo que parece contribuir a una mayor heterogeneidad de hábitats, nutrientes y ser favorable para el asentamiento de una mayor diversidad de macrofauna bentónica. En general, los ensamblajes del bentos, además de variar según la profundidad, reflejaron las diferencias propias de las provincias Centro oriental (Veracruz) y centro-Sur (Veracruz-Tabasco y Campeche), definidas para las costas y mares marginales del litoral del Golfo de México, según características distintivas de su geomorfología, clima y condiciones oceanográficas (Ortiz-Pérez y De la Lanza-Espino, 2006).

IV.7.2. Zona frente al "Sistema Arrecifal Veracruzano"

Como ya se indicó, por las condiciones batimétricas particulares del área frente al PNSAV que posibilitan el crecimiento de corales de fondo, se decidió hacer un muestreo más detallado de la comunidad bentónica. Se determinaron un total de 19 componentes macrobentónicos y un tipo de sustrato (arena). El componente con mayor porcentaje de cobertura fue el sustrato arena con 90.81 %, seguido del coral látigo *Stichopathes luetkeni*, Bryozoo y *Antipathes* sp. con 3.87 %, 2.66 % y 1.17 % de cobertura, respectivamente. Los componentes con menos cobertura fueron la esponja tubular, el equinodermo *Clypeaster* sp., el poliqueto *Salmacina* sp. y el crustáceo *Stenorhynchus seticornis* con 0.02 % de cobertura; además del octocoral *Carijoa riisei* con 0.01 % (ver siguiente figura).

Hay que indicar que ninguna de las especies de coral registradas en esta zona se presenta o es componente típico de los arrecifes superficiales, lo cual es relevante ya que se ha indicado por algunos autores que las comunidades de corales de fondo podrían ser el reservorio para una eventual recuperación de arrecifes superficiales deteriorados, no siendo este el caso.

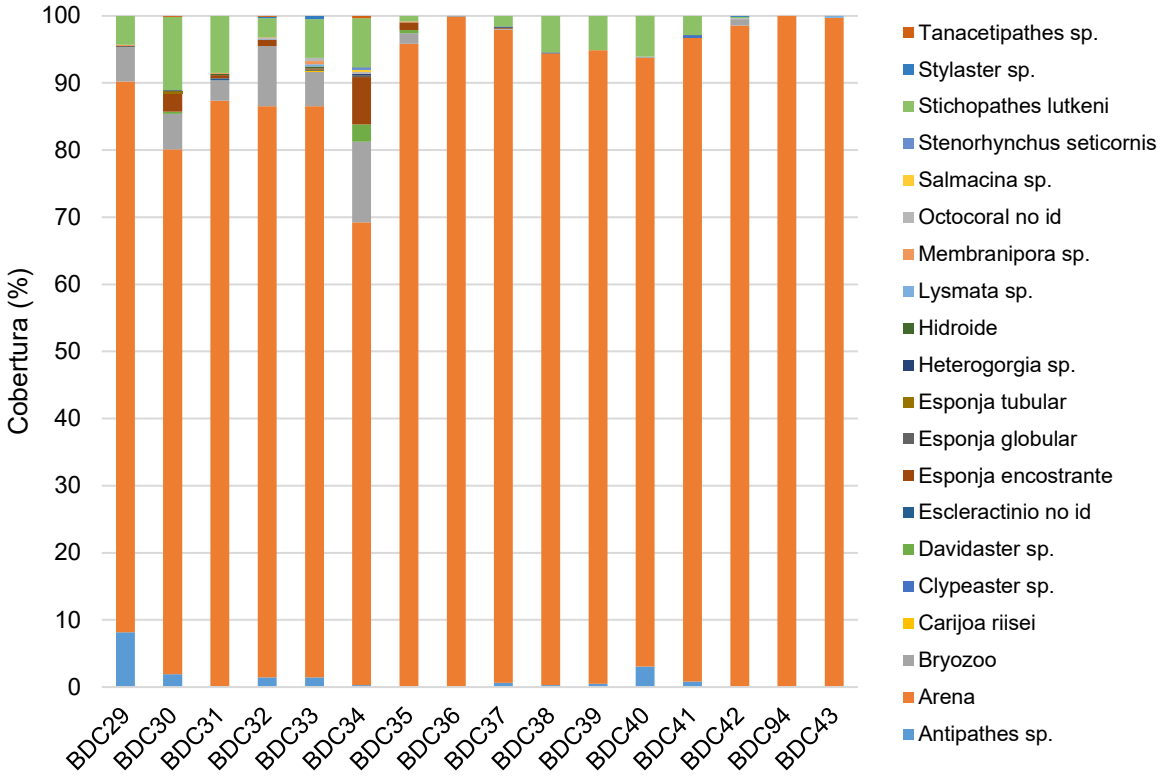


Figura IV.70 Cobertura promedio de los componentes macrobentónicos por sitio. Se observa que en todos los sitios el mayor porcentaje del área del fondo corresponde a sustrato arenoso.

(a) Riqueza de especies

El valor más alto de riqueza se registró en los sitios BDC33 y BDC34 con 11 componentes macrobentónicos cada uno, seguidos de los sitios BDC30 y BDC32 con 8 componentes cada uno. Por otra parte, los sitios en los que se reportó menor riqueza fueron BDC36 y BDC43 con solo un componente. En el sitio BDC94 no se registró ningún componente macrobentónico, la cobertura correspondió totalmente al sustrato arena (ver siguiente figura).

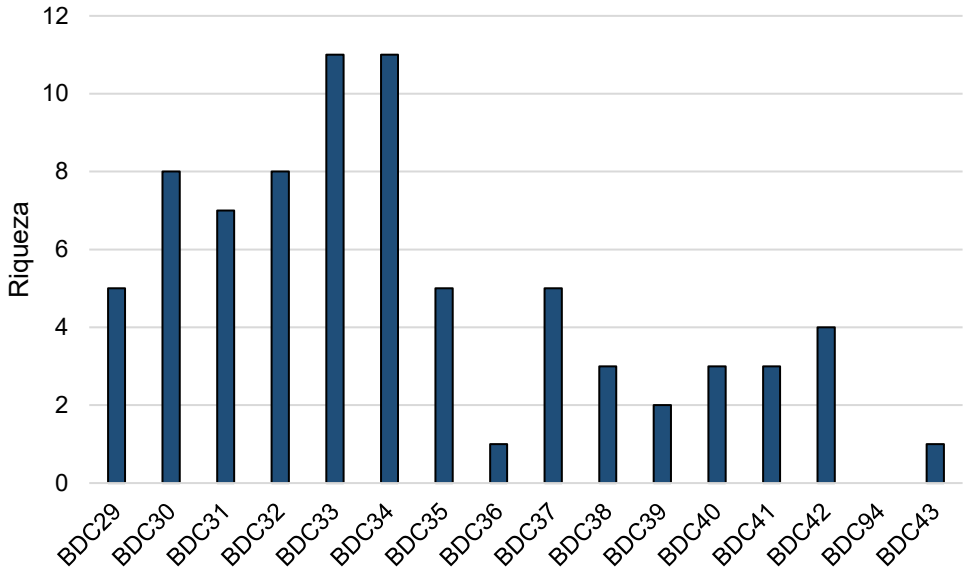


Figura IV.71 Riqueza especifica por sitio de muestreo.

Mediante la siguiente figura se muestra la cobertura promedio de los componentes macro bentónicos por sitio.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.72 Mapa de la cobertura promedio de los componentes macrobentónicos por sitio.

(b) Cobertura de los componentes macrobentónicos

Previo a la presentación de resultados, es importante señalar que para esta sección, se excluyó al sustrato arena. La cobertura promedio más alta de los componentes bentónicos se registró en el sitio BDC34 con 31.09 %, seguida de las estaciones BDC30 y BDC29 con 21.79 % y 17.94 %, respectivamente. Por otra parte, los sitios en los que se registró la menor cobertura fueron BDC43 y BDC36 con 0.32 % y 0.16 %, respectivamente. En el sitio BDC94 no se registró ningún componente macrobentónico (ver siguiente figura).

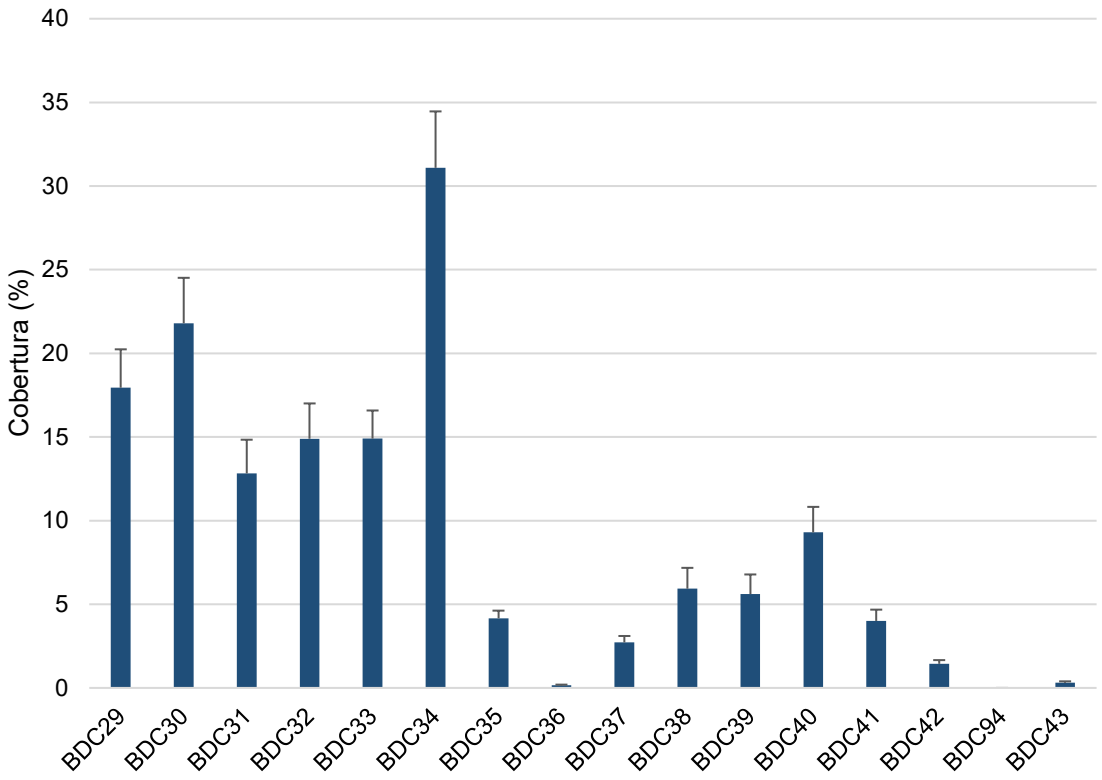


Figura IV.73 Cobertura promedio de los componentes macrobentónicos por sitio. Las barras de error representan la desviación estándar.

(c) Índice de diversidad y equidad de la comunidad macrobentónica

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (J') de la comunidad macrobentónica por sitio. En general, el valor promedio del área de estudio fue de H'= 1.21 bits/ind y J'= 0.55. Los sitios que registraron los valores más altos del índice de diversidad de Shannon fueron: la estación BDC34 (H'= 2.49 bits/ind), seguida de BDC30 (H'= 2.21 bits/ind) y de BDC33 (H'= 2.13 bits/ind) (figura 5). Respecto al índice de equidad de Pielou, los sitios en los que se registraron los valores más altos fueron: BDC34 (J'= 0.85), seguida de BDC29 (J'= 0.81), BDC30 (J'= 0.80) y BDC33 (J'= 0.76) (ver siguiente figura).

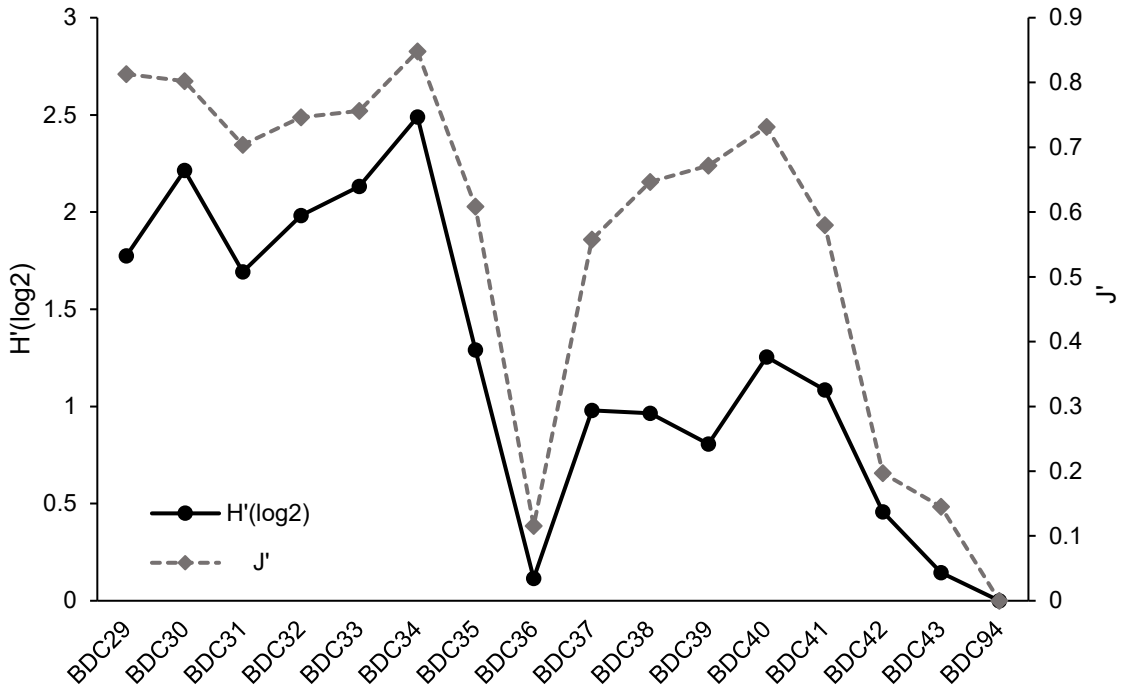


Figura IV.74 Valores de los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou de los componentes macrobentónicos por sitio.

(d) Comparación de la estructura y composición de la comunidad macrobentónica en la zona de estudio

Con la finalidad de identificar diferencias significativas en las variables que conforman la estructura de la comunidad macrobentónica (riqueza y cobertura), se realizó el contraste de los sitios. Para tal efecto, se realizó la prueba univariada de Kruskal-Wallis de una vía para contrastar los valores de riqueza y cobertura. Para el caso de la cobertura, los resultados de la prueba mostraron que existen diferencias significativas (H= 42.97, p=0.0001) entre los sitios. Posteriormente, se realizó la prueba *post hoc* de rangos múltiples con la finalidad de identificar la formación de grupos similares en cuanto a la cobertura de los componentes macrobentónicos, la prueba mostró en forma ascendente los promedios de los sitios y dichos promedios con una letra en común con respecto a otra indican que no son diferentes ($p > 0.05$) (ver siguiente tabla).

Tabla IV.18. Prueba Post hoc de rangos múltiples para la cobertura macrobentónica.

Estaciones	Rangos	Grupos similares					
BDC94	5	A					
BDC36	6.67	A					
BDC43	7	A					
BDC42	9.83	A	B				
BDC37	15	A	B	C			
BDC35	18.33	A	B	C	D		
BDC41	19	A	B	C	D		
BDC39	22.17	A	B	C	D	E	
BDC38	24	A	B	C	D	E	
BDC40	31.67		B	C	D	E	F

BDC31	33			C	D	E	F
BDC33	36			C	D	E	F
BDC32	36.33			C	D	E	F
BDC29	38.33				D	E	F
BDC30	42.67					E	F
BDC34	47						F
Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)							

El mismo procedimiento empleado para contrastar las coberturas de los componentes macrobentónicos fue empleado para contrastar la riqueza de especies. La prueba univariada de Kruskal-Wallis de una vía mostró que existen diferencias significativas (H= 38.86, p=0.0005) entre los sitios. Asimismo, la prueba *Post Hoc* mostró en forma ascendente los promedios de los sitios y dichos promedios con una letra en común con respecto a otra indican que no son diferentes ($p > 0.05$) (ver siguiente tabla).

Tabla IV.19. Prueba Post hoc de rangos múltiples para la riqueza especifica.

Estaciones	**Rangos**	**Grupos similares**					
BDC94	5	A					
BDC36	7.5	A	B				
BDC43	7.5	A	B				
BDC39	14.33	A	B	C			
BDC42	14.33	A	B	C			

BDC38	18.5	A	B	C	D		
BDC40	20.33	A	B	C	D	E	
BDC41	22.67	A	B	C	D	E	F
BDC37	23.5	A	B	C	D	E	F
BDC35	27.67		B	C	D	E	F
BDC29	29.67		B	C	D	E	F
BDC31	35			C	D	E	F
BDC33	40				D	E	F
BDC32	40.17				D	E	F
BDC30	41.33					E	F
BDC34	44.5						F
Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)							

(e) Identificación y comparación de los patrones estructurales de la comunidad bentónica

Con la finalidad de identificar los patrones estructurales y de distribución de la comunidad macrobentónica considerando la cobertura y la riqueza especifica en el área de estudio, se realizó el análisis multivariado nMDS de forma exploratoria. Los datos de cobertura fueron transformados usando la función raíz cuadrada para construir una matriz de similitud basada en el índice de Bray Curtis.

El análisis nMDS mostró un valor de estrés de 0.1, lo que indica una buena ordenación de los datos (Clarke y Warwick, 2001). Para identificar la agrupación de las estaciones de muestreo en grupos de similitud se realizó la verificación cruzada por medio de la superposición de un análisis clúster. La superposición mostró que con un 80% de similitud se forman tres grupos: un primer grupo

formado por los transectos correspondientes al sitio BDC34, un segundo grupo (parte central) formado por la mayoría de los transectos correspondientes a los sitios BDC29 a la BDC33 y finalmente un tercer grupo conformado por el resto de los sitios (ver siguiente figura).

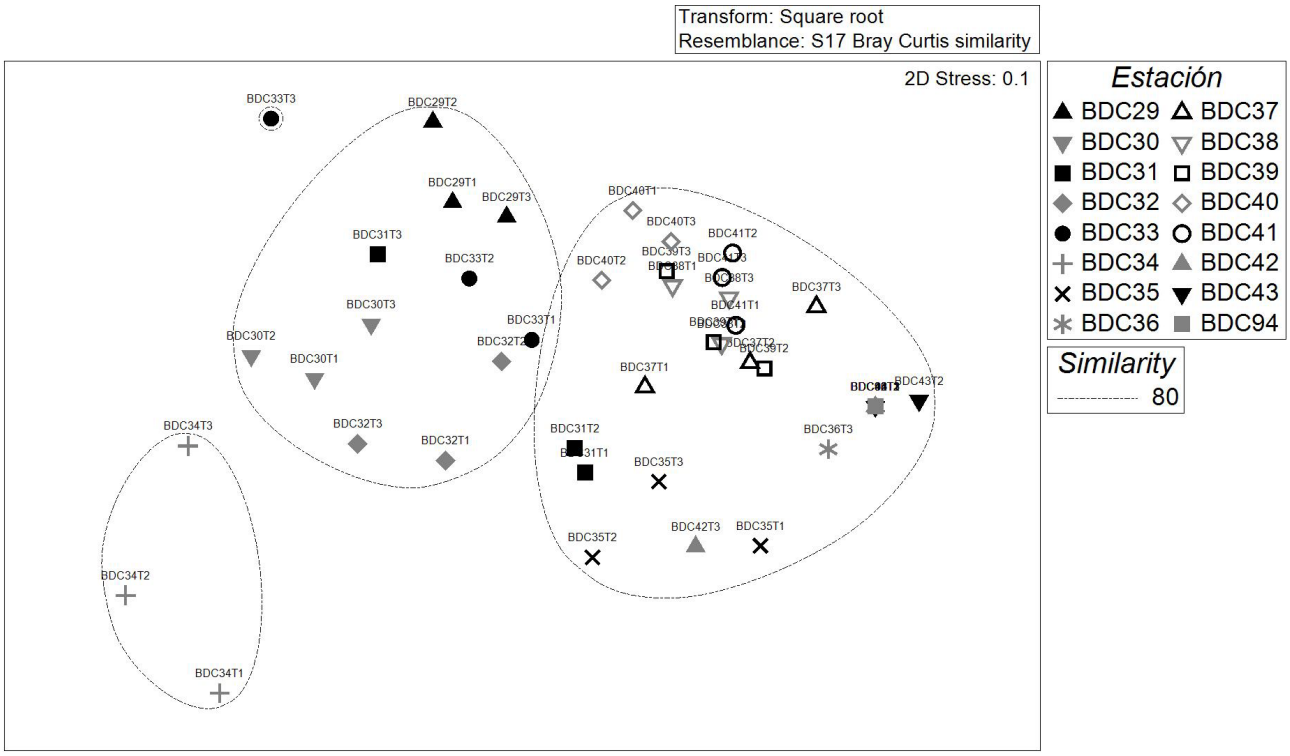


Figura IV.75 Análisis nMDS de la comunidad macrobentónica de los sitios.

(f) Diferencias entre los factores establecidos

De acuerdo con las agrupaciones observadas mediante la superposición del clúster en el análisis nMDS, se clasificaron dichos grupos como factores con la finalidad de contrastarlos y corroborar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre estos (ver siguiente figura).

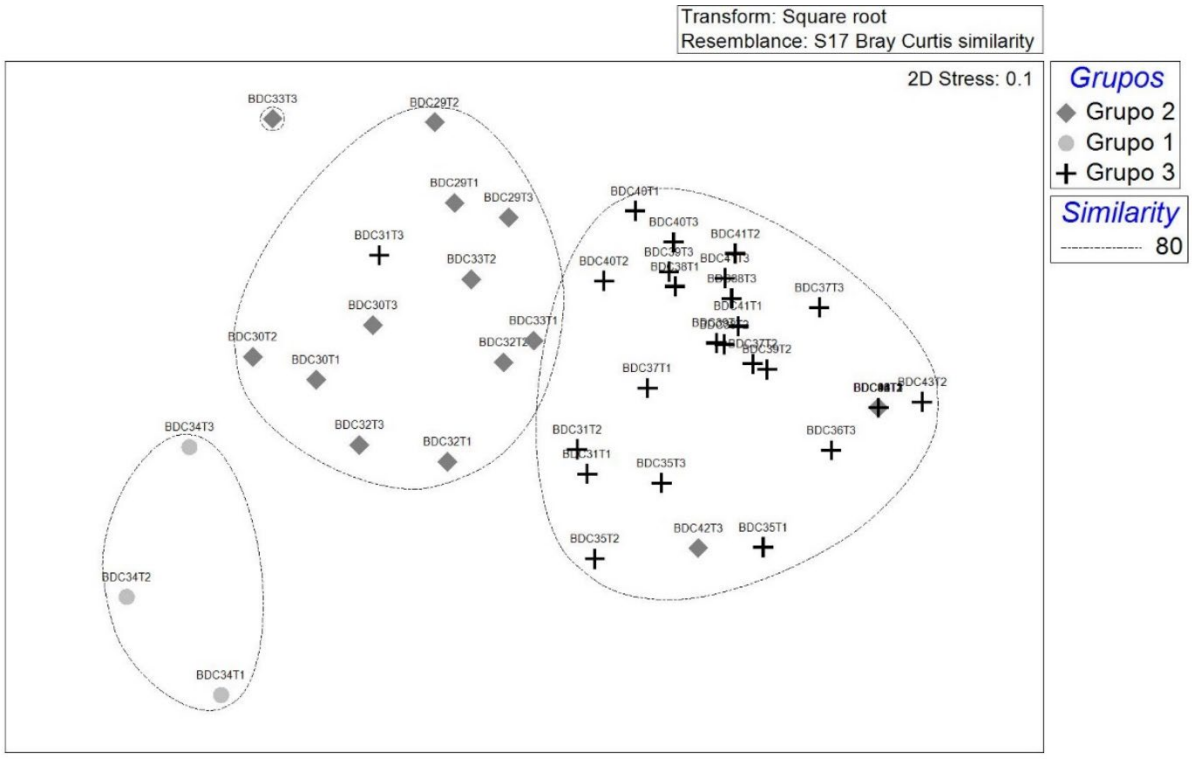


Figura IV.76 Análisis nMDS de la comunidad macrobentónica de los sitios clasificados con el factor grupo.

Se realizó la prueba ANOSIM y los resultados mostraron la existencia de diferencias significativas entre los grupos formados (R= 0.60 y *p*=0.001). La prueba pareada mostró que los grupos formados son diferentes al ser contrastados entre sí, lo cual implica que los sitios BDC29 al BDC33 (Grupo2) son similares entre sí, pero son diferentes de los sitios BDC35 al BDC94 (Grupo 3). Por otra parte, el sitio BDC34 (Grupo 1) presentó características que lo diferencian del resto de los grupos formados (ver siguiente tabla).

Tabla IV.20. Prueba ANOSIM pareada para el factor "Grupos".

Grupos	R	Significancia
G2, G3	0.511	0.001
G2, G1	0.538	0.009
G3, G1	0.984	0.001

Finalmente, para identificar la contribución de cada componente macrobentónico a la conformación de los grupos identificados, se realizó un análisis SIMPER. Los resultados mostraron que en el grupo 1 (BDC34), cuatro componentes aportan el 90.82 % a la conformación de este grupo y es el sustrato arena el que contribuyó con 46.68 %, seguido del componente Bryozoo con 18.47 %, las esponjas encostrantes con 13.15 % y la especie *Stichopathes luetkeni* con 12.52 %. En cuanto al grupo 2, tres componentes aportaron el 92.81 % de la conformación del grupo, el componente arena con el 72.3 % es el que más contribuyó, seguido del componente Bryozoo (11.28 %) y de la especie *Stichopathes luetkeni* con 9.23 %. Por otra parte, el grupo 3 (BDC29 al BDC33) se conformó en un 92.05 % del sustrato arena, cabe destacar que este grupo se conformó por los sitios BDC35 al BDC94 (ver siguiente tabla).

Tabla IV.21. Contribución de los componentes macrobentónicos en la conformación de los grupos identificados de acuerdo con el análisis SIMPER.

Grupo 1 Similitud promedio 83.95%				
Componente	Ab media	Similitud media	Contri. %	Acum. %
Arena	8.3	39.19	46.68	46.68
Bryozoo	3.46	15.5	18.47	65.15
Esponja encostrante	2.63	11.04	13.15	78.3
Stichopathes luetkeni	2.65	10.51	12.52	90.82
Grupo 2 Similitud promedio 78.52%				
Componente	Ab media	Similitud media	Contri. %	Acum. %
Arena	9.25	56.77	72.3	72.3
Bryozoo	2.04	8.86	11.28	83.58
Stichopathes luetkeni	1.91	7.25	9.23	92.81
Grupo 3 Similitud promedio 85.81 %				
Componente	Ab media	Similitud media	Contri. %	Acum. %
Arena	9.77	78.98	92.05	92.05

(g) Caracterización del hábitat

Se revisaron y describieron, de manera general, los videos transectos filmados con la cámara colocada en un ángulo ~130°. De manera anexa se incluye la totalidad de las fotografías tomadas.

BDC29: en este sitio se observó una mayor abundancia del coral látigo (*Stichopathes luetkeni*) y coral negro (*Antipathes* spp.). Además, se registró la presencia de briozoos (*Membranipora* spp.), el hidrocoral *Stylaster* sp. y algunas esponjas encostrantes. Asimismo, el sustrato predominante fue la arena, sin embargo, se observaron formaciones de sustrato duro (ver siguiente figura).

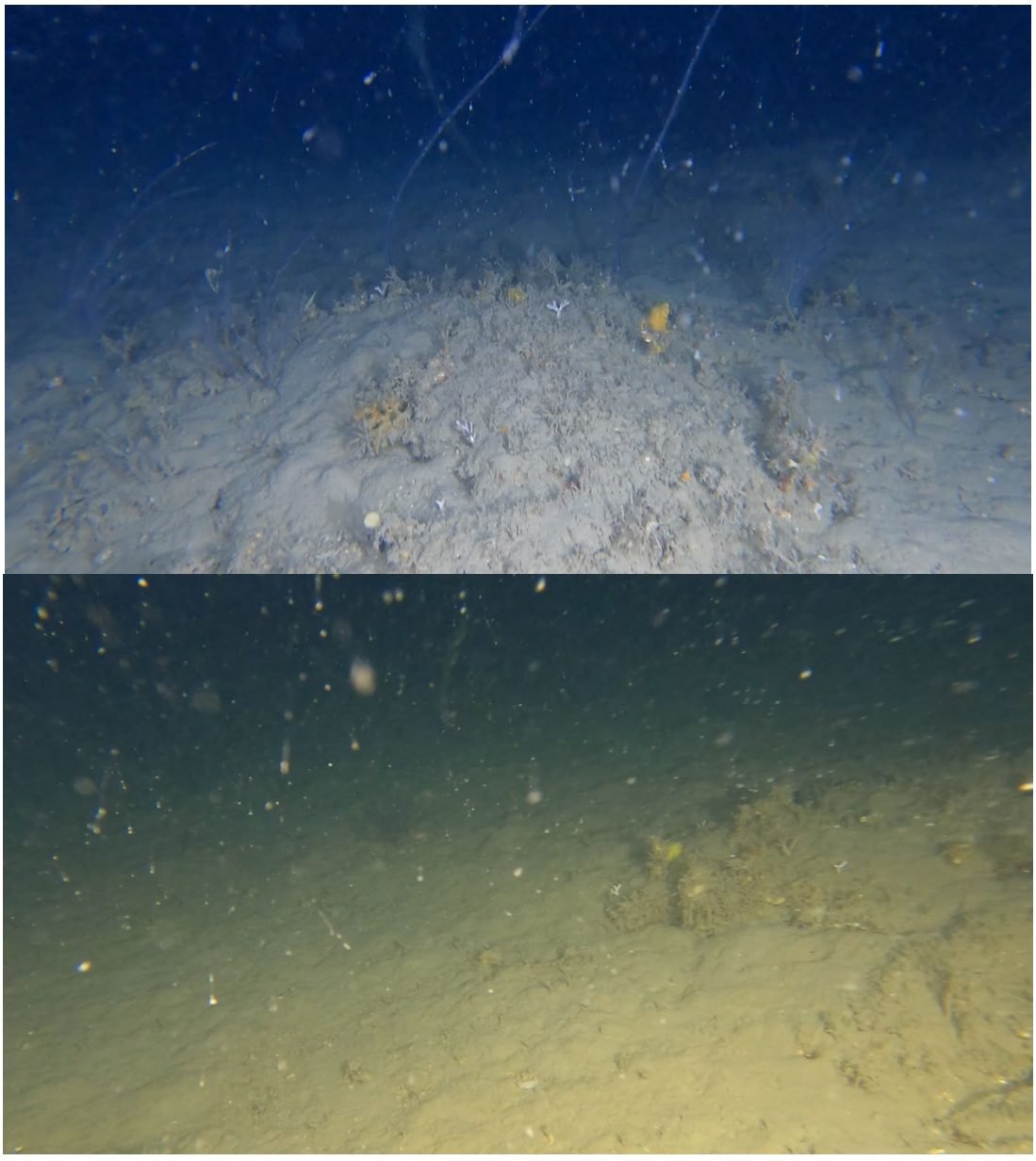


Figura IV.77 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC29, en donde se observa la ausencia de estructuras arrecifales.

BDC30: se observó alta abundancia de coral látigo *Stichopathes luetkeni* así como de *Antipathes* spp. Se observó la presencia de organismos del género *Tanacetipathes* spp., *Membranipora* spp.,

Davidaster sp., octocorales, esponjas encostrantes y tubulares. Este sitio presentó alta complejidad, es decir, gran cantidad de formaciones duras (ver siguiente figura).



Figura IV.78 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC30. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales.

BDC31: se registró alta abundancia de *Stichopathes luetkeni.* Asimismo, se observaron organismos del género *Antipathes* spp., esponjas encostrantes y globulares, así como briozoos. En este sitio se observó un coral copa (escleractinio). El sustrato predominante fue arena (ver siguiente figura).

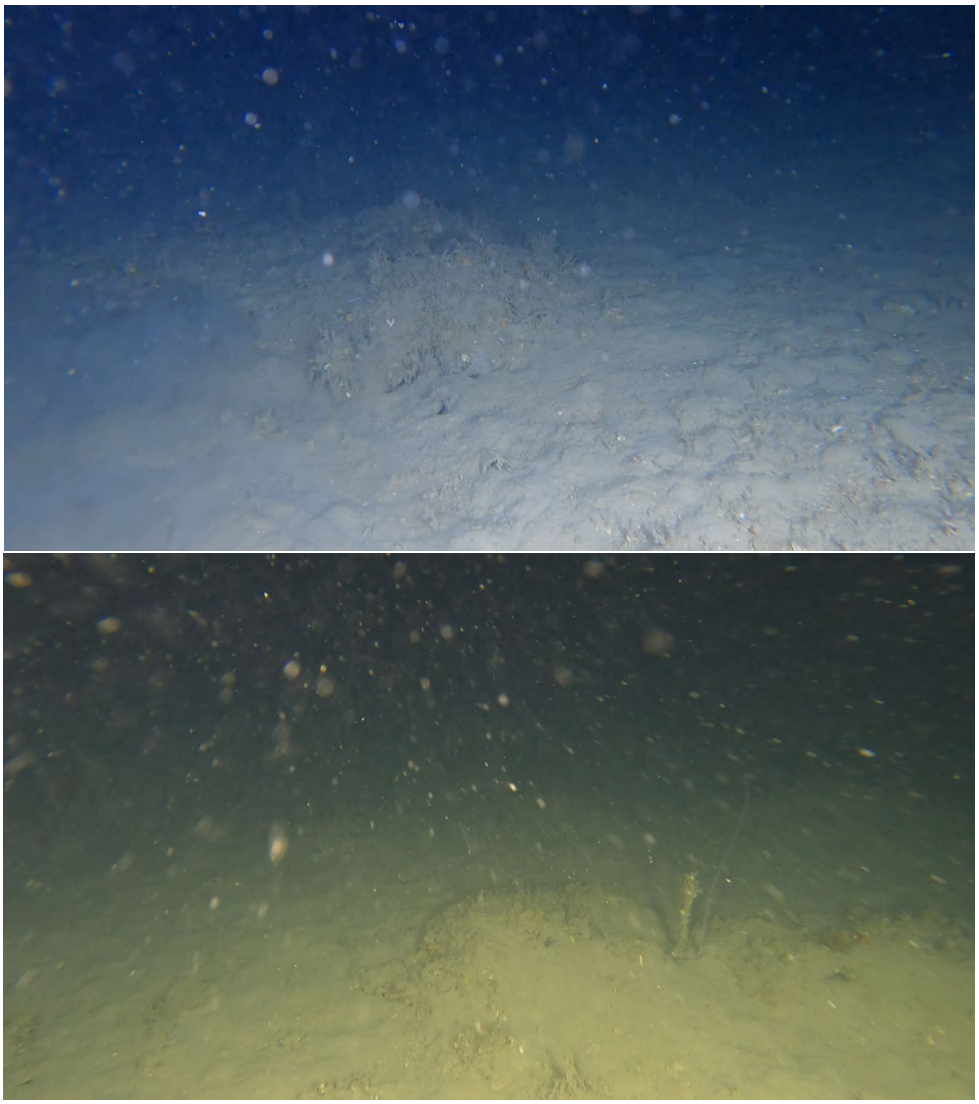


Figura IV.79 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC31. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales

BDC32: para este sitio se observó alta abundancia de coral látigo (*Stichopathes luetkeni*), además de la presencia de *Stylaster* sp*., Antipathes* spp., *Tanacetipathes* spp., esponjas encostrantes,

octocorales y briozoos. El sustrato arena es predominante, aunque se pueden observar formaciones de sustrato duro (ver siguiente figura).



Figura IV.80 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC32. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales

BDC33: se observó alta abundancia de *Stichopathes luetkeni* y *Antipathes* spp. También se reportó la presencia de *Tanacetipathes* spp., *Stylaster* sp., esponjas encostrantes, octocorales, briozoos y algunos crustáceos. En este sitio se observó sedimento fino, así como algunas estructuras duras.



Figura IV.81 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC33. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales

BDC34: se registró la presencia de *Stichopathes luetkeni*, *Antipathes* spp., *Tanacetipathes* spp., *Davidaster* sp., *Salmacina* sp., esponjas encostrantes, globulares y tubulares, briozoos, octocorales, hidroides. En este sitio se pudo observar gran cantidad de formaciones duras, aunque el sedimento fino es predominante.

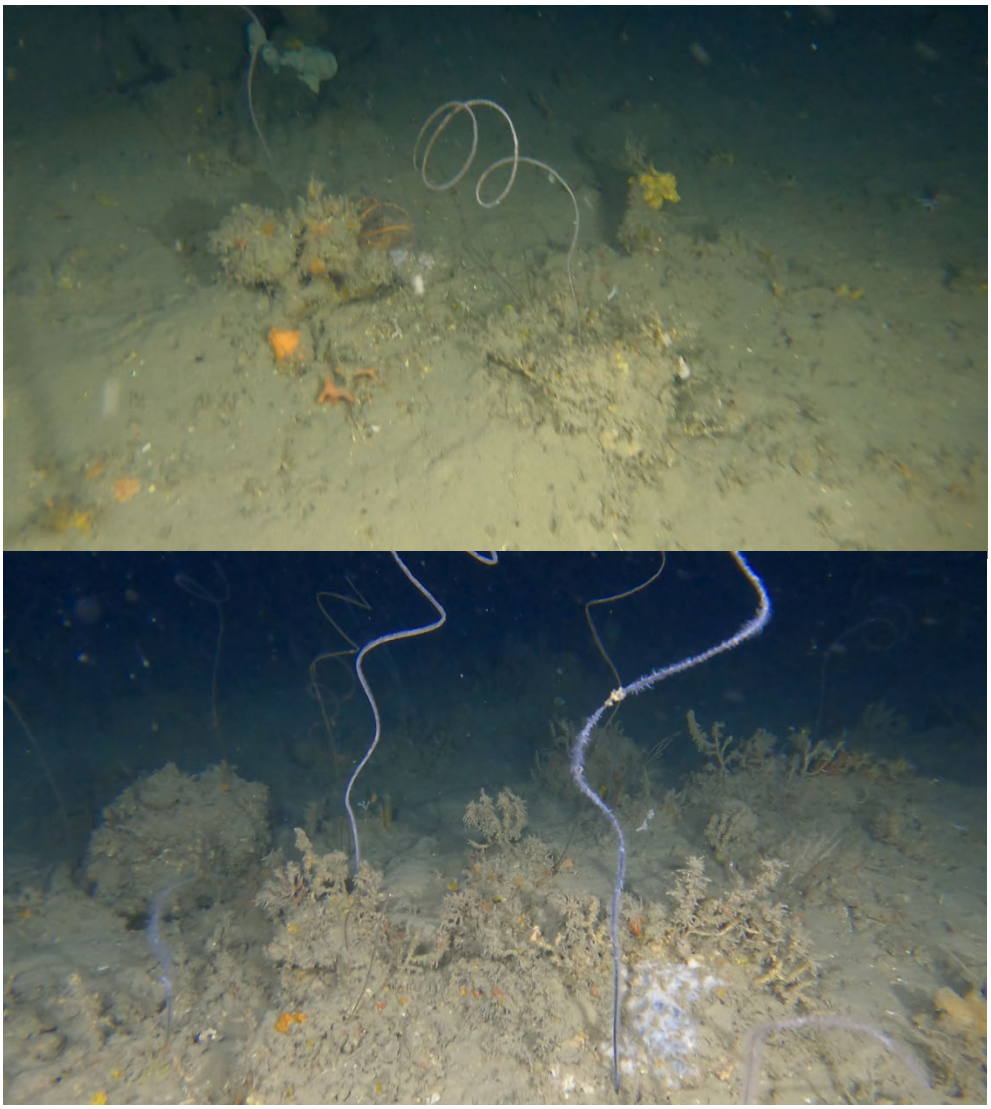


Figura IV.82 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC34. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales

BDC35: en este sitio se encontró presente a las especies *Stichopathes luetkeni*, *Antipathes* spp., *Davidaster* sp., así como algunas esponjas encostrantes, briozoos, octocorales e hidroides. El sustrato principal es arena, aunque se pueden observar algunas formaciones duras.



Figura IV.83 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC35. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales

BDC36: aquí se encontraron algunas esponjas encostrantes, un gusano de fuego (*Hermodice carunculata*) y algunos hidroides. Arena es el sustrato encontrado en este sitio.

BDC37: se observaron algunos organismos de las especies *Stichopathes luetkeni, Antipathes* spp., así como algunos hidroides y octocorales. Arena es el sustrato en este sitio.

BDC38: se reportó la presencia de algunos individuos de *Stichopathes luetkeni, Antipathes* spp., así como octocorales, hidroides y briozoos. En este sitio se encontró arena.

BDC39: se registró la presencia de *Stichopathes luetkeni, Antipathes* spp. y octocorales. El sustrato dominante es arena, sin embargo, también se observó sedimento fino.

BDC40: se observó alta abundancia de *Stichopathes luetkeni*, *Antipathes* spp., así como briozoos, esponjas encostrantes. Los dos tipos de sedimento observados son arena y sedimento fino.

BDC41: en este sitio se observó a las especies *Stichopathes luetkeni* y *Antipathes* spp. Además, del equinodermo *Clypeaster* sp. El sustrato principal es arena.

BDC42: se observó la presencia de algunos individuos de *Stichopathes luetkeni,* algunos hidroides, briozoos, octocorales e hidrocorales (*Stylaster* sp.). Los sustratos son arena y sedimento fino; sin embargo, se observan algunas estructuras duras.

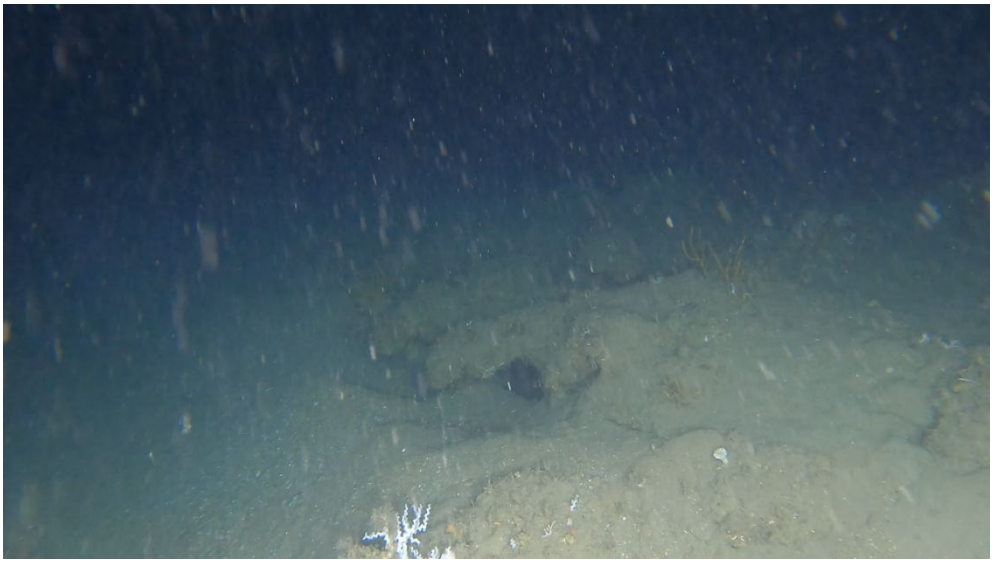


Figura IV.84 Condiciones dominantes dentro del transecto BDC42. Se observa la ausencia de estructuras arrecifales

BDC94: sitio conformado principalmente por sedimento fino. Se observaron algunos montículos de sedimento fino.

BDC43: en este sitio se observó alta abundancia de peces pequeños, así como la presencia de algunos hidroides y crustáceos. El sustrato es sedimento fino.

Mediante la siguiente tabla se muestra el concentrado del inventario faunístico y su cobertura por cada transecto.

Tabla IV.22. Lista faunística y coberturas promedio por sitio de muestreo.

Componente	BDC29	BDC30	BDC31	BDC32	BDC33	BDC34	BDC35	BDC36	BDC37	BDC38	BDC39	BDC40	BDC41	BDC42	BDC94	BDC43
Antipathes sp.	8.2	1.9	0.2	1.4	1.4	0.3	0.0	0.0	0.6	0.3	0.5	3.0	0.8	0.0	0.0	0.0
Arena	82.1	78.2	87.2	85.1	85.1	68.9	95.8	99.8	97.3	94.1	94.4	90.7	96.0	98.6	100	99.7
Bryozoo	5.1	5.3	3.0	9.0	5.1	12.0	1.6	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	1.0	0.0	0.0
Carijoa riisei	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Clypeaster sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
Davidaster sp.	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	2.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Escleractinio no id	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esponja encostrante	0.0	2.7	0.5	1.0	0.2	7.1	1.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esponja globular	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esponja tubular	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Heterogorgia sp.	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hidroide	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lysmata sp.	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Membranipora sp.	0.2	0.0	0.2	0.2	0.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Octocoral no id	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Salmacina sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stenorhynchus seticornis	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stichopathes luetkeni	4.3	10.9	8.5	2.9	5.8	7.4	0.8	0.0	1.6	5.5	5.1	6.1	2.9	0.2	0.0	0.0
Stylaster sp.	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Tanacetipathes sp.	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(h) Análisis hábitat conforme a la batimetría

Conforme a los muestreos realizados se seleccionaron aquellos sitios más próximos al talud de la plataforma continental, así como aquellos en los que se obtuvo un mayor número de componentes.

En este sentido se tiene que dentro del sitio **BDC32** se obtuvo un alta abundancia de briozoos, seguido de coral látigo (*Stichopathes luetkeni*), además de la presencia de *Stylaster* sp*., Antipathes* spp., *Tanacetipathes* spp., esponjas encostrantes y octocorales. Dicha diversidad y abundancia se encuentra asociada a una profundidad de 138.8 m, con una condición batimétrica tipo llanura.

Cabe mencionar que los briozoos son un filo de pequeños animales coloniales sésiles, que tienen preferencia por sustratos duros, sin embargo, también se pueden encontrar en sustratos arenosos como el dominante para el sitio del muestreo. Cabe mencionar, que este tipo de organismos se distribuyen en prácticamente cualquier profundidad.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

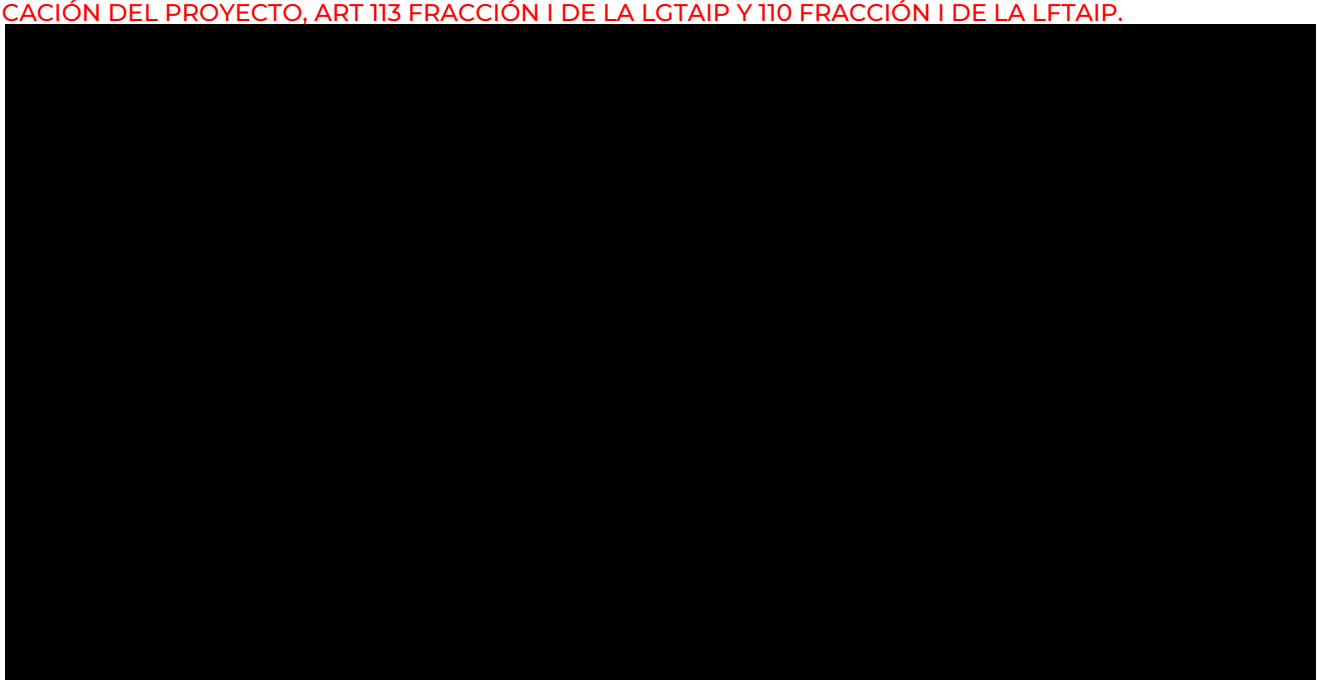


Figura IV.85 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC32.

Dentro del sitio **BDC33** el componente con mayor abundancia fue el coral látigo (*Stichopathes luetkeni*), seguido de briozoo*,* y *Antipathes* spp. Dicha diversidad y abundancia se encuentra asociada a una profundidad de 124.3 m. La particularidad que presenta este sitio respecto al resto de los sitios es su ubicación dentro de una pendiente pronunciada. Lo anterior, se puede relacionar con la

abundancia de la especie *Stichopathes luetkeni*, toda vez que la bibliografía reporta su presencia en las paredes de taludes, pendientes y condiciones escarpadas, incluyendo cavernas en donde la incidencia de luz es baja o nula.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.86 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC33.

Para este sitio **BDC34** el componente con mayor abundancia fue el coral látigo (*Stichopathes luetkeni*), seguido de esponjas encostrantes, siendo estas últimas las que tuvieron mayor presencia respecto al resto de los sitios. Caso contrario se tiene que dentro de este sitio el componente arena fue el que menor presencia tuvo. Dichas condiciones, así como la diversidad y abundancia registrada se encuentra asociada a una profundidad de 91.3 m.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

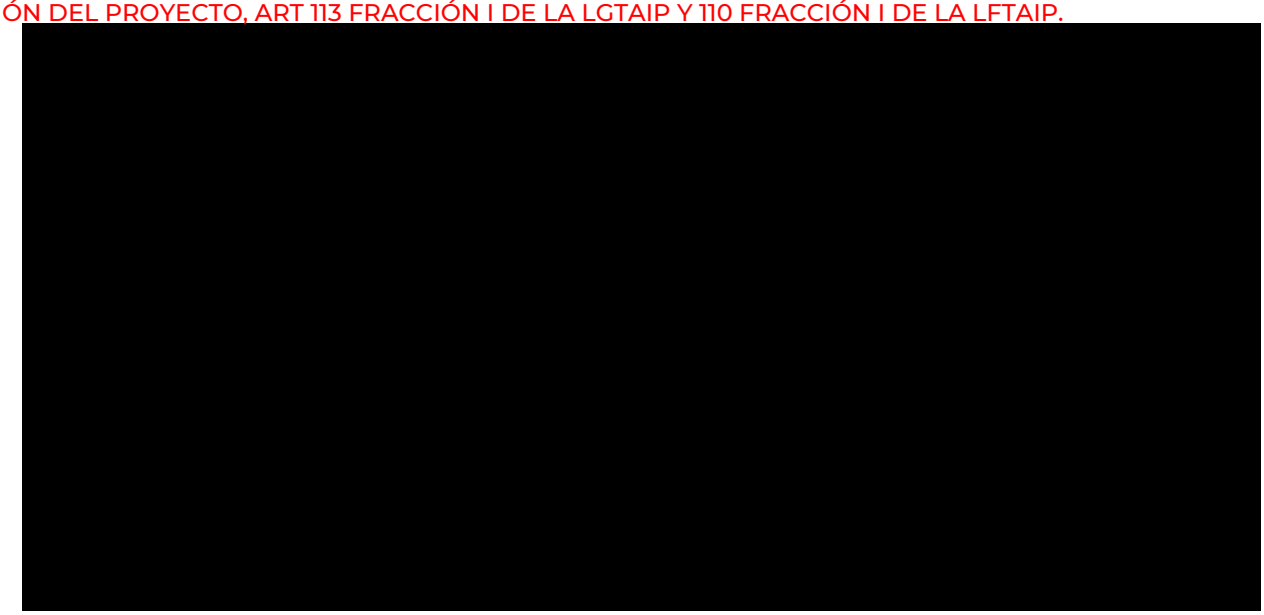


Figura IV.87 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC34.

Dentro del sitio **BDC35**, el componente briozoo fue el de mayor dominancia, seguido de esponjas encostrantes y la especie *Stichopathes luetkeni*. Dichas abundancia y diversidad se asocian a una profundidad de 94.5 m dentro de una llanura, tal y como se observa en la siguiente imagen.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.88 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC35.

Dentro del sitio **BDC36** únicamente se encontraron algunos briozoo, siendo prácticamente la totalidad del sitio un arenal, asociado a una profundidad de 98.3 m, tal y como se muestra en la siguiente imagen.



Figura IV.89 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC36.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Finalmente, para el sitio **BDC40** el componente de mayor abundancia fue la especie *Stichopathes luetkeni*, seguido de *Antipathes* sp. (genero de amplia distribución) y en menor proporción algunos individuos de briozoos. Dicha diversidad y abundancia se asocia a una profundidad de 111.7 m, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.90 Perfil batimétrico del sitio de muestreo BDC40.

(i) Discusión

Los antipatarios, conocidos como corales negros, tal como las especies *Stichopathes luetkeni, Antipathes* sp. y *Tanacetipathes* sp. observadas en los muestreos realizados para el proyecto, son un grupo de antozoos coloniales que se pueden encontrar desde los 100 m hasta los 8,600 m de profundidad (Warner, 2005; Roberts *et al*., 2009; Bavestrello *et al.,* 2011; Warner *et al*., 2012; Humann y Deloach, 2014). Sin embargo, en ocasiones, estos pueden ser observados a menor profundidad con snorkel o equipo SCUBA (Humann y Deloach, 2014; Gori *et al*., 2019). Generalmente se desarrollan en hábitats oscuros, con corrientes fuertes y anclados a sustratos duros por medio de

una estructura de fijación (Warner, 2005), por lo que la presencia de estos organismos indica la existencia de un sustrato duro en los diferentes sitios del área de estudio.

Referente a la especie *Stichopathes luetkeni*, la cual obtuvo el mayor número de registros o abundancia dentro de los sitios muestreados, pero con una cobertura baja y por lo tanto **sin formar camas de coral negro** como regularmente se conocen, corresponde a una especie cosmopolita de crecimiento relativamente rápido. Se distribuye en el atlántico occidental en Florida, Bahamas, Mar caribe y Golfo de México a lo largo de desniveles, en zonas con fuertes corrientes (ver siguiente figura). Estudios de distribución de colonias en Jamaica muestran que su presencia se ve favorecida por acantilados empinados y oscuros. En este sentido se prevé que la densidad de individuos se incremente conforme aumenta la profundidad (zona afótica), y cercano al talud de la plataforma continental, áreas que no se verán afectadas por el proyecto.



Figura IV.91 Distribución de Stichopathes lutkeni

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Especialmente las especies del género *Stichopathes* han mostrado altas proporciones de sobrevivencia, esto favorecido por signos de fragmentación del esqueleto, aun cuando la probabilidad de fijación de los fragmentos al sustrato es baja. Por otro lado, se tiene que los pólipos del coral negro secretan un material proteico llamado antipatharin, mejor conocido como corallum, generalmente de color negro, el cual no es de origen calcáreo, por lo que no se consideran corales formadores de arrecifes (Padilla, 2000).

Por otra parte, los corales escleractinios no determinados en este estudio corresponden a corales ahermatípicos y azooxantelados, es decir, al igual que *Stichopathes* son corales pétreos **que no contribuyen a la formación de arrecifes**, además de que no presentan la asociación (simbiosis) con

las algas fotosintéticas debido a la baja cantidad de luz que penetra a esa profundidad (Muller-Parker y D´Elia. 1997; Kaiser *et al*., 2005).

Cabe puntualizar, que la presencia de corales negros dentro de la zona de muestreo, en ningún momento corresponde a arrecifes de coral o camas de coral negro, lo anterior derivado de sus capacidades biológicas (no formadores de estructuras calcáreas o arrecifales), así como la configuración y distribución de los individuos, considerándose estos dispersos y aislados en la mayoría de los casos.

Finalmente se tiene que las especies encontradas no se encuentran listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.7.3. Avistamiento de fauna costera y marina

Se realizó un total de 47 horas y 16 minutos de esfuerzo de búsqueda, repartidos en seis días efectivos de observación. Las condiciones ambientales variaron entre una escala Beaufort B2 a B6, y una altura de ola de entre 0.5 a 2 metros durante el periodo de estudio. La mayoría de los días de muestreo presentó condiciones desfavorables para la detección de mamíferos y tortugas marinas a gran distancia (Beaufort >3; Velocidad del viento >11 nudos), por lo que el esfuerzo de observación se concentró en una franja <500 metros para cada extremo de la embarcación (estribor y babor) (ver siguiente tabla).

Tabla IV.23. Esfuerzo total y concentrado de las condiciones ambientales registradas durante la observación de fauna marina.

Día de muestreo	Esfuerzo total (h)	Velocidad del viento (Nudos)	Dirección del viento	Beaufort (B)	Altura de la ola (m)	Visibilidad
18/03/2022	08:15	9.6-26	N	3-6	0.5-2	Mala
20/03/2022	07:49	7.1-15	NW	3-4	1-2	Buena
21/03/2022	04:30	7-12	SE	3-4	0.5-1	Regular
25/03/2022	03:03	12.6	E	4	0.5-1	Buena
26/03/2022	11:59	4-15	NE	2-4	0.5-1	Buena
27/03/2022	11:40	10-17	NE-E	3-5	0.5-1.5	Buena

(a) Avistamientos

Durante las navegaciones se tuvo un total de cinco avistamientos de mamíferos marinos y un avistamiento de tortuga marina. Las especies registradas fueron el delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y la tortuga marina amarilla o lora (*Lepidochelys kempii*).

Los avistamientos correspondientes a la especie de delfín moteado del Atlántico se registraron en zonas alejadas de la costa, cuya profundidad fue mayor a 30 metros. El tamaño de grupo varió de entre cinco y 40 individuos. Los grupos estuvieron conformados principalmente por adultos y juveniles. En todas las detecciones los individuos nadaron hacia la embarcación e interactuaron con ella (bow-riding), asimismo se detectaron comportamientos tales como socialización, juego, saltos y transito rápido. Caso especial ocurrió durante el día 27 de marzo, donde un subgrupo conformado por seis individuos se mostró curioso durante las operaciones de arrastre de la red bongo, e interactuó con ella en repetidas ocasiones (ver siguientes figuras).



Figura IV.92 Delfín moteado del Atlántico (Stenella frontalis) registrado durante el avistamiento DSFAV05.



Figura IV.93 Juvenil de delfín moteado del Atlántico (Stenella frontalis) registrado durante el avistamiento DSFAV04.



Figura IV.94. Interacción de avistamiento DSFAV05 durante las operaciones de arrastre para la colecta de muestras de zooplancton y fitoplancton.

Dos individuos de delfín nariz de botella fueron registrados el día 21 de marzo. El avistamiento tuvo lugar en la zona costera (profundidad 23 m) cercana al puerto de Veracruz e Isla Sacrificios. Ambos delfines se detectaron a 220 metros de la embarcación en la zona de estribor, el grupo se movió en tránsito lento, nadó hacia la embarcación y cruzó frente a proa (ver siguiente figura).



Figura IV.95 Delfín nariz de botella (Tursiops truncaus) registrado durante el avistamiento DTTAV02.

Durante la campaña de muestreo se tuvo un solo avistamiento correspondiente al grupo de tortugas marinas. El individuo de la especie de tortuga amarilla o lora se localizó a 150 metros de la embarcación durante el trayecto a la estación E2 ubicada frente a la zona de Tuxpan, Veracruz, a una profundidad de 39 metros (ver siguiente figura).



Figura IV.96. Avistamiento TLKAV01 correspondiente la especie de tortuga amarilla (Lepidochelys kempii) registrada durante la campaña oceanográfica.

Mediante la siguiente tabla se presenta el concentrado de los avistamientos.

Tabla IV.24. Concentrado de avistamientos de mamíferos y tortugas marinas durante la campaña oceanográfica.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Día	Código de Avistamiento	Especie	Número total de animales	Distancia (metros)	Prof. (metros)	Latitud (N)	Longitud (W)
18-03-22	TLKAV01	Lepidochelys kempii (Tortuga lora)	1	150	38.6	[redacted]	
20-03-22	DSFAV01	Stenella frontalis (Delfín moteado del Atlántico)	10	180	34.9		
21-03-22	DTTAV02	Tursiops truncatus (Delfín nariz de botella)	2	220	23		
27-03-22	DSFAV03	Stenella frontalis (Delfín moteado del Atlántico)	5	50	45		
27-03-22	DSFAV04	Stenella frontalis (Delfín moteado del Atlántico)	25	180	90		
27-03-22	DSFAV05	Stenella frontalis (Delfín moteado del Atlántico)	40	20	133		

Mediante la siguiente imagen se muestra la distribución espacial de los avistamientos respecto al trazo del proyecto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

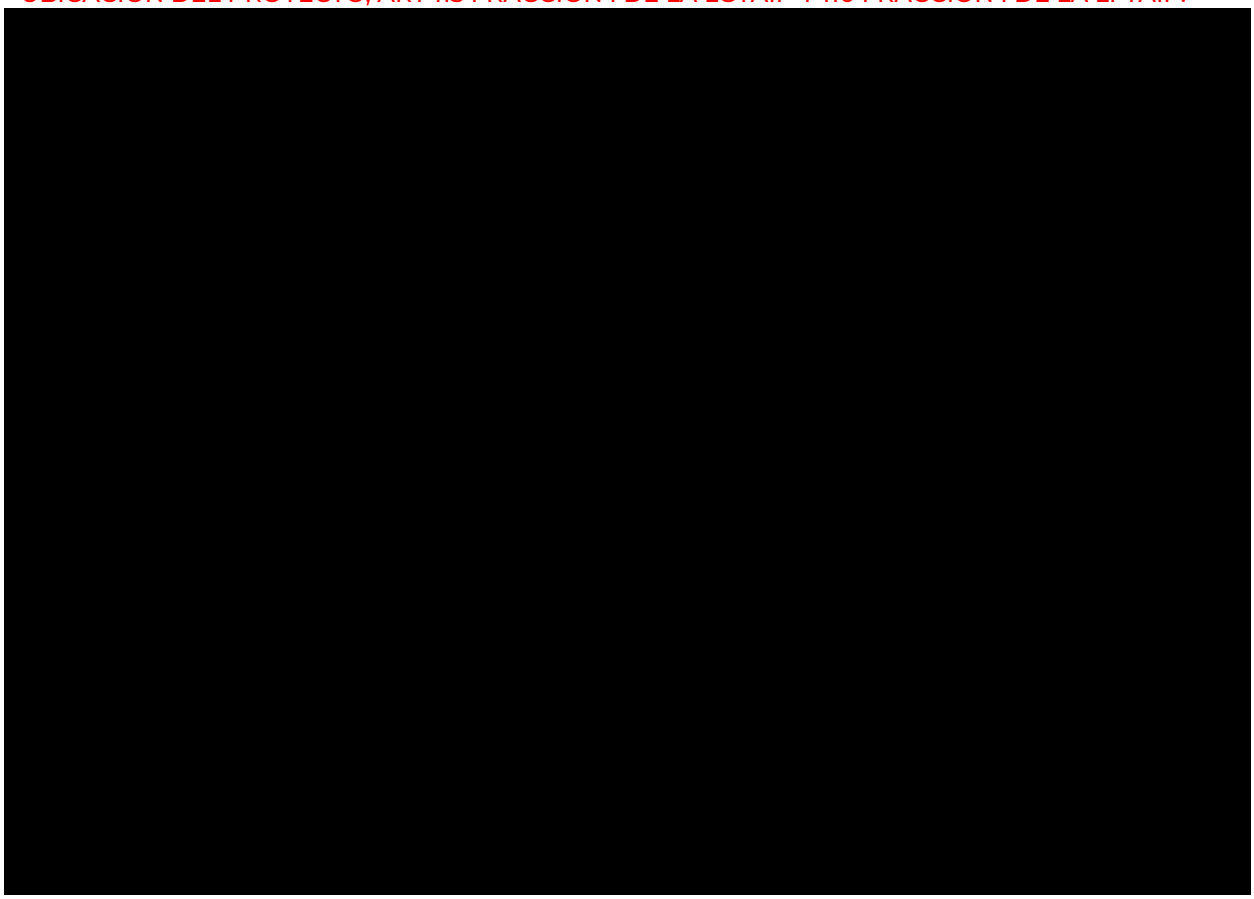


Figura IV.97. Avistamientos de mamíferos y tortugas marinas dentro del SAR Marino durante la campaña oceanográfica.

(b) Abundancia Relativa

El delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*) fue la especie con el mayor número de avistamientos (N = 4), durante el periodo de estudio (18-27 marzo). La estimación de AR para esta especie fue de 1.69 delfines h^{-1}. De los seis días efectivos de búsqueda de fauna marina, sólo en dos se tuvieron avistamientos de esta especie, siendo el día 27 de marzo donde se presentó la mayor AR con 6 delfines h^{-1}.

La AR estimada para la especie de delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en el periodo de muestreo, fue de 0.04 delfines h^{-1}. El avistamiento de esta especie se registró el día 21 de marzo, siendo el único avistamiento de fauna marina durante el esfuerzo de búsqueda para ese día, resultando en una AR de 0.44 delfines h^{-1}.

Durante los días de observación se tuvo el registro de un solo individuo de tortuga marina amarilla o lora (*Lepidochelys kempii*), cuya AR se estimó en 0.12 tortugas h^{-1} para el día del avistamiento (18 de marzo). No obstante, al realizar la estimación de AR para el periodo de muestreo (esfuerzo: 47.27 h), se obtuvo un total de 0.02 tortugas h^{-1}

Mediante la siguiente tabla se muestran los concentrados de la abundancia relativa.

Tabla IV.25. Abundancia relativa de fauna marina registrada durante la campaña oceanográfica.

Día	Avistamiento	Abundancia relativa (Individuos/h)
18/03/2022	TLKAV01	0.12
20/03/2022	DSFAV01	1.28
21/03/2022	DTTAV02	0.44
27/03/2022	DSFAV03-05	6.00

(c) Discusión

El esfuerzo de búsqueda de mamíferos y tortugas marinas se llevó a cabo en un total de seis días efectivos de muestreo. La diferencia en el tiempo de observación resultó evidente al comparar los días entre sí. En un escenario de muestreo idóneo, el esfuerzo de observación tendría que ser homogéneo, tanto espacial como temporalmente. No obstante, resulta imposible llevar a cabo tal metodología, sobre todo en el medio marino dónde la influencia de las condiciones climáticas modifica las características del estado del mar, lo que complica las operaciones de navegación y la detección de organismos.

En ese sentido, una de las principales variables que afectó el esfuerzo de búsqueda durante la campaña fue la velocidad del viento. Aunque la temporada estacional denominada como "Nortes" en la zona de estudio se presenta entre los meses de noviembre a febrero (Morteo, 2011; Ruíz-Hernández, 2014), la incursión de frentes fríos con vientos de hasta 100 km h^{-1} puede extenderse

hasta mediados del mes de mayo (Servicio Meteorológico Nacional). En consecuencia, durante el presente estudio, la entrada tardía de dos frentes fríos provocó la detención en las actividades de observación y la colecta de muestras, así como el paro en la navegación por cuestiones de seguridad. Asimismo, tuvo un factor negativo en el rango de detección de organismos, reduciéndolo significativamente y afectando el éxito de avistamiento, principalmente en los individuos de tortugas marinas, los cuales tienen un comportamiento solitario y tendencias de buceo prolongadas (Frazier, 2001), por lo que su detección a mayor distancia bajo condiciones desfavorables del estado del mar (Beaufort >B4) se vuelve prácticamente nula. Lo anterior, pudo ser una de las causas del bajo número de avistamientos de tortugas marinas reportadas durante el periodo de estudio, lejos de mostrar una tendencia real en la abundancia relativa de estos organismos en la región.

Otro factor a considerar tiene que ver con las operaciones de logística propias del muestreo, ya que la colecta de las muestras fisicoquímicas y biológicas continuó durante el horario nocturno, de manera que las observaciones se retomaron al día siguiente en otros cuadrantes del área de estudio, y por tanto el esfuerzo espacial se mostró sesgado entre las diferentes regiones del polígono de muestreo.

No obstante, y a pesar de las dificultades generadas por las condiciones ambientales, se tuvo un total de seis avistamientos repartidos en cuatro de los seis días efectivos de navegación. Las especies de mamíferos marinos encontradas en el presente trabajo coincidieron con lo reportado por otros autores para la región nerítica sobre la plataforma continental del Golfo de México (Davis et al. 1998; Baumgartner et al. 2001; Ortega-Ortiz et al. 2004; Serrano et al. 2011; Ruíz-Hernández, 2014). En el presente trabajo, el área de estudio estuvo delimitada por la isóbata de los 200 metros de profundidad. En ese sentido, se tienen antecedentes de al menos tres especies distintas que ocurren con mayor frecuencia en esta región: el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*) y el delfín de diente rugoso (*Steno bredanensis*) (Ortega-Ortiz et al. 2004). De manera que, se puede asumir que al menos el 70% de las especies localizadas con mayor frecuencia en la plataforma continental fueron identificadas en el presente estudio.

Los avistamientos correspondientes a la especie de delfín moteado del Atlántico se localizaron principalmente en zonas alejadas de la costa, con profundidades mayores a 30 metros, mientras que los delfines nariz de botella fueron reportaron en aguas someras (<30 m) cercanas a la costa. Este patrón de distribución espacial ha sido descrito para otros casos de estudio, donde el delfín moteado del Atlántico prefiere hábitats con mayor salinidad y menor turbidez (Ortega-Ortiz et al. 2004), mientras que los delfines nariz botella tienden a concentrarse en sitios donde los sistemas frontales marcados favorecen un amplio gradiente de nutrientes y por tanto una mayor disponibilidad de alimento, tal como la desembocadura de ríos y lagunas costeras (Shane, 1990). Por otro lado, se

tiene que estudios de referencia realizados en las costas de Veracruz, México, entre la zona de Tamiahua y Alvarado, han reportado grupos de delfines nariz de botella con una fidelidad estacional alta hacia este tipo de hábitats, principalmente en la temporada de lluvias (julio-octubre), y aunque los datos de foto-identificación sugieren la presencia de una población abierta con un rango de distribución amplio, se tiene registro de algunos individuos residentes en la región (Galindo et al. 2009; Del Castillo-Olivera, 2010; Martínez-Serrano et al 2011; Morteo et al.2012; Ruíz-Hernández, 2014). Estas tendencias de distribución, agregación, residencia y fidelidad al sitio, también son consistentes con las reportadas para el estado de Tabasco (Delgado-Estrella, 2015).

Es importante tener en cuenta que la variabilidad estacional de las condiciones hidrográficas en la zona de estudio no solo determina la presencia o ausencia de ciertas especies de fauna marina, también modula la abundancia espacial y temporal de las mismas. Si consideramos la naturaleza misma de las diferentes especies de tortugas y mamíferos marinos presentes en el Golfo de México, así como su alta movilidad, podríamos esperar la intrusión de especies que usualmente se distribuyen entre los límites de la plataforma continental (Davis et al. 1998; Ortega-Ortiz et al. 2004; Galindo et al. 2009; Vázquez-Castán et al. 2009) hacia la zona costera, tal como el rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*) (Ortega-Ortiz et al. 2004), o en el caso de las tortugas marinas, se esperaría tener una mayor abundancia de las mismas en la zona costera durante la temporada de desove (Frazier, 2001). Asimismo, las propias especies de mamíferos marinos reportados como frecuentes en la plataforma continental mostrarían desplazamientos hacia otros sitios donde las condiciones ambientales fueran más favorables para satisfacer los requerimientos biológicos básicos de las mismas.

En el presente trabajo se considera que las navegaciones con esfuerzo de búsqueda de fauna marina fueron representativas para el área de estudio, ya que cubren ambientes someros (<30 m) y profundos (30-200 m), así como las zonas norte, centro y sur del polígono de muestreo. No obstante, las tendencias de distribución espacial de los organismos avistados podrían estar sesgada por la poca representatividad temporal del muestreo. La abundancia relativa de delfines para el periodo de estudio varió entre 0.04 y 1.69 delfines h^{-1}, estos valores fueron consistentes con los reportados para otros estudios (Galindo et al. 2009; Del Castillo-Olivera, 2010). Asimismo, los valores de abundancia relativa se encuentran relacionados directamente con el número de organismos y el esfuerzo realizado, y por tanto el tamaño de grupo y el número de avistamientos por día es esencial para su estimación. Un ejemplo comparativo es el resultado de la abundancia relativa de delfines nariz de botella por día de navegación (0.44 delfines h^{-1}), el cual estuvo representado por sólo un avistamiento de dos individuos, comparado con los 4.69 delfines h^{-1} reportados por Del Castillo Olivera (2010) para el mismo sitio.

Los datos presentados hasta el momento confirman la presencia de algunas de las especies de mamíferos y tortugas marinas reportadas para en el Golfo de México, especialmente para la zona nerítica de la plataforma continental, así como algunos de sus hábitos de distribución

IV.7.4. Inventario ictiofaunístico y especies en algún estatus de riesgo

Conforme a la bibliografía entre Veracruz y Tabasco, se registran 103 especies de peces cartilaginosos de las cuales, 62 son tiburones y 41 rayas, pertenecientes a 10 órdenes y 33 familias (ver siguiente tabla). En esta lista se incluyen especies de hábitos marinos, costeros, neríticos, pelágicos, demersales y de aguas profundas (talud continental).

Tabla IV.26. Órdenes y especies de peces cartilaginosos (Chondrichthyes) y óseos (Actinopterygii) de la zona costera y nerítica.

A) Chondrichthyes	Familias	Especies	Nombres comunes
Carcharhiniformes	5	29	Tiburones, cornudas
Hexanchiformes	1	3	
Lamniformes	4	8	Tiburón blanco, tiburón zorro
Orectolobiformes	2	2	Tiburón ballena
Squaliformes	6	17	
Squatiniformes	1	3	Tiburón ángel
Myliobatiformes	7	16	Mantas
Rhinopristiformes	1	2	Peces sierra
Rajiformes	4	20	Rayas
Torpediniformes	2	3	Rayas
Total	33	103	

B) Actinopterygii	Familias	Especies	Nombres comunes

Albuliformes	1	1	Macabí
Anguilliformes	7	23	Anguilas, morenas
Argentiniformes	1	1	
Atheriniformes	1	6	Peces plateados
Aulopiformes	4	6	Chile
Batrachoidiformes	1	4	Sapo
Beloniformes	3	24	Agujón, volador, pajaritos
Beryciformes	2	9	Peces piña
Clupeiformes	3	19	Arenques, anchovetas, sardinas
Cyprinodontiformes	3	19	Peces pequeños, ambientes lacustres y estuarinos
Elopiformes	2	2	Machete
Gadiformes	4	4	Merluzas
Gasterosteiformes	3	12	Peces pipa
Lampridiformes	2	2	Opah
Lophiiformes	2	8	Murciélago
Mugiliformes	2	6	Lisa, lebrancha, liseta, bobo
Myctophiformes	1	1	Peces linterna
Ophidiiformes	3	12	Congriperlas, brótulas
Perciformes	56	392	Borrachos, jurel, casabe, pámpano, tubícola, mojarras, gobios, burros, roncos, roncacho, salema, etc.
Pleuronectiformes	4	31	Tepalcate, lenguado, lengua, platija
Scorpaeniformes	3	18	Escorpión, vaca
Siluriformes	1	5	Bagre, chihuil
Stephanoberyciformes	1	1	Candiles, peces piña, soldados
Syngnathiformes	2	3	Peces pipa, caballitos de mar

Tetraodontiformes	6	33	Peces cofre, pez globo
Total 25 or	118	642	

De las especies registradas se tiene que únicamente cinco (5) se encuentran listadas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se refieren en la siguiente tabla.

Tabla IV.27. Especies de peces cartilaginosos incluidas en la NOM 059 SEMARNAT-2010.

Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitat	Nombre común
Carcharodon carcharias (Linnaeus, 1758)	Amenazada	Marino-nerítico, marino-oceánico	Tiburón blanco
Rhincodon typus Smith, 1828	Amenazada	Fuera de la plataforma; superficie oceánica y epipelágico. Oceanódromo (0 - 1928 m)	Tiburón ballena
Mobula birostris (sinónimo Manta birostris)	Sujeta a protección especial	Arrecife, nerítico; superficie oceánica y epipelágico	
Mobula hypostoma	Sujeta a protección especial	Nerítico; superficie oceánica y epipelágico	
Mobula tarapacana	Sujeta a protección especial	Nerítico; superficie oceánica y epipelágico	

En la zona de estudio se encontraron registros de 642 especies de peces óseos, pertenecientes a 25 órdenes y 118 familias. Estos organismos habitan en diversos ambientes, incluyendo el estuarino, costero y nerítico. Por otro lado, 251 de esas especies se encuentran en arrecifes, 171 habitan en la zona costera, incluyendo los cuerpos costeros (Froese y Pauly, 2021), y son tanto de hábitos pelágicos como demersales, entre estas últimas se encuentran los pargos, serránidos, roncos, etc., mientras que entre los asociados a arrecife destacan las anguilas y morenas, blénidos, góbidos, lábridos, doncellas, sapos y múlidos, entre otros. Algunas especies son marinas (ej. jureles, pajarito, volador, sardinas), y otros se desplazan entre la costa y el estuario (robalos, bagres, etc.).

Cabe mencionar que ninguno de estos organismos está incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, (DOF, 2019).

Por otro lado, se registraron nueve especies endémicas del Golfo de México (GM), siete de las cuales son peces óseos y dos cartilaginosos (ver siguiente tabla), la mayoría son de amplia distribución dentro de este cuerpo de agua y habita en la costa, por lo cual el riesgo de que estas

poblaciones sea afectada es menor. Todas son de hábitos demersales y ninguna de ellas está clasificada bajo alguna categoría de riesgo.

Tabla IV.28. Especies endémicas del Golfo de México. C: Chondrichthyes (peces cartilaginosos); A: Actinopterygii (peces óseos con aletas con radios). Se incluye el área donde se distribuyen y su hábitat.

Clase	Nombre científico	Área geográfica	Hábitat
C	*Mustelus sinusmexicanus*	GM	Fondos suaves (limos, arenas y arcillas). Profundidad: 36 a 229 m
C	*Raja texana*	Florida a Yucatán	Demersal. Profundidad: 15-120 m.
A	*Bollmannia communis*	S Florida a GM	Demersal; fondos suaves (limos, arenas, arcillas)
A	*Citharichthys abbotti*	GM	Demersal; fondos suaves (limos, arenas, arcillas)
A	*Coryphopterus punctipectophorus*	S Florida a GM	Demersal; arrecifes coralinos
A	*Cynoscion arenarius*	GM	Demersal; playa y línea de costa
A	*Gymnachirus texae*	GM, Peninsula Yuc.	Demersal; fondos suaves (limos, arenas, arcillas)
A	*Hypleurochilus multifilis*	GM	Demersal; arrecifes coralinos
A	*Sphoeroides parvus*	GM	Demersal; bahías y cerca de la costa

Por otro lado, la estacionalidad de algunos peces óseos está relacionada con sus movimientos migratorios; sin embargo, se desconocen las características de estos desplazamientos, aun en especies de importancia comercial, como ocurre con el peto, *Acanthocybium solandri* (Oxenford et al, *2003*). Sin menos cabo de lo anterior, es importante reiterar que derivado de la naturaleza del proyecto, ubicación, técnicas y proceso constructivo previene la afectación a los diferentes componentes ambientales, incluyendo peces óseos y sus movimientos migratorios. Adicional a esto se tiene que el proyecto pretende la implementación de programas y medidas de prevención, mitigación y compensación mediante las cuales se asegura el mantener el equilibrio ecológico y continuidad de los procesos (ver capítulo VI).

IV.8. Recursos Pesqueros

IV.8.1. Sitios de pesca artesanal

En un estudio de la distribución de la pesca ribereña a lo largo de la costa veracruzana, desde Barra de Cazones hasta el Municipio de Agua Dulce (Reyna-González et al., 2019), se identificaron tres zonas: norte, desde Barra de Cazones hasta el municipio de Vega de Alatorre; centro, desde la comunidad de Chachalacas al municipio de Lerdo de Tejada; y sur, a partir de Lerdo hasta Agua Dulce (ver siguiente tabla y figura). En esta región se identificaron 164 sitios de pesca, distribuidos en 5 estratos, clasificados según la profundidad (0-20 m; 20-40 m; 40-100 m; 100-200 m, 200 a 1000 m).

Tabla IV.29. Sitios de pesca ubicados en los diferentes estratos de profundidad de las localidades donde se asientan los pescadores artesanales. Información de Reyna-González et al. (2019).

Zona	Localidad	0-20 m	20-40 m	40-100 m	100-200 m	200 a 1000 m
Norte	Barra de Cazones	13	1	7	0	0
	Tecolutla	9	13	19	0	2
	Casitas	0	1	3	0	0
Centro	Chachalacas	2	0	0	0	0
	Antón Lizardo	8	23	1	0	0
	Alvarado	11	27	0	0	0
Sur	Allende	1	5	5	0	0
	Salinas Roca Partida	11	1	18	2	1
	Barra de Sontecomapan	0	1	0	0	0

La mayoría de los sitios de pesca se encuentran entre los 0 y 40 m de profundidad, y son más abundantes en la región de Antón Lizardo, Alvarado y Tecolutla, lo que indica que en general, la pesca ribereña se efectúa en profundidades menores a 50 m y, por lo tanto, lejanas del área del proyecto. En estas zonas, las redes fueron el arte de pesca más empleado. La pesca en aguas >40 m fueron más comunes en Tecolutla y Salinas Roca Partida (Sontecomapan), donde se utilizaron curricanes, líneas de mano y palangres de deriva principalmente.



Figura IV.98. Zonación de la pesca ribereña en la costa de Veracruz. Mapa de Reyna-González et al. (2019).

IV.8.2. Condiciones de las pesquerías de escama más importantes

Tres de los recursos que forman parte de las pesquerías más importantes se encuentran Aprovechados al Máximo Sustentable (ver siguiente tabla), incluyendo los robalos, los mugílidos (lebrancha y lisa), el peto y la sierra. Los guachinangos se encuentran en deterioro, en tanto que se desconoce la condición de los serránidos (abadejo, chernas, mero). En algunos casos se ignora la magnitud del esfuerzo.

Tabla IV.30. Algunas características y condiciones de las pesquerías más importantes, según la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2018).

Grupo	Especies (especies asociadas)	Arte de pesca	Condiciones
Robalos y chucumite	3(27)	Redes de arrastre robaleras y chucumiteras, red agallera y atarraya para chucumite.	Aprovechado al máximo sustentable.
Guachinango y Pargos	14(21)	Palangre, línea, "bicicleta", cala huachinanguera	En deterioro en Veracruz, Aprovechada

Grupo	Especies (especies asociadas)	Arte de pesca	Condiciones
			al máximo sustentable en Tabasco.
Lebrancha y lisa	2(15)	Redes de enmalle y atarrayas	Aprovechado al máximo sustentable.
Abadejo, chernas y mero	8(23)	Palangre de fondo, líneas de mano, arpones, red agallera	Desconocido en Veracruz y Tabasco.
Peto y sierra	3(32)	Redes de enmalle (tipo agallera); curricán.	Aprovechado al máximo sustentable.

IV.8.3. Embarcaciones mayores durante 2021

La localidad pesquera cercana al sitio de interés (19.1503-19.2675 °N y 95.734- 95.840 °O) es Antón Lizardo, cuyas principales áreas de pesca se encuentran entre 20 y 40 m, en donde las principales artes de pesca son la línea de mano y el curricán. La importancia del palangre en esta zona es baja y se utiliza al norte de esa localidad en profundidades variables entre 40 y 100 m. Solamente en Tecolutla y Salinas Roca Partida, cobraron importancia los estratos más profundos (200-1000 m) donde se pescan con palangre y líneas de anzuelos peces pelágicos mayores y algunos peces de escama (meros, guachinangos, sierra).

De las 57,531 posiciones registradas en los 108 viajes realizados por 46 barcos, solo 91 fueron detectadas en la zona de interés (Figura 42, Tabla 12), la mayoría de las cuales (76; 82.6 %), solo se registraron una vez y 12 (14.1%) en dos ocasiones. Por otro lado, 64% de esos datos fueron de barcos camaroneros, con una velocidad promedio de 13.69 $\pm$ 2.76 nudos, lo que sugiere que estaban desplazándose sobre la zona. La velocidad de otros barcos con permiso para arrastre y uso de palangre fueron mayores a 9.6 nudos; sin embargo, en ese caso no es posible determinar su actividad porque las bases de datos no muestran la especie que estaban capturando en ese viaje.

Tabla IV.31. Posiciones de los barcos registradas entre las coordenadas 19.1503-19.2675 °N y 95.734- 95.840 °O, en 108 viajes. En negritas se destacan los barcos que, por su velocidad, posiblemente estaban tendiendo o recogiendo los palangres, el resto estaban transitando por la zona.

	Avistamiento de los barcos en el área de estudio (núm.)				
Especie objetivo	1	2	4	9	24
Camarón	50	9			

Camarón, túnidos	1				
Camarón, escama	5				
Túnidos	8				
Túnidos, pez espada	8	3	**1**	**1**	**1**
Túnidos, tiburones	3	**1**			
Túnidos, tiburón, escama	1				
Viajes	76	12	1	1	1

Mediante las siguientes figuras se muestran los registros de posición de los viajes dentro del SAR y Puerto de Veracruz.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

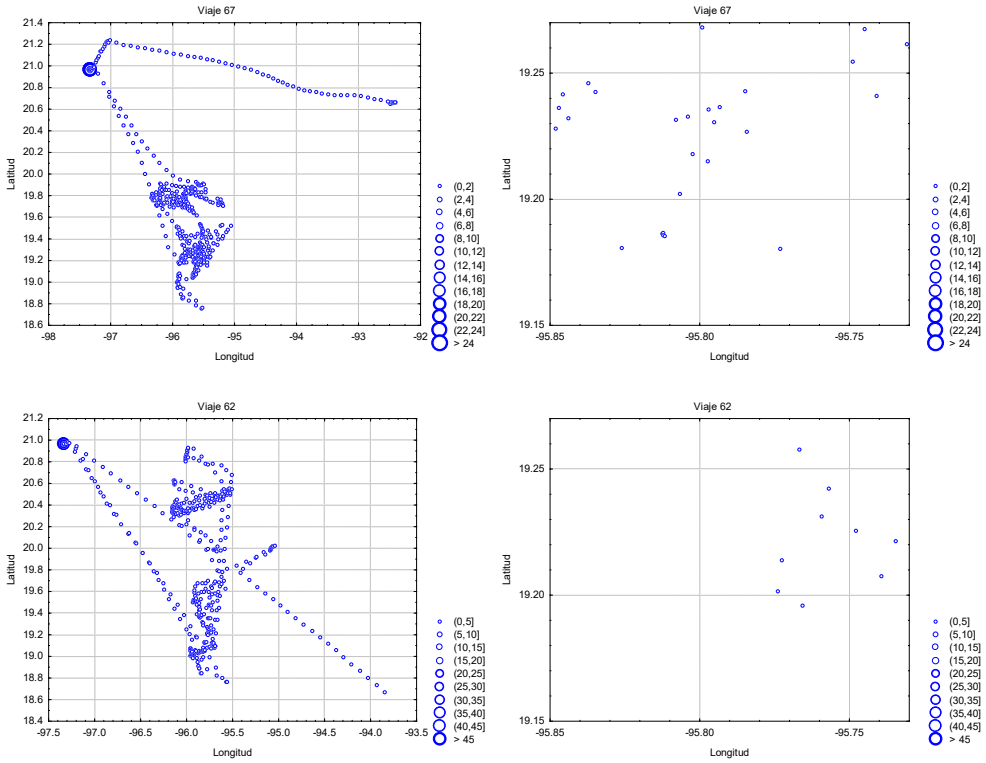


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.99. Registros de posición de 92 viajes de barcos palangreros y arrastreros que en algún momento se registraron en el área de interés en 2021, en el SAR Marino (Arriba) y en el puerto de Veracruz (Abajo).

Se detectaron uno y dos registros de 23 barcos palangreros, los cuales se estaban desplazando a velocidades variables entre 9.05 ± 2.01 y 11.05 ± 3.73 nudos. Todas las embarcaciones tienen permiso para atún, aunque algunas tienen autorización para otros recursos. Solo tres embarcaciones palangreras con permiso para la pesca de atún y pez espada, fueron observadas en varias ocasiones (4, 9 y 24) y puesto que los registros se efectuaron cada hora, esos datos indican que los barcos permanecieron alrededor de 3, 8 y 23 horas en la zona. La velocidad promedio de esas embarcaciones fue de 6.97, 5.56 y 7.24 nudos, inferiores a las del resto, lo que sugiere que estaban cobrando el arte de pesca. Por otro lado, solo un palangrero fue detectado navegando a una velocidad de 1.609 nudos (con dos registros), lo que sugiere que trabajó en el área de interés, aunque aparentemente solo de manera fortuita (ver siguientes figuras).



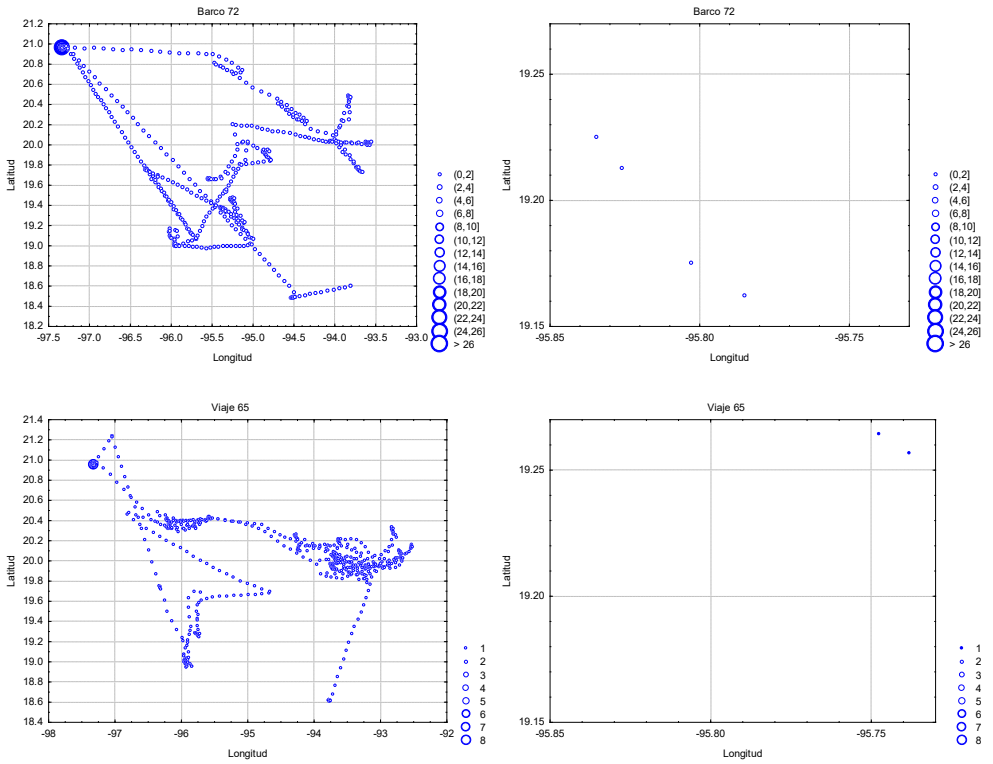


Figura IV.100. Registros de la posición de 4 viajes de barcos que se detectaron en el área de interés. En la columna derecha se muestra la trayectoria total, y en la izquierda los registros en el área de interés (19.15- 19.26 °N; 95.73-95.85 °O). El diámetro del círculo indica la frecuencia.

Estos resultados sugieren que la pesca en la región de interés es muy limitada. La pesca artesanal aparentemente se efectúa en aguas más someras. Eventualmente podría haber embarcaciones mayores trabajando en el área, probablemente con palangres de deriva (aunque algunos con anzuelos trabajando por debajo de las 70 brazas) y barcos camaroneros circulando por la zona. La información analizada sugiere que es poco probable que se efectúen maniobras de arrastre.

IV.9. Diagnóstico ambiental

A nivel del área de referencia (Golfo de México -GM-), existe un deterioro ambiental que se manifiesta en problemas de contaminación provocada por las descargas de aguas servidas provenientes de la zona continental y que son vertidas sin tratamiento previo, por lo que generan nutrientes (nitrogenados, fosforados y compuestos solubles de silicio), así como micro-

contaminantes y microorganismos patógenos. De la mano con lo anterior, hay un manejo incorrecto de los residuos industriales, peligrosos y los sólidos urbanos. Conforme a estudios previos que se han realizado en el GM, área de referencia donde incidirá el proyecto, presenta niveles de contaminación procedentes del medio terrestre hacia las zonas costeras, con valores superiores a los 4 millones de toneladas anuales (PNUMA, 1994. En: Botello, et al., 2005). Referente al derrame de petróleo, en el norte del golfo de México, el 20 de abril del 2010, inició el derrame marino accidental más grande de la historia de la explotación petrolera, lo cual ocurrió en manos de propiedad de la compañía Transocean y operada por British Petroleum (BP). Durante tres meses, se vertieron cerca de 800 mil toneladas (casi 5 millones de barriles) de petróleo del pozo Macondo (McNutt et al., 2012).

Entre las principales cargas contaminantes de origen industrial hacia el medio marino se identificaron aquellas procedentes de refinerías de petróleo, fábricas de azúcar de caña y alimentos, destilerías de alcohol, cervecerías, papeleras y las industrias químicas (orgánica e inorgánica). Las refinerías de petróleo contribuyen con el 70% del total de las cargas industriales de DBO5, y con el 80% de las cargas contaminantes de petróleo (PNUMA, 1994. En: Botello, et al., 2005). La eutrofización costera producto de los vertimientos de aguas servidas, constituye un problema regional particularmente agudo en zonas cercanas a los grandes centros urbanos (Sullivan Sealey, 1998).

Adicional a lo anterior, se estima que más de mil millones de toneladas por año de material particulado es depositado en la zona marina del GM, donde incidirá el proyecto. Las cargas fluviales, disueltas y suspendidas, se han incrementado en más del doble en los últimos años debido a las actividades humanas (UNEP, 1999. En: Botello, et al., 2005). Valores excepcionalmente altos de sólidos totales son observados en el GM.

En el caso del SAR, se ve influido por todas las actividades antrópicas antes señaladas y por las descargas y desechos que implican el desarrollo de estas actividades (ver la siguiente figura).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.101. Actividades antrópicas que inciden en el SAR.

En cuanto al funcionamiento hidrodinámico del SAR, depende principalmente de las condiciones atmosféricas inducidas por el viento, el cual determina la dirección y tipo de corrientes, y se define en dos estaciones bien marcadas que son primavera-verano y otoño-invierno.

En la temporada de otoño e invierno la mayor probabilidad de ocurrencia de las corrientes a lo largo de las costas de Tamaulipas y Veracruz son hacia el sur, mientras que en los estados de Campeche y Yucatán van predominantemente en sentido inverso, convergiendo en el sur del Golfo de México lo que genera flujos perpendiculares a la costa. Durante la primavera y verano, los vientos en la zona de la plataforma de Tamaulipas y Veracruz tienen una dirección dominante hacia el norte, orientando las corrientes en esa misma dirección (ver la siguiente tabla).

Procesos dominantes en el GM, que tienen incidencia en el SAR.

		TEMPORALIDAD	
		PRIMAVERA	**VERANO**
PROCESOS DOMINANTES	**CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (FORZAMIENTOS INDUCIDOS POR EL VIENTO)**	CICLONES TROPICALES	FRENTES FRÍOS Y NORTES
	DIRECCIÓN DE LAS CORRIENTES	SUR A NORTE	NORTE A SUR
	TIPO DE CORRIENTES	CORRIENTE DE LAZO (REMOLINOS Y CORRIENTES FORZADAS POR EL VIENTO)	

En cuanto a la magnitud de la velocidad de las corrientes, de acuerdo con los resultados de las simulaciones, mostraron que la magnitud de la corriente disminuye gradualmente en el SAR, de norte a sur, con valores máximos en superficie de 0.7 m/s en el norte y 0.45 m/s, en el sur. Los mismo sucede en el fondo de la columna del agua, tal y como se muestra en la siguiente figura.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

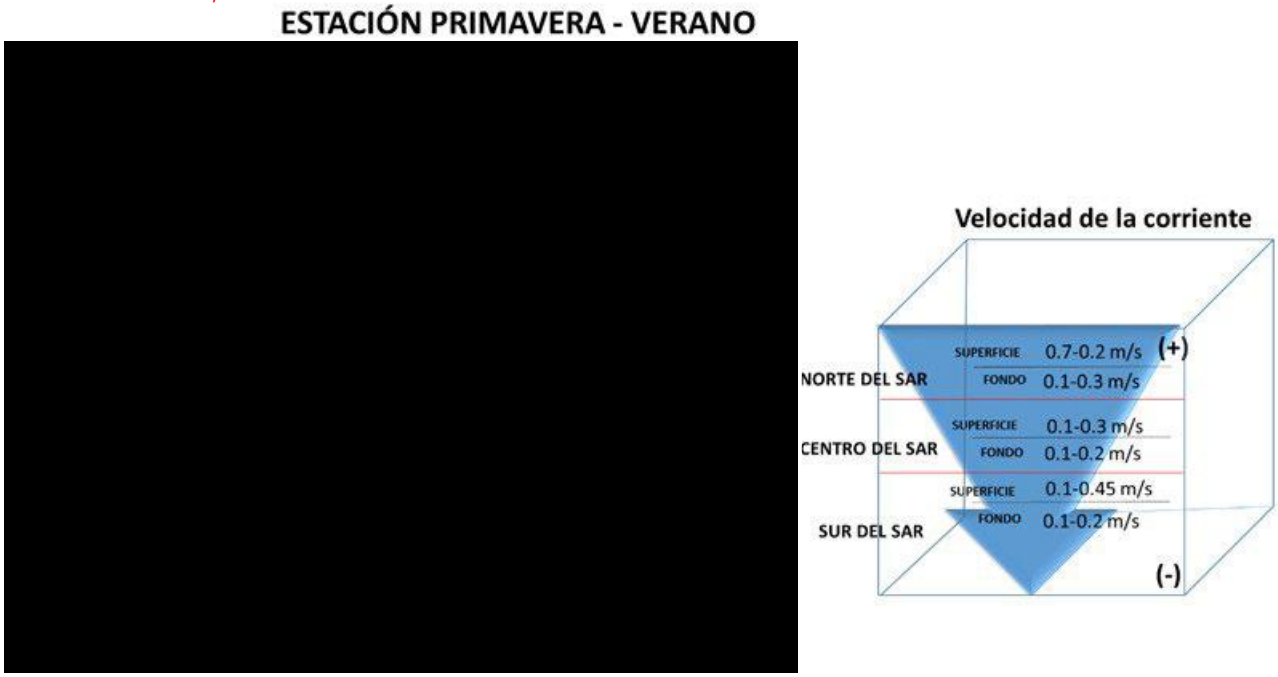


Figura IV.102. Velocidad de la corriente en el SAR.

En relación al desarrollo del proyecto, incidirá sobre la plataforma continental, cuyos sedimentos predominantes a lo largo del SAR son los limos, seguidos de las arenas.

En cuanto a la distribución de textura de los sedimentos se encontró que existe un predominio de limos muy gruesos a lo largo de la zona costera del estado de Veracruz, distribuyéndose al sureste del estado y frente a la desembocadura del río Grijalva, en Tabasco.

Referente al tamaño de los sedimentos depositados en la plataforma continental del GM son de granulometría variada que van desde arenas gruesas a limos y arena limosas, procedentes de la llanura costera del Golfo Sur, a través de los sistemas fluviales que drenan hacia la vertiente del Golfo, los cuales son incorporados al fondo marino debido a la acción del oleaje y las corrientes marinas.

Referente a la batimetría, como se señaló en el apartado abiótico, el trazo del proyecto incidirá sobre una planicie marina, la cual se encuentra interrumpida por valles y hondonadas, esto se debe a que, en algunos tramos del proyecto, el trazo se encuentra próximo al talud continental. Así mismo, cabe señalar que las planicies marinas entrecortadas por valles presentan, rampas tendidas, lo que le confiere suaves pendientes que no generan una inestabilidad en el relieve.

En la siguiente figura se muestra la topobatimetría a lo largo de varios tramos del proyecto consistente en extensas planicies con escasa pendiente, asociados principalmente a sedimentos de tipo arenosos y limos, tal y como se muestra en la siguiente figura.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.103. Perfiles longitudinales a lo largo del tramo del proyecto, considerando el tipo de sedimentos.

En el caso del tramo del proyecto que se emplazará frente al PNSAV, existe una variación batimétrica, esto se debe a que el trazo del proyecto se ubicará muy cercano al talud continental, y es precisamente esta cercanía con el talud, lo que determina en esta zona la presencia de afloramientos rocosos, que generan una morfología de planicie escarpada con hondonadas, tal y como se muestra en la siguiente figura.

PERFIL LONGITUDINAL
PB-6

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

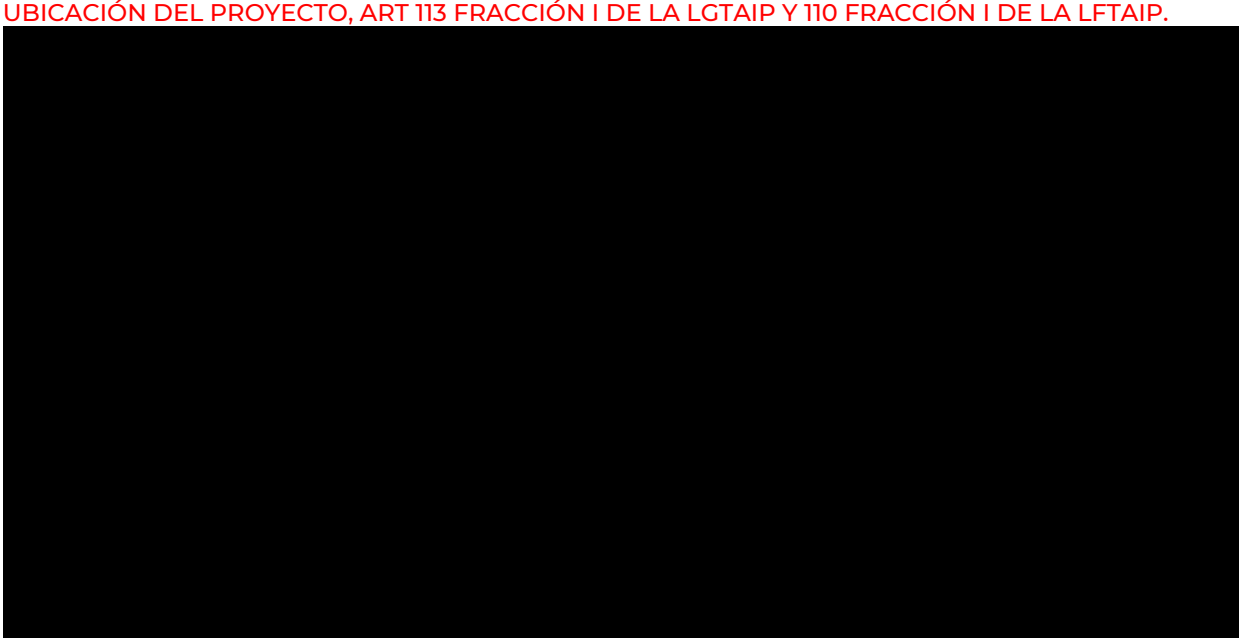


Figura IV.104. Perfil longitudinal del trazo del proyecto frente al PNSAV.

Adicional a lo antes señalado, en las siguientes figuras se muestra el perfil batimétrico transversal al proyecto, frente al PNSAV, en donde se indica que el sitio, por donde se proyecta el cruce del ducto presenta una profundidad de 100 m, mientras que el límite del PNSAV, en su punto más cercano al ducto presenta una profundidad de 48 m, con una pendiente media entre los dos puntos de 0.88° (1.52%). Lo anterior, indica que el proyecto se ubicará a una profundidad mucho menor que el PNSAV, por lo que los efectos que se generan por la resuspensión de sedimentos durante el tendido del ducto, no alcanzarán al sistema arrecifal.

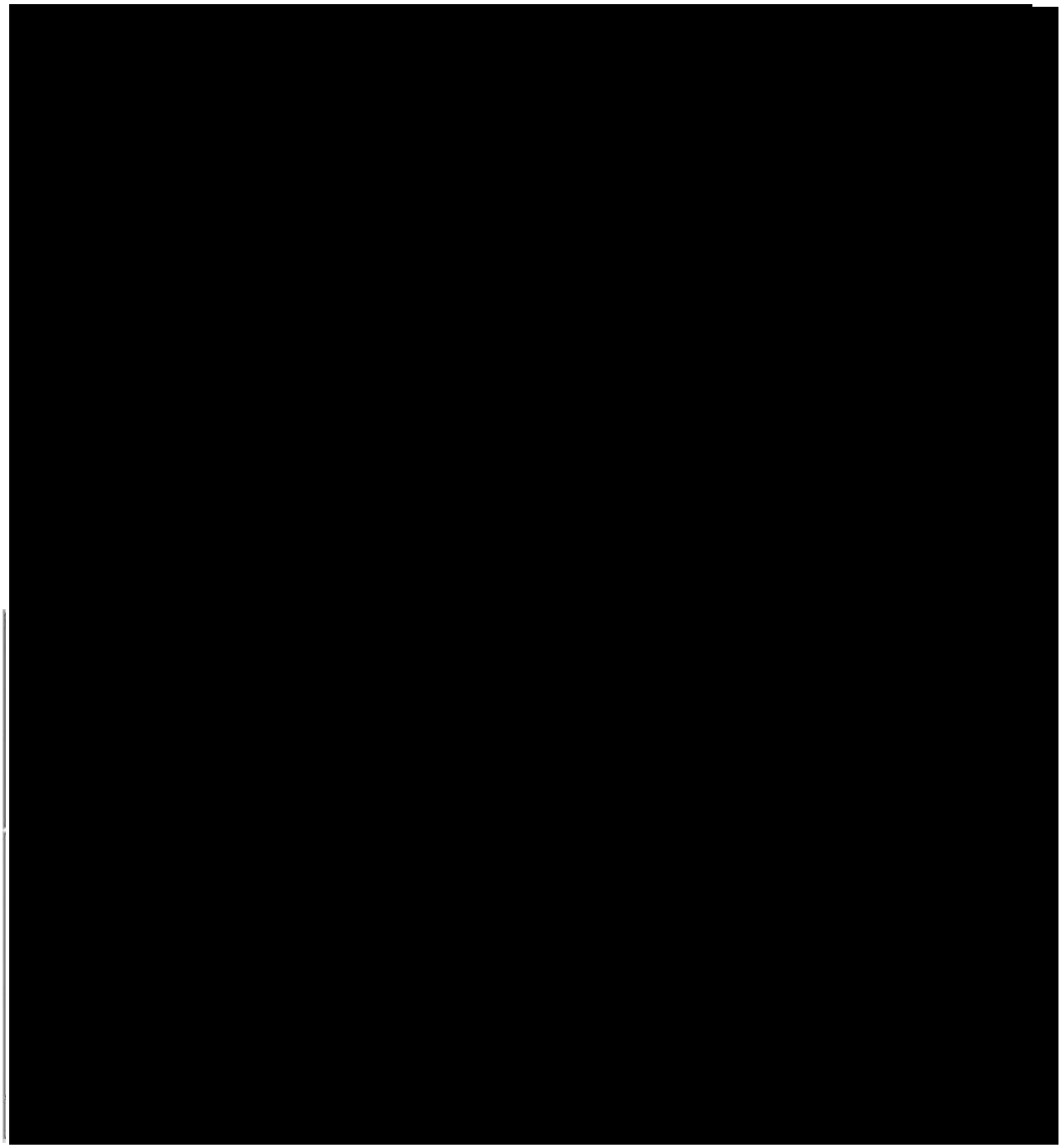


Figura IV.106. Batimetría frente al tramo del arrecife Veracruzano, conforme al punto de muestreo BDC 33.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Ahora bien, con la finalidad de conocer si el proyecto causará la dispersión de sedimentos en el medio marino, se generaron las simulaciones de los modelos de dispersión por el método de apertura de zanja por succión e inyección de agua. Las simulaciones por succión mostraron que las concentraciones por overflow rebasarán los 50 mg/l. A medida que la pluma de dispersión es disipada por los procesos de advección de las corrientes, las concentraciones experimentan un decaimiento del 85% a una distancia aproximada de 5 km de los sitios de trabajo. Aproximadamente a los tres días de la remoción, las plumas de sedimentos se localizarán entre los 5 km y los 15 km del sitio de trabajo, moduladas por las corrientes litorales. En este tiempo las concentraciones ya alcanzarán valores similares a las concentraciones ambientales para el SAR, entre 10 mg/l y 15 mg/l.

Las simulaciones por inyección de agua, mostraron que la pluma de sedimento no es mucho mayor que la que se presentará por el overflow durante el método de succión. Esto se debe principalmente a que la emisión será en el fondo, donde las corrientes son de menor energía, alcanzando a depositarse rápidamente los sedimentos más gruesos como arenas. Los sedimentos más finos, y de mayor concentración a estas profundidades permanecerán por más tiempo en resuspensión sin llegar a alcanzar la zona fótica. En el caso del PNSAV, el perfil batimétrico mostró que el sitio, por donde se proyecta el cruce del ducto presenta una profundidad de 100 m, mientras que el límite del PNSAV conforme a la poligonal decretada, en su punto más cercano al ducto presenta una profundidad de 48 m, con una pendiente media entre los dos puntos de 0.88° (1.52%). Lo anterior, indica que el **proyecto se ubica a una profundidad mucho mayor que el PNSAV, por lo que, la resuspensión de sedimentos que se genere por el tendido del ducto, no alcanzará al sistema arrecifal.**

En cuanto a la presencia de metales en el SAR se debe a la introducción de contaminantes por aportes fluviales, en donde la cuenca del Grijalva Usumacinta es la fuente principal en adición, las actividades industriales y comerciales que se han desarrollado en los complejos portuarios de Tampico-Madero, Altamira, Veracruz, Coatzacoalcos-Minatitlán, Dos Bocas y Ciudad del Carmen, han contribuido en gran medida al gran volumen de desechos tóxicos vertidos en las aguas del Golfo, incluyendo una gran variedad de metales (Villanueva y Botello, 1998).

En relación a la incidencia que podría tener el desarrollo del proyecto, con la resuspensión de sedimentos y por consecuencia la liberación de metales a la columna de agua, se tiene que en general los metales tienden a estar presentes como iones metálicos libres en condiciones óxicas/ácidas y precipitados sólidos en condiciones anóxicas/alcalinas (Stumm y Morgan, 1995). El pH ácido también puede impedir la retención de metales por parte de los sedimentos (Guven y Akinci, 2013). Los valores de pH medidos en campo (promedio 7.87 ± 0.06) sugieren su potencial retención en los sedimentos o bien en material particulado, bajo condiciones experimentales Chou

et al., (2018) demostraron que a un pH de 8 la liberación de iones metálicos fue mínima; sí durante el tendido del ducto, las condiciones tienden a la acidez, lo cual es poco probable (pH=5) pudiera potencialmente haber una liberación de metales de los sedimentos al agua, por lo que se descarta la incidencia del proyecto en este proceso.

Referente al componente biótico, como se ha referido el proyecto incide en su totalidad en un ecosistema marino, específicamente en la parte externa de la plataforma continental, de la porción centro del Golfo de México, zona que se caracteriza por la intensidad de actividades petroleras.

De acuerdo con la revisión de fuentes de información oficiales, como es CONABIO, se determinó que tanto el SAR, como trazo del proyecto, incidirán dentro de siete Regiones Marinas Prioritarias (RMP), todas con características de valor ambiental similares, en donde destacan los ecosistemas asociados a zonas terrestres como son playas de anidación de tortugas marinas, manglar, dunas costeras, humedales, lagunas costeras, marismas y esteros; así como ecosistemas completamente marinos como son zonas oceánicas, praderas de pastos marinos y zonas arrecifales.

De lo anterior es importante puntualizar que el proyecto de ninguna forma incide o afecta los componentes y/o procesos que dan funcionalidad e integridad ambiental de los ecosistemas asociados al medio terrestre. Es decir, por su naturaleza y ubicación, el proyecto no abona a las problemáticas a las que se encuentran sujetos los ecosistemas de playas de anidación de tortugas marinas, manglar, dunas costeras, humedales, lagunas costeras, marismas y esteros.

Por otro lado, referente a los ecosistemas marinos (praderas de pastos marinos y arrecifes de coral), se tiene que el proyecto tampoco representa un riesgo o compromete su funcionalidad de manera directa o indirecta para su mantenimiento. Lo anterior, considerando los siguientes argumentos:

- El trazo del proyecto en ningún momento incide sobre praderas de pastos marinos o arrecifes de coral.

- Mediante la sobre posición del ducto respecto a la distribución de arrecifes de coral de INEGI-CONABIO, se evidencia que el ducto se ubicaría a 6 km o más de distancia de las zonas arrecifales Lobos Tuxpan y Sistema Arrecifal Veracruzano, tal y como se puede ver en la siguiente imagen.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

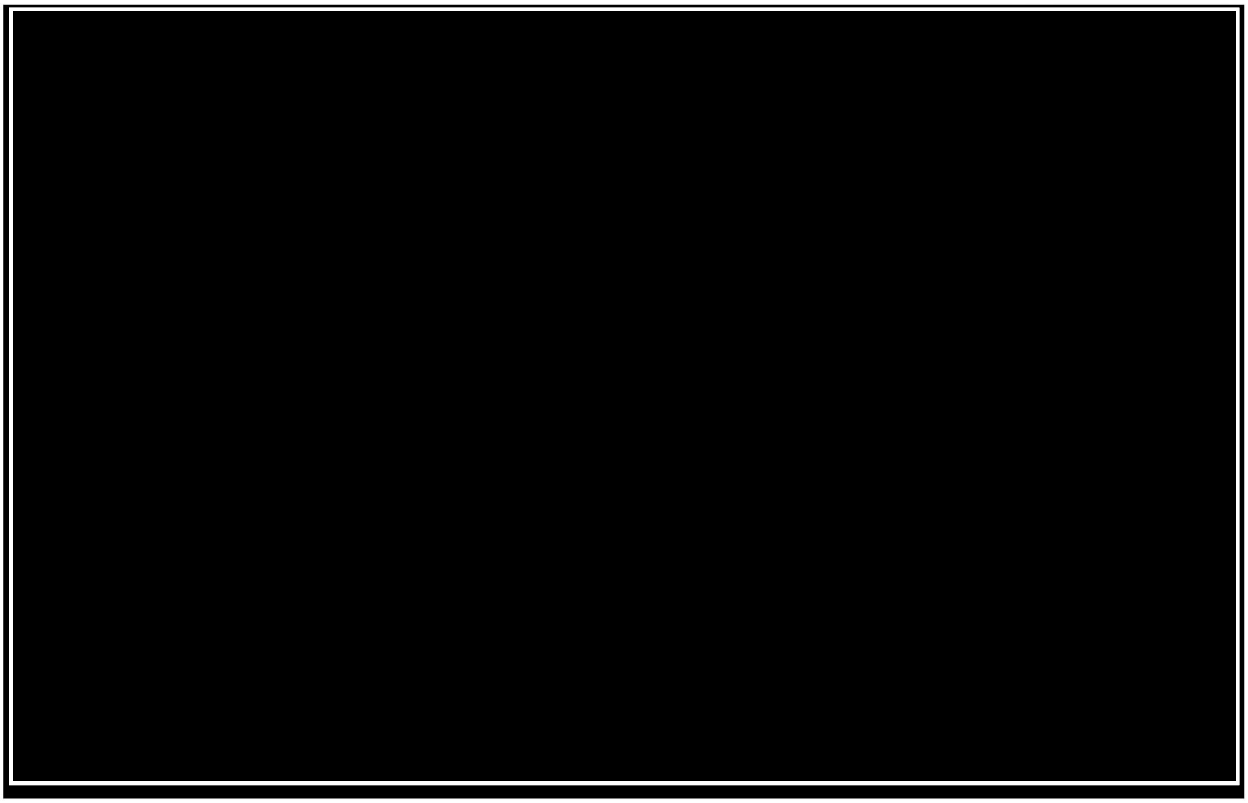


Figura IV.107. Ubicación espacial de arrecifes de coral respecto al trazo del proyecto.

- La ubicación del ducto dentro de una isobata distinta respecto a la poligonal decretada y arrecifes de coral del PNSAV.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

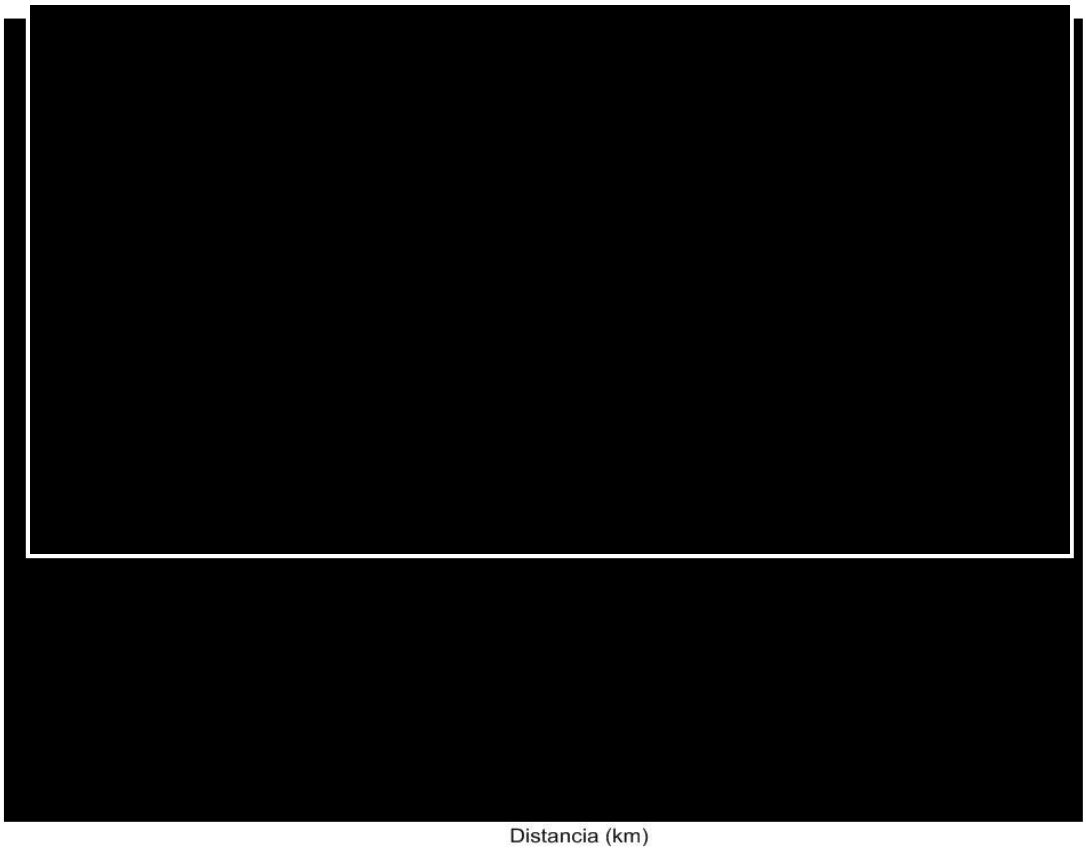


Figura IV.108. Perfil batimétrico en donde se observa la ubicación del ducto en una isobata diferente a la de la zona arrecifal PNSAV.

- Se resalta que, si bien la ejecución del proyecto en su proceso constructivo prevé la resuspensión de sedimentos, estos por su tamaño, características (limos medios) y velocidad de la corriente (muy baja), se verán rápidamente depositados, sin alcanzar las zonas arrecifales (ver apartado abiótico).

En este sentido, se puede asegurar que, dada la naturaleza del proyecto, su ejecución no compromete o afecta, de manera directa o indirecta, los procesos o componentes ambientales que determinan la estructura y funcionamiento de los arrecifes de coral, tales como; calidad del agua, corrientes marinas, sustrato, profundidad, incidencia de luz y temperatura.

Por otro lado, en lo que tortugas marinas corresponde, se tienen registros bibliográficos para el Golfo de México de las especies *Lepidochelys kempii* (tortuga lora), *Chelonia mydas* (blanca), *Eretmochelys imbrata* (carey) y esporádicamente *Caretta* (caguama) y *Dermochelys coriácea* (laúd). Sin embargo, es importante señalar, que si bien, durante los muestreos de campo se tuvo el

avistamiento de una tortuga marina (*Lepidochelys kempii*), este fue lejos del trazo del proyecto, en el límite norte del SAR. Asimismo, derivado de la naturaleza del proyecto, métodos constructivos (*direct pipe*), así como sus características físicas y ubicación, este no incidirá en la distribución, rutas o sitios de anidación y arribo.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.109. Ubicación espacial de los avistamientos de tortugas marinas y mamíferos marinos.

Lo anterior, se refuerza al sobre poner el trazo del ducto en el mapa de "*hotspost*" de tortugas marinas publicado dentro del *Atlas Línea Base Ambiental del Golfo de México*. Es decir, el proyecto no afecta aquellas áreas consideradas de mayor relevancia para las tortugas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

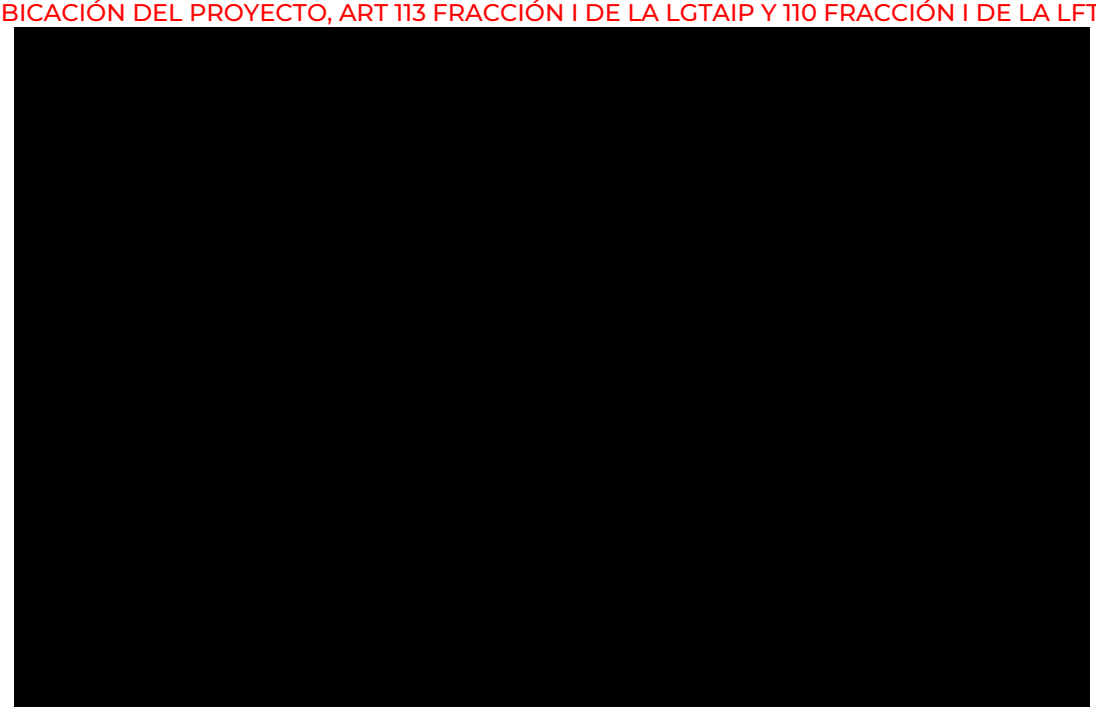


Figura IV.110. Ubicación de los hotspot de tortugas marinas.

Finalmente, en lo que a tortugas marinas corresponde, es de mencionar que las migraciones se realizan cerca de la costa, en aguas cuya profundidad es menor a 50 m y el desplazamiento es relativamente rápido entre las zonas de reproducción y alimentación.

Referente a mamíferos marinos la bibliografía reporta dentro del Golfo de México alrededor de 30 especies de mamíferos marinos, sin embargo, mediante los esfuerzos de muestreo, y a pesar de las dificultades generadas por las condiciones ambientales, se tuvo un total de cinco avistamientos repartidos en cuatro de los seis días efectivos de navegación. Las especies de mamíferos marinos registradas en los muestreos coincidieron con lo reportado por otros autores para la región nerítica sobre la plataforma continental del Golfo de México (Davis et al. 1998; Baumgartner et al. 2001; Ortega-Ortiz et al. 2004; Serrano et al. 2011; Ruíz-Hernández, 2014). En ese sentido, se puede asumir que al menos el 70% de las especies localizadas con mayor frecuencia en la plataforma continental fueron identificadas en el presente trabajo de campo para el proyecto.

Cabe mencionar, que los avistamientos corresponden a la especie de delfín moteado del Atlántico, el cual se localizó principalmente en zonas alejadas de la costa y del trazo del proyecto, con profundidades mayores a 30 metros, mientras que los delfines nariz de botella fueron reportados en aguas someras (<30 m) cercanas a la costa, zona en donde el proyecto incide en menor

medida (únicamente para su ingreso a tierra mediante el método *direct pipe*). Este patrón de distribución espacial registrado en el trabajo de campo ha sido descrito para otros estudios, en donde el delfín moteado del Atlántico prefiere hábitats con mayor salinidad y menor turbidez (Ortega-Ortiz et al. 2004), mientras que los delfines nariz botella tienden a concentrarse en sitios donde los sistemas frontales marcados favorecen un amplio gradiente de nutrientes y por tanto una mayor disponibilidad de alimento, tal como la desembocadura de ríos y lagunas costeras (Shane, 1990).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.111. Ubicación espacial de los avistamientos de tortugas marinas y mamíferos marinos

Finalmente, se tiene que las especies de mamíferos marinos que se desplazan sobre la plataforma continental son pocas y la mayoría son delfínidos, ya que la mayoría de las grandes ballenas se encuentran en aguas profundas del norte del Golfo de México; sin embargo, algunas especies grandes, como el cachalote, pueden acercarse al límite de la plataforma continental, en las áreas donde esta es más estrecha, como ocurre en Veracruz. En este sentido, el proyecto contempla una serie de medidas preventivas en caso de interactuar con especies de mamíferos marinos.

Por otro lado, se tienen las dos principales condiciones identificadas dentro de la zona de estudio, y que corresponden a las siguientes: a aquellas áreas de mayor dominancia dentro del SAR y área de proyecto, las cuales corresponden a las partes más amplias de la plataforma continental, en donde prevalecen las planicies arenosas, sin evidentes afloramientos rocosos y con un perfil batimétrico relativamente homogéneo en donde la diferencia de profundidades es reducida o discreta; y la zona la zona más estrecha de la plataforma continental, en donde el perfil batimétrico se muestra relativamente más accidentado con diferencia de profundidades más marcadas derivado de su cercanía al talud continental. Asimismo, se observan afloraciones rocosas que generan condiciones más heterogéneas. Cabe mencionar, que dicha zona, se ubica frente a la zona arrecifal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), en el cual el proyecto **no** tendrá incidencia, derivado de su ubicación en diferentes isobatas y profundidades con más de -60 m de diferencia, así como por las técnicas de instalación.

Es importante señalar que las dos condiciones identificadas para el área de estudio (SAR y área del proyecto), se evidencian plenamente mediante los perfiles batimétricos. Mediante la siguiente imagen se muestra el perfil completo de la barimetría para el trazo del proyecto, considerando las dos secciones (norte y sur). En el mismo se puede observar como la mayor parte del trazo corresponde a grandes planicies con ligeras hondonadas (corchetes amarillos), en donde la diferencia de profundidades, considerando las longitudes, no representan pendientes pronunciadas. Asimismo, se señala el tramo frente al PNSAV, en donde se puede observar una variación mayor en profundidades en una longitud relativamente más corta (circulo verde), por lo que, se evidencia una condición distinta en dicho tramo.

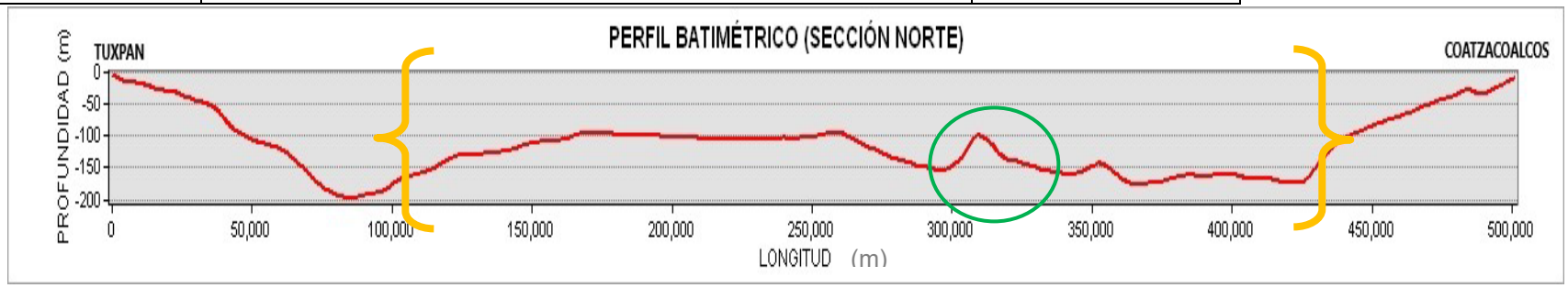


Figura IV.112. Perfil batimétrico completo de la sección norte.

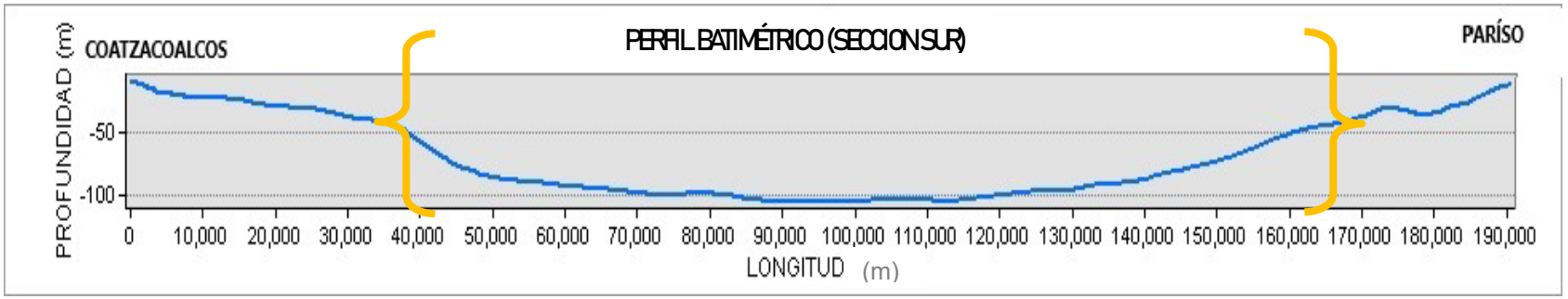


Figura IV.113. Perfil batimétrico completo de la sección sur.

Mediante, la siguiente imagen se muestran nuevamente la batimetría general del trazo del ducto, en donde se observa en la estación E13, ubicada frente a la zona del PNSAV, una condición diferente al ser la zona más estrecha de la plataforma (sustratos rocosos y heterogeneidad batimétrica).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura IV.114. Perfil batimétrico del trazo del ducto.

Como se evidencio mediante los perfiles batimétricos, se distinguen dos condiciones para la zona de estudio; la primera y de mayor dominancia y presencia dentro del SAR y área del proyecto corresponde a aquellos segmentos en donde las pendientes van de nulas a moderadas y que se asocia a las zonas en donde la plataforma continental muestra su mayor amplitud. En estas zonas, la presencia de componentes ambientales bentónicos se considera menor, derivado de las condiciones ambientales como sustratos blandos, fuertes corrientes marinas y profundidad, entre otras. Y la segunda condición, corresponde a la zona donde la plataforma continental es más estrecha y el perfil batimétrico presenta características más accidentadas, así como afloramientos rocosos, condiciones que permiten tener una mayor diversidad de componentes bióticos.

Considerando lo anterior, es que se llevaron a cabo las campañas de muestreo atendiendo los diferentes elementos de estudio (fitoplancton, zooplancton, ictioplacton y macro fauna bentónica), así como las condiciones identificadas.

En este sentido, se llevó a cabo un muestreo adicional para la zona en donde la plataforma continental es más estrecha, con el fin de obtener una caracterización a mayor detalle en donde presumiblemente los componentes ambientales son más diversos y/o abundantes.

Conforme a los trabajos de campo, de manera general para área de estudio (SAR y AP) el fitoplancton presentó una riqueza y diversidad alta en la mayoría de las estaciones, característica que es propia de las zonas costeras (H'>3 bits/ind), y que coincide con lo reportado para el Golfo de México por Orduña Medrano 2012. Asimismo, la distribución de la abundancia y riqueza entre los Fila registrados coincide con lo reportado por Merino-Virgilio et al. (2013), quienes describen una estructura similar en la zona de la isobata de 200 m en la Península de Yucatán.

Otra característica en común con los resultados del estudio de referencia es la alta abundancia de especies consideradas dulceacuícolas (Filo Cyanobacteria) en la zona marina, esto se relaciona con la presencia de ambientes epicontinentales que descargan en la zona. El Golfo de México se caracteriza por el alto número de sistemas estuarinos que se localizan en toda su orilla, sistemas con los que se tiene una comunicación constante (Contreras & Castañeda, 2004), y que influyen directamente sobre las condiciones ambientales con el aporte de nutrientes, y a las comunidades de fitoplancton al aportar especies consideradas dulceacuícolas y/o estuarinas, como es el caso de *Microcystis* spp. que alcanzó su mayor abundancia en las estaciones ubicadas frente a la laguna de Tamiahua.

Por otro lado, se tiene el efecto que los ambientes costeros tienen sobre la comunidad fitoplactonica, observando un aumento de la abundancia de algunas especies: como *Asterionelopsis*

glacialis, alcanzando su mayor abundancia en la estación 23 frente a la descarga del río Tonalá; *Skelletonema* cf. *costatum* junto con *Cylindrotheca closterium* con sus abundancias más altas ubicadas en la estación 28 frente al puerto de Dos Bocas; o el género *Guinardía*, que alcanzó su abundancia máxima en la estación 30, frente a la descarga del río Grijalva. Cabe mencionar que estos taxa junto con los géneros *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*, *Rhizosolenia, Thalassionema* y *Gymnodinium*, son considerados posibles formadores de Floraciones Algales Nocivas (FAN), al contar con especies que pueden causar daño físico o envenenamiento en organismos, y han sido reportados con anterioridad para la zona durante todas las temporadas climáticas, principalmente para las costas del estado de Veracruz (Aké-Castillo et al., 2018; Aké-Castillo et al., 2014) y la Bahía de Campeche (Poot-Delgado & Guzmán-Noz, 2010).

Referente a la biomasa zooplanctónica, el promedio que se obtuvo en el presente estudio (17.9 g/100 m^3) fue más alto a lo reportado por Zavala-García et al., 2016 para la primavera o "nortes" en las primeras cuatro regiones hidrográficas (de Veracruz a Tabasco), y relativamente similar con la región hidrográfica 5, frente a las costas de Campeche (promedio 18.0 g/100 m^3). Asimismo, se tiene que la biomasa zooplanctónica que se registra muestra un incremento a medida que la toma de muestras avanza a las zonas hidrográficas 3 y 4 definidas por García-Córdova 2011 y Zavala-García et al., 2016, y las cuales caracterizan por tener valores intermedios y altos de biomasa zooplanctónica (promedios de 15 y 20 g/100 m^3), alcanzando biomasas zooplanctónicas de 39.6 g/100 m^3 en algunas estaciones. Dicho incremento se observa desde la estación E16 (33.2 g/100 m^3) hasta llegar a la estación E26 (22.6 g/100 m^3), lo que podría estar relacionado a las descargas de aguas de los principales ríos de la zona, que provocan una alta productividad.

Cabe mencionar que de los 89 taxas que se registraron en el trabajo de campo, Copepoda, Ostracoda, Sagittidae, Luciferidae y Rhopalonematidae fueron los taxas dominantes con las densidades más altas en la comunidad, coincidiendo únicamente con los copépodos y quetognatos registrados por García-Córdova, 2011. Asimismo, de acuerdo con este mismo autor (García-Córdova, 2011), los registros obtenidos en el presente trabajo, muestra que la diferencia en la composición de los principales taxas podría deberse, entre otras cosas, a las variables ambientales, en lo que respecta a Copepoda, Ostracoda, Sagittidae y Luciferidae su presencia y distribución se encuentra determinada por la dinámica hidrológica regional, caracterizada por la influencia de las masas de agua y la alta productividad (Suárez-Morales, 1992; Gasca-Serrano y Suárez-Morales, 1996; Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna, 2003; García-Córdova, 2011; Cházaro-Olvera et al., 2017).

En cuanto a la alta densidad de zooplancton en la estación E4 (copépodos y ostrácodos), podría estar relacionado con una alta disponibilidad de alimento.

Por otro lado, el análisis de agrupamiento Bray-Curtis de dos vías mostró tres grupos de taxas, el primero que se caracterizó por tener las densidades altas, el segundo con densidades bajas y el tercero con densidades intermedias. En cuanto a las estaciones no se observó un patrón definido, como el observado por Zavala-García et al., 2016 con la biomasa zooplanctónica, lo que podría deberse a las altas fluctuaciones en la densidad de organismos registrados en cada estación.

Dentro del Golfo de México García-Córdova, 2011 registra la diversidad máxima promedio de 3.3 bits/ind en las zonas con influencia Fluvio-Lagunar, valores soportados por una alta equidad (promedio 0.6). Comparando el valor promedio de diversidad de 2.4 bits/ind que se obtuvo mediante los trabajos campo fue más bajo, lo que se debe a la equidad intermedia (promedio 0.5). La diferencia en los resultados de ambos trabajos podría deberse a que García-Córdova, 2011 analizó un total de 85 muestras, contemplando huevos y larvas de peces.

Cabe mencionar que para el ictioplancton, los mayores picos de densidad y riqueza se presentan durante primavera y verano (Sanvicente-Añorve et al., 1998 y Flores Coto et al., 2009). No obstante, el presente monitoreo se hizo durante marzo, justo al inicio del periodo de primavera y en la etapa final de Nortes e inicio de Secas (Sanvicente-Añorve et al., 2000). Dentro de los resultados se registraron 111 taxa, valor que se considera alto, sobre todo comparándolo con estudios en regiones aledañas a la misma en donde por ejemplo Sanvicente Añorve et al., (2000) registra en la zona litoral de Bahía de Campeche 18 taxa en primavera en una asociación denominada nerítica (ubicada al sur de Veracruz-Tabasco). En otro estudio, al este del sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, (región nerítica) Flores-Coto et al., (2000a) registraron en primavera una riqueza total de 59 taxa, y en el sistema arrecifal Veracruzano, Ayala-Rodríguez et al., 2016 reportan en un ciclo anual 61 taxa; para todos estos casos dichos valores son menores a lo encontrado en el presente trabajo de campo.

Como parte de los resultados del trabajo de campo, se encontró que las familias mejor representadas eran la Sciaenidae, Carangidae y Myctophidae, las dos primeras con taxa de hábitos de los adultos asociados a zonas costeras o de arrecife, y por otro lado los Mictófidos, de hábitos batipelágicos; esto concuerda con lo encontrado por Flores-Coto et al., 2009, quienes explican que en la región nerítica se presentan dos grupos de taxa, uno dado por los adultos que ahí se distribuyen y reproducen en la misma zona, como los de las familias Clupeidae, Engraulidae, Gobiidae, Carangidae, Sciaenidae y Gerreidae (Sanvicente-Añorve et al., 1998; Flores-Coto et al., 2009), y el otro por adultos que habitan la zona oceánica (Mycthophidae y Gonostomatidae) (Flores-Coto y Ordoñez-López 1991), y que son transportados a la costa por los procesos de circulación. Cabe mencionar que las familias antes mencionadas, también se encuentran registradas en este monitoreo.

Para el caso de la familia Myctophidae, se encuentra en 11 de las 18 estaciones que conforman el Grupo II y se concentran en las estaciones al sur del área de estudio, frente al sur de Veracruz hasta Tabasco (al oeste de la Bahía de Campeche), y sólo se encuentran en las estaciones cerca del borde de la plataforma continental, justo en la zona donde presenta la influencia de la masa de agua del Golfo de México (GCW).

También se hizo el registro de huevos de peces, sus valores de densidad fueron elevados, incluso superiores a la densidad registrada de larvas de peces, y dicho resultado se puede explicar con lo descrito por Flores-Coto et al., 1988, quiénes reportan que en el Golfo de México hay grandes abundancias de ictioplancton cerca de las zonas de influencia fluvio-lagunar, áreas alejadas de la mayor ocupación del proyecto, ya que los adultos eligen dichas zonas como estrategia reproductiva. Estos parches de mayor densidad de ictioplancton pueden estar relacionados con sistemas de alta producción primaria generados por la descarga de aguas continentales ricas en nutrientes, constituyendo así áreas propicias para el desarrollo de las larvas de peces, lo cual coincide con González-Gándara *et al*., 2013 y Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez 2016, quiénes mencionan que la mayor riqueza ictiológica se distribuye alrededor de los sistemas dulceacuícolas, estuarinos y frente a ellos, lo cual es notorio al sur del área de estudio.

En resumen, para el ictioplancton se encontraron un total de 111 taxa, 20 órdenes, 53 familias, 72 géneros y 57 especies; mayor representación de taxa de las familias Myctophidae, Sciaenidae y Carangidae, y en general organismos cuyos hábitos de distribución de los adultos son costeros, demersales, asociados a arrecifes y batipelágicos, zonas en las que el proyecto no tendrá mayor incidencia. Con valores de diversidad altos, baja dominancia, alta equidad y densidad de larvas de peces y de huevos. La dominancia está representada por 20 taxa, en donde destacan las especies *Bregmaceros cantori*, *Dormitator maculatus* y el morfotipo Eleotridae Tipo I. En general se tiene una riqueza de especies alta comparada con los registros previos de peces.

En cuanto a los aspectos biológicos del ictioplancton, la zona Norte, se caracterizó por tener menor densidad de larvas de peces, menor riqueza de especies y mayor cantidad de huevos, siendo una zona de reproducción. La alta densidad de zooplancton registrado en la zona norte, aportada principalmente por los copépodos y ostrácodos, podría estar relacionado con la disponibilidad del alimento, debido a los valores altos de abundancia del fitoplancton y la clorofila-*a* que se registraron en la zona norte, desde la estación E1 a la estación E5. Esto se puede observar en los perfiles verticales que exponen dicho incremento hasta llegar a los 50 metros de profundidad, y la relación con los valores altos de clorofila-*a* y oxígeno disuelto. En esta zona el fitoplancton presento una alta abundancia en comparación con la zona Centro, y la mayor riqueza y diversidad promedio de todo el SAR.

Para la zona Centro-Sur se registraron altas abundancias de fitoplancton tanto en las muestras *in situ* así como en las imágenes satelitales (Clorofila-a) debido a la alta disponibilidad de nutrientes por descarga de ríos y no ser un limitante para el crecimiento del fitoplancton (frente a las costas de Tabasco), donde presento la mayor abundancia aunque con la menor diversidad promedio y la mayor dominancia de todo el estudio, lo que favorece la presencia de taxas que tuvieron las mayores densidades del zooplancton, aportando una mayor biomasa como los copépodos, que se alimentan principalmente del fitoplancton, y los ostrácodos que se alimentan de materia orgánica suspendida en el agua. Mientras que el Ictioplancton registró también la mayor densidad y riqueza de especies, además de baja dominancia y alta equidad para las tres zonas y una mayor diversidad en la zona Centro.

Se puede decir que en algunos taxa que componen el zooplancton e ictioplancton de la zona Norte responde a la influencia de los "nortes" principalmente a las variables ambientales, mientras que las especies de la zona Sur, responde a la presencia de la masa de agua cálida y con mayor salinidad, proveniente del sur, mientras que la zona Centro es una zona de transición ya que no tuvo una relación con las variables ambientales, además de que presento la menor densidad y biomasa para los grupos planctónicos (fito, zoo e ictioplacnton).

Finalmente, para este monitoreo se pudo observar que la distribución y abundancia de larvas de peces estuvo determinada, en primer lugar, por el hábitat y área de desove seleccionada por lo adultos, para ser modulada posteriormente por las fuerzas hidrográficas predominantes (Nortes) y la estacionalidad.

Por otro lado, en lo que a macrofauna bentónica corresponde, se tiene que estudios previos sugieren también que las estructuras, tanto de las especies como de sus asociaciones por rasgos funcionales, cambian en la plataforma continental según la profundidad, y tienen además una variación temporal en la composición a escalas estacionales e interanuales (Hernández-Ávila *et al*., 2021). En este sentido, tal y como se ha multicitado, dentro del trazo del ducto se pueden identificar dos condiciones, planicies de arenales ubicadas en donde la plataforma continental presenta la mayor amplitud, y la zona más estrecha de la plataforma continental, la cual muestra condiciones batimétricas más heterogéneas.

De las zonas donde la plataforma continental presenta la mayor amplitud se tiene que la estructura de las asociaciones del bentos se pueden relacionar, entre otros factores, con las características geológicas, sedimentológicas y químicas como el tamaño de partículas y la composición de los sedimentos (Hoz-Zavala *et al.*, 2003). La abundancia de materia orgánica, detrito y contaminantes contribuye a que los sedimentos se vuelvan más reducidos. La composición y

características granulométricas del sedimento son en este caso, además de la profundidad, factores que deben influir en las similitudes entre estaciones, de acuerdo con Carvalho *et al.* (2013); Quintanar-Retama *et al.* (2022), de ahí que el patrón de distribución de los organismos analizados no se segregue claramente en el espacio multidimensional.

Mediante la siguiente imagen se muestra el perfil batimétrico del trazo del proyecto, tipo de sustrato dominante y dominancia de los componentes macro bentónicos registrados.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

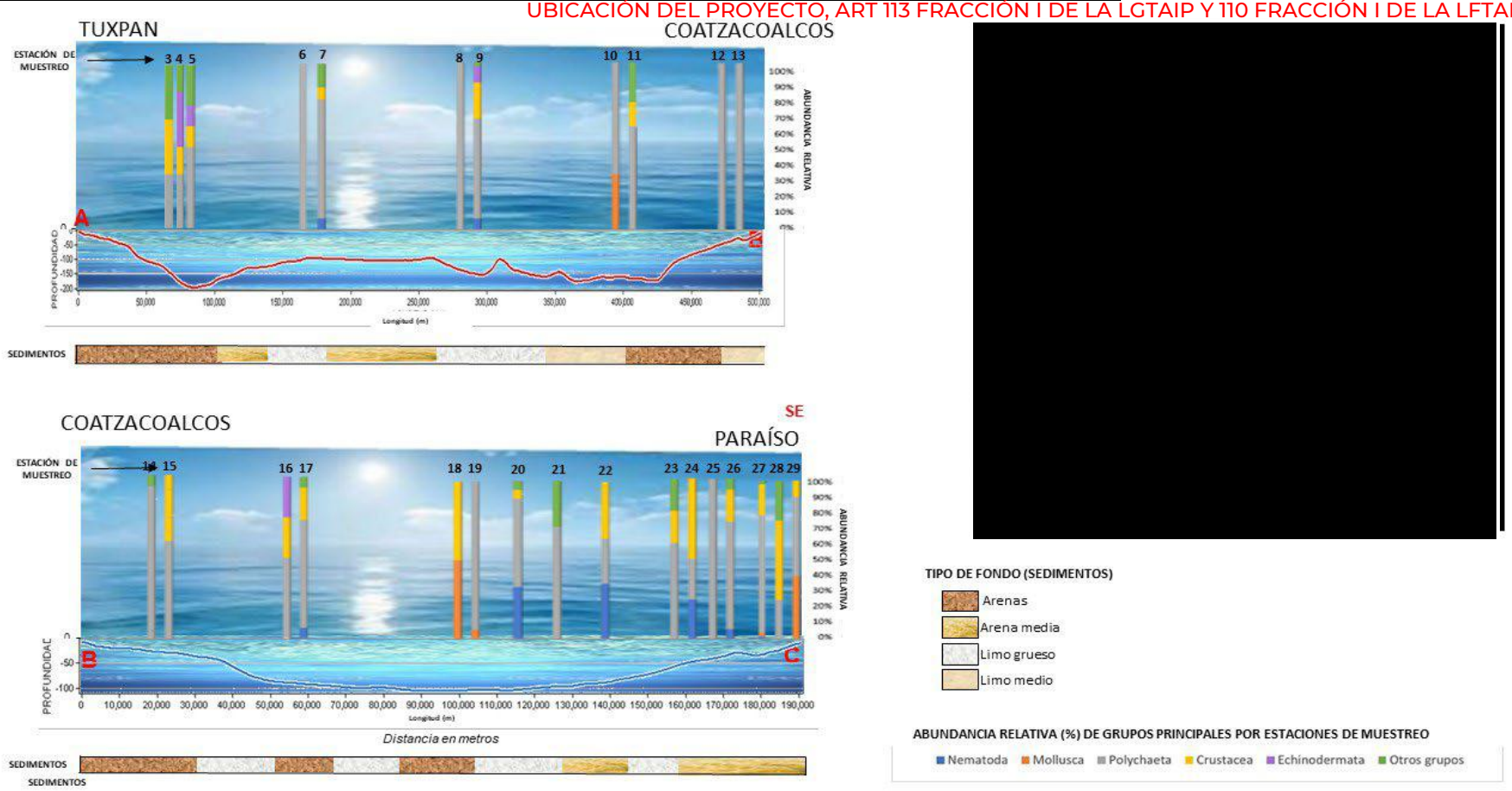


Figura IV.115. Relación del perfil batimétrico, tipo de sustrato y abundancia de fauna bentónica.

Como se observa en la imagen anterior, básicamente todos los grupos identificados mediante los trabajos de campo se distribuyen de manera heterogénea dentro del área de estudio, sin que se pueda identificar una aparente preferencia o asociación al tipo de sustrato. No obstante, se señala que la bibliografía indica que el sustrato es un componente relevante o determinante para el establecimiento y desarrollo de organismos bentónicos.

Por otro lado, se tiene que la distribución de todos los grupos dentro del área de estudio, refleja que existe una determinada homogeneidad en las condiciones ambientales mismas que permiten dicha distribución, a excepción de aquella zona frente al PNSAV, donde la dominancia corresponde al grupo de poliquetos y las condiciones batimétricas son distintas.

Finalmente, es importante considerar, al igual y como lo marcan las referencias bibliográficas, que la distribución y abundancia de la fauna bentónica también está asociada o determinada por otros factores, como son profundidad, corrientes marinas, aportación de nutrientes, calidad de la columna de agua, entre otros. En este sentido, si bien no es posible determinar los patrones de distribución o abundancia considerando el tipo de sustrato, si es posible presumir conforme al perfil batimétrico que a menor profundidad la diversidad de componentes bentónicos es relativamente mayor.

Por otro lado, mediante los trabajos de campo realizados en el área más estrecha de la plataforma continental dentro del Golfo de México (frente al Sistema Arrecifal Veracruzano), se identificó el orden de Cnidarios antipatarios, conocidos como corales negros, tal como las especies *Stichopathes luetkeni, Antipathes* sp. y *Tanacetipathes* sp. Estos son un grupo de antozoos coloniales que se pueden encontrar desde los 100 m hasta los 8,600 m de profundidad (Warner, 2005; Roberts *et al*., 2009; Bavestrello *et al.,* 2011; Warner *et al*., 2012; Humann y Deloach, 2014). Sin embargo, en ocasiones, estos pueden ser observados a menor profundidad con snorkel o equipo SCUBA (Humann y Deloach, 2014; Gori *et al*., 2019). Generalmente se desarrollan en hábitats oscuros, con corrientes fuertes y anclados a sustratos duros por medio de una estructura de fijación (Warner, 2005), por lo que la presencia de estos organismos indica la existencia de un sustrato duro en los diferentes sitios del área de estudio.

Referente a la especie *Stichopathes luetkeni*, la cual obtuvo el mayor número de registros o abundancia dentro de los sitios muestreados, sin que esto impliquen camas de coral negro como regularmente se conocen, corresponde a una especie cosmopolita de crecimiento relativamente rápido, con distribución en el atlántico occidental en Florida, Bahamas, Mar caribe y Golfo de México a lo largo de desniveles, en zonas con fuertes corrientes.

Estudios de distribución de colonias en Jamaica muestran que su presencia se ve favorecida por acantilados empinados y oscuros. En este sentido se prevé que la densidad de individuos se incremente conforme aumenta la profundidad (zona afotica), y cercano al talud de la plataforma continental, áreas que no se verán afectadas por el proyecto.

Especialmente las especies del género *Stichopathes* han mostrado altas proporciones de sobrevivencia, esto favorecido por signos de fragmentación del esqueleto, aun cuando la probabilidad de fijación de los fragmentos al sustrato es baja. Por otro lado, se tiene que los pólipos del coral negro secretan un material proteico llamado antipatharin, mejor conocido como corallum, el cual no es de origen calcáreo, por lo que no se consideran corales formadores de arrecifes (Padilla, 2000).

Por otra parte, los corales escleractinios no determinados en este estudio corresponden a corales ahermatípicos y azooxantelados, es decir, al igual que *Stichopathes* son corales pétreos que no contribuyen a la formación de arrecifes, además de que no presentan la asociación (simbiosis) con las algas fotosintéticas debido a la baja cantidad de luz que penetra a esa profundidad (Muller-Parker y D´Elia. 1997; Kaiser *et al*., 2005).

Cabe puntualizar, que la presencia de corales negros dentro de la zona de muestreo, en ningún momento corresponde a arrecifes de coral o camas de coral negro, lo anterior derivado de sus capacidades biológicas (no formadores de estructuras calcáreas o arrecifales), así como la configuración y distribución de los individuos, considerándose estos dispersos y aislados en la mayoría de los casos.

Finalmente se tiene que las especies encontradas ninguna se encuentra listada en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, en la zona de estudio se encontraron registros bibliográficos de 642 especies de peces óseos, pertenecientes a 25 órdenes y 118 familias. Estos organismos habitan en diversos ambientes, incluyendo el estuarino, costero y nerítico. Por otro lado, 251 de esas especies se encuentran en arrecifes, 171 habitan en la zona costera, incluyendo los cuerpos costeros (Froese y Pauly, 2021), y son tanto de hábitos pelágicos como demersales, entre estas últimas se encuentran los pargos, serránidos, roncos, etc., mientras que entre los asociados a arrecife destacan las anguilas y morenas, blénidos, góbidos, lábridos, doncellas, sapos y múlidos, entre otros. Algunas especies son marinas (ej. jureles, pajarito, volador, sardinas), y otros se desplazan entre la costa y el estuario (robalos, bagres, etc.).

Cabe mencionar que ninguno de estos organismos está incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, (DOF, 2019).

Cabe mencionar que la estacionalidad de algunos peces óseos está relacionada con sus movimientos migratorios; sin embargo, se desconocen las características de estos desplazamientos, aun en especies de importancia comercial, como ocurre con el peto, *Acanthocybium solandri* (Oxenford et al, *2003*). Sin menos cabo de lo anterior, es importante reiterar que derivado de la naturaleza del proyecto, ubicación, técnicas y proceso constructivo previene la afectación a los diferentes componentes ambientales, incluyendo peces óseos y sus movimientos migratorios. Adicional a esto se tiene que el proyecto pretende la implementación de programas y medidas de prevención, mitigación y compensación mediante las cuales se asegura el mantener el equilibrio ecológico y continuidad de los procesos.

Referente a los recursos pesqueros en la región, incluido el SAR y área del proyecto, se considera cuenta con una gran variedad de peces; sin embargo, la diversidad más alta ocurre en zonas costeras y arrecifales, las cuales no serán afectadas. Los elasmobranquios, en particular los tiburones, están en diversos grados de riesgo; no obstante, la principal amenaza son las pesquerías tanto dirigidas, como incidentales.

La pesca ribereña es multiespecífica, se realiza principalmente en los ambientes costeros y estuarinos, así como en aguas marinas cuya profundidad es menor a 50 m, por lo que el proyecto no tendrá mayor interacción; este es el caso de la mayoría de las especies más valiosas de peces (robalos, chucumites, guachinangos, pargos), moluscos (ostión, pulpo) y crustáceos (camarón de "estero", jaiba). La mayoría de los caladeros de los pescadores artesanales dedicados al tiburón están ubicados en las cercanías de sistemas arrecifales, por lo que el proyecto no tendrá incidencia.

Las comunidades con mayor actividad pesquera artesanal se encuentran en los municipios aledaños a grandes lagunas costeras y estuarios (p. ej. Tamiahua, Alvarado, Cárdenas), donde la diversidad de ambientes (estuarinos, costero, lacustre, etc.) propicia una mayor diversidad y cantidad de recursos disponibles para la pesca, ecosistemas que no serán afectados por el desarrollo del proyecto.

La captura de atún y otros peces pelágicos mayores se efectúa fuera de la plataforma continental, aunque circunstancialmente podría llegar a interactuar con el proyecto, esto sería únicamente en la etapa constructiva, es decir de manera temporal, en particular durante la primavera, cuando los barcos trabajan al sur del paralelo 21 °N. Respecto al camarón la flota pesquera trabaja principalmente en aguas menores a 80 m, pudiendo llegar al límite de la plataforma continental; sin embargo, las áreas de pesca más importantes se encuentran frente a Laguna Madre (Tamaulipas) y

el norte de Veracruz, en donde el proyecto no incide. Cabe mencionar que tanto los atunes, como el camarón de altamar, no muestran las tendencias decrecientes registradas en otros recursos, incluso en el camarón blanco y el siete barbas, que se pescan en las lagunas costeras y el litoral, de manera artesanal.

Finalmente, si bien, los estudios realizados, así como los resultados obtenidos de los esfuerzos de muestreos son considerados válidos para la zona de estudio, es importante tener en cuenta que la variabilidad estacional de las condiciones hidrológicas del Golfo de México, en donde se incluye el SAR y área del proyecto, no solo determina la presencia o ausencia de ciertas especies de fauna marina, sino también modula la abundancia espacial y temporal de las mismas.

MIA-R
Gasoducto Extensión Sureste
"Etapa II"

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.





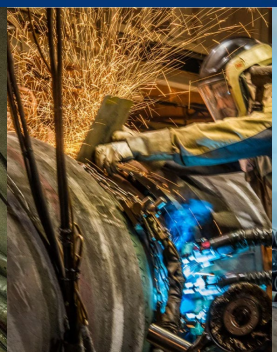
CAPÍTULO V

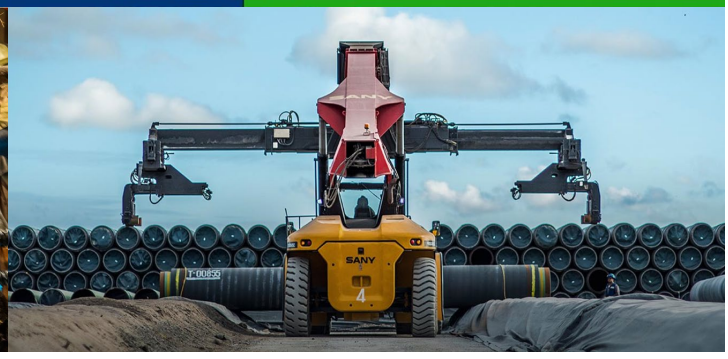
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)







INDICE

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 4

V.1. Introducción _____ 4

V.2. Metodología para la identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto _____ 7

V.2.1. Identificación de los impactos ambientales 7
V.2.2. Evaluación de los impactos ambientales 12
V.2.3. Descripción y análisis de los impactos ambientales 20

V.3. Identificación de los impactos ambientales del proyecto _____ 21

V.3.1. Actividades derivadas de las obras del proyecto que generarán impactos ambientales 21
V.3.2. Componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados 22
V.3.3. Matriz de identificación de impactos ambientales 29
V.3.4. Denominación de los impactos ambientales del proyecto 30
V.3.5. Identificación de los impactos ambientales acumulativos del proyecto 31

V.4. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto _____ 34

V.4.1. Impactos ambientales residuales del proyecto 36

V.5. Descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto _____ 36

V.5.1. Modificación de la calidad de la columna de agua marina 36
V.5.2. Modificación de la calidad del aire 41
V.5.3. Modificación del confort sonoro 42
V.5.4. Modificación del hábitat de bentos 43
V.5.5. Afectación a individuos bentónicos 44
V.5.6. Afectación a otros individuos (necton) 46

V.6. Conclusiones _____ 47

TABLAS

Tabla V.1 Denominación de los impactos ambientales de un proyecto. 10
Tabla V.2 Valores y criterios de los atributos. 13
Tabla V.3 Descripción de los atributos cualitativos. 16
Tabla V.4 Significancia de los impactos ambientales. 19
Tabla V.5 Actividades por etapas del desarrollo del proyecto que generarán impactos ambientales. 22
Tabla V.6 Componentes y factores ambientales susceptibles de afectación por el proyecto. 29
Tabla V.7 Matriz de identificación de impactos ambientales. 30

Tabla V.8 Impactos ambientales previstos a generar por el proyecto. 31
Tabla V.9 Identificación de los impactos ambientales acumulativos del proyecto. 33
Tabla V.10 Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto. Fuente: elaboración propia..... 35
Tabla V.11 Estima de valores pico y de nivel de exposición sonora (SEL) que causan impactos en peces y otros vertebrados. Tabla traducida de Duncan y McCauly (2009) realizada con base en datos de Ketten (1995) y medidas empíricas propias de las equivalencias entre niveles máximo y SEL para explosiones submarinas. Fuente: MAAMA, 2012. 43

FIGURAS

Figura V.1 Ejemplo gráfico del impacto ambiental. Conesa V. 2010. 8
Figura V.2 Rasgos geomorfológicos en la zona del proyecto. 23
Figura V.3 Tramo de zanjeo por succión en zona Tuxpan respecto de la ANP Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan (SALT). 24
Figura V.4 Distancia del trazo del gasoducto respecto del Parque Nacional Sistema Arrecifal de Veracruz (PNSAV). 25
Figura V.5 Simulación de la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) bajo condiciones de tendido del ducto a 12 horas de la emisión. Concentración de SST (Izquierda), trayectoria de las partículas de sedimento, solución Lagrangiana (Derecha). 26
Figura V.6 Simulación de la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) bajo condiciones de tendido del ducto a 1 día y 22 horas de la emisión. Concentración de SST (Izquierda), trayectoria de las partículas de sedimento, solución Lagrangiana (Derecha). 27
Figura V.7 Simulación de dispersión de la pluma de sedimentos por tendido del ducto mediante el método de inyección (Jeting) a 2 horas de la emisión. 28
Figura V.8 Actividades antrópicas que inciden en el SAR. Fuente: elaboración propia. 32

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1. Introducción

El Artículo 3° Fracción XXI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define a la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) como:

> *"XXI.- Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el **impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad**, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo".*
>
> *(Resaltado propio)*

Por su parte, los artículos 30 de la LGEEPA y 13, Fracción V de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), a la letra establecen:

> *"Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una **descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate**, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente…" LGEEPA.*
>
> *"Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su **modalidad regional**, deberá contener la siguiente información:*
>
> *(…)*
>
> *V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;". REIA.*
>
> *(Resaltado propio)*

En cumplimiento a los artículos anteriores, resulta necesario identificar cuáles serán los **posibles efectos** en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el proyecto; entendiendo como posibles efectos, que indica el Artículo 30, a los posibles impactos ambientales que generará el proyecto, y al **ecosistema** como: *la unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados*, tal como lo señala el Artículo 3°, Fracción XIII de la LGEEPA.

Para identificar los ecosistemas presentes en el medio marino donde incidirá el proyecto, ya se estableció el SAR en el Capítulo IV, bajo criterios de procesos geomorfológicos y físicos regionales, el cual representa el límite de área para identificar la estructura y funcionamiento del o los ecosistemas que lo integran, y donde se exponen los diferentes elementos marinos y su procesos ambientales, con la finalidad de obtener la información necesaria para predecir y evaluar los impactos ambientales que generará el proyecto en el entorno, es decir, en qué medida las obras y actividades del proyecto afectarán a los elementos o componentes ambientales que integran a los ecosistemas en el SAR, y sus relaciones entre sí (procesos).

Por otro lado, de acuerdo con el Artículo 3°, Fracción XXI de la LGEEPA, donde se establece que en la MIA se debe manifestar el impacto ambiental, significativo y potencial que generarán las obras y actividades del proyecto sujeto a evaluación, el objetivo de este Capítulo V se centrará en la identificación de aquellos impactos que, por sus características, pudieran concordar con la definición de impacto ambiental significativo o relevante dispuesta en el Artículo 3°, Fracción IX del REIA, como:

> *"IX. **Impacto ambiental significativo o relevante**: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales".*
>
> *(Resaltado propio)*

Lo anterior, siendo la parte medular de este Capítulo V para poder establecer, en el Capítulo VI, las medidas ambientales necesarias (de prevención, mitigación y compensación) para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, a fin de respetar la integridad funcional y capacidad de carga de los ecosistemas. Esto último referido en el Artículo 44 del REIA que a su letra establece:

> *"Artículo 44.- Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:*

*I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el **conjunto de elementos** que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*

*II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la **integridad funcional** y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y*

III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente".

(Resaltado propio)

Por lo anterior, resulta importante señalar que, si bien en la normatividad citada no se establecen definiciones para los conceptos resaltados, el **conjunto de elementos** se asume como los medios, componentes y factores que conforman al ecosistema, la **integridad funcional** como el conjunto de mecanismos (sucesos intermedios entre causa y efecto) que permiten el mantenimiento del equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema[1].

Considerando que el proyecto trata de la construcción de un gasoducto en el medio marino, el análisis de los impactos ambientales se basará en el reconocimiento de los cambios que pueden ocurrir en la estructura y dinámica de los ecosistemas (considerando las intervenciones humanas existentes) y determinar si las obras y actividades del proyecto ocasionarán un cambio en el funcionamiento y estructura del SAR.

Con la finalidad de cumplir con lo que establece la normatividad ya citada, en este Capítulo V se desarrolló una **Metodología para la identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto**, basada en literatura ampliamente reconocida y especializada en materia de evaluación de impacto ambiental, tal como lo es: la Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Conesa, V. (2010)[2], Evaluación de

[1] SEMARNAT (2018) Criterios de evaluación de impacto ambiental. Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/crtiterios-de-evauacion-de-impacto-ambiental

[2] Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

impacto ambiental de Garmendia, A. *et al.* (2005)[3] y Evaluación de impacto ambiental de Gómez, D. (2003)[4], que permitirá reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas, todo lo cual se detalla a continuación.

V.2. Metodología para la identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto

Esta metodología considera los 3 elementos principales mencionados en el Artículo 13 del REIA: **identificación, descripción y evaluación**, de los impactos ambientales, considerando también los **acumulativos y residuales** que generará el proyecto.

V.2.1. Identificación de los impactos ambientales

La literatura ha definido de diferentes maneras un impacto ambiental, tales como: la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana (Garmendia, A. *et al.*, 2005), o como la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado (por el proyecto ejecutado), y la situación del medio ambiente futuro tal y como éste habría evolucionado sin dicha actuación (Conesa, V., 2010), como se muestra en el siguiente gráfico.

[3] Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid.
[4] Gómez, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

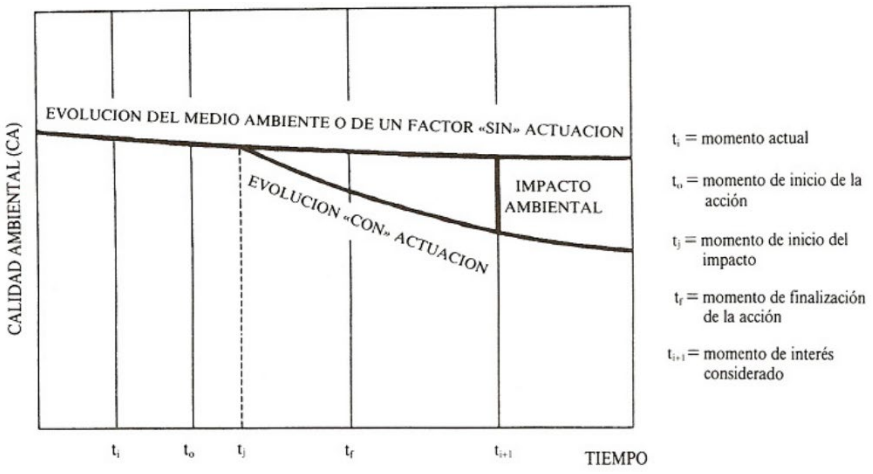


Figura V.1 Ejemplo gráfico del impacto ambiental. Conesa V. 2010.

Por su parte la LGEEPA, en su Artículo 3, Fracción XX, señala que la modificación al ambiente (impacto ambiental) puede ser ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. No obstante, en cualquier definición, el impacto ambiental tiene una clara connotación de origen humano, dado que son las actividades y proyectos desarrollados por el hombre los que inducen las modificaciones en el entorno (León Peláez, J.D, 2011)[5]. Además, no se puede, por tanto, estudiar al proyecto como una única fuente de cambio y al entorno únicamente en el momento actual, es necesario analizar las modificaciones, ya sean de origen natural o antropogénico, que se han generado en el ambiente y disponer de previsiones para el futuro. Con base en ello, también se podrán identificar los impactos ambientales acumulativos que tendrá el proyecto.

Con la finalidad de identificar el o los impactos ambientales que generarían la o las obras y actividades del proyecto, primero, con la descripción del proyecto, se identificarán las obras y en particular las actividades del proyecto, ya descritas en el Capítulo II, que pueden desencadenar impactos ambientales en el entorno donde se incidirá y serán enlistadas en una tabla.

[5] León, J.D, (s.f.). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Recuperado de: http://ingenieroambiental.com/4017/evaluacion%20del%20impacto%20ambiental%20de%20proyectos%20de%20desarrollo.pdf

Cabe hacer mención que no todas las actividades del proyecto generarán impactos ambientales, ya que algunas actividades no conllevan un cambio (ya sea modificación, alteración, pérdida) en el entorno, todo depende de la particularidad de la actividad y del entorno donde se incidirá.

Posteriormente, con la descripción del entorno, ya descrita en el Capítulo IV, se identificarán los componentes ambientales del SAR y área del proyecto susceptibles de ser afectados. Por ello, resulta necesario dividir al entorno donde incidirá el proyecto para facilitar su comprensión. Garmendia, A. *et al.* (2005), ofrece una guía en la cual se puede dividir el entorno en:

1. Medio: referente a la agrupación de componentes ambientales que tienen alguna característica en común.
2. Componente: trata de cada una de las partes excluyentes entre sí, en las que se puede dividir para su análisis el sistema ambiental.
3. Factor: característica medible o cuantificable del componente ambiental.

Cabe mencionar que, debido a las diferentes metodologías de identificación de impactos, algunos autores denominan a los componentes ambientales como factores ambientales; no obstante, para este proyecto se utilizará el método anterior, ya que divide de manera clara al entorno para su análisis, y acorde a la definición del conjunto de elementos, expuesta anteriormente.

Por otro lado, cabe señalar que, si bien, el entorno donde incide un proyecto normalmente está conformado de componentes bióticos y abióticos, no todos son componentes susceptibles de ser afectados, todo depende de la particularidad del proyecto y el área donde incidirá.

Una vez determinadas las actividades del proyecto que ocasionarán impactos ambientales, así como los componentes ambientales susceptibles de ser afectados, se utilizará un método propuesto por Conesa, V. (2010), que sugiere realizar una matriz de doble entrada en la cual, en las filas, se colocan los componentes ambientales identificados, y en las columnas se colocan las actividades del proyecto; luego, mediante el cruzamiento/intersección entre los componentes ambientales y las actividades, se coloca un 1 si hay interacción (afectación) y se cuantificarán las interacciones por actividad y por componente ambiental. Esta matriz corresponde a la **Matriz de identificación de impactos ambientales,** y las interacciones

resultantes de ésta corresponderán a los impactos ambientales del proyecto, los cuales posteriormente se procederá con su denominación.

V.2.1.1. Denominación de los impactos ambientales

De acuerdo con Conesa, V. (2010), la **denominación del impacto ambiental** debe reflejar el efecto (modificación) en la calidad de un componente y factor ambiental como resultado de la acción del proyecto. En tal sentido, los impactos ambientales del proyecto se denominarán como: modificación, alteración, pérdida, disminución, etc., del componente ambiental y factor que será afectado (suelo, agua, aire, etc.). Para mayor referencia, a continuación, se muestra un ejemplo de la denominación de los impactos ambientales.

Tabla V.1 Denominación de los impactos ambientales de un proyecto.
Fuente: elaboración propia.

Efecto		Factor		Componente ambiental		Impacto ambiental
Modificación	+	Calidad	+	Aire	=	**Modificación de la calidad del aire**
Pérdida	+	Cantidad	+	Flora/Vegetación	=	**Pérdida de cobertura vegetal**
Alteración	+	Calidad	+	Agua	=	**Alteración de la calidad del agua**

Con base en lo anterior, de las interacciones obtenidas en la Matriz de identificación de impactos ambientales, y conforme a la denominación de los impactos ambientales, ya expuesta anteriormente, se elaborará una tabla denominada: Impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, en donde se presentarán en las primeras tres columnas, el medio, los componentes ambientales y factores; en la cuarta columna se denominarán los impactos ambientales como “frases” que asociarán la modificación del entorno consecuencia del desarrollo del proyecto (tal y como se vio en la tabla anterior), y en la última columna se expondrán las causas que los producirán.

Cabe señalar que esta Metodología no solo permite la detección y valoración de las posibles afectaciones del proyecto en su entorno, si no también permite determinar los impactos

ambientales acumulativos y residuales, definidos en el Artículo 3, Fracciones VII y X del REIA como:

> *"VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;*
>
> *X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;"*

Por lo que, en cumplimiento a la Fracción V del Artículo 13 del REIA, también se identificarán los impactos ambientales acumulativos y residuales que ocasionará el proyecto, como se describe a continuación.

V.2.1.2. Identificación de los impactos ambientales acumulativos

Debido a la complejidad de las interacciones que tienen los ecosistemas, es improbable que una acción tenga un único efecto ambiental. Por lo tanto, es importante también determinar cómo se relacionan entre sí los diferentes impactos ambientales que se producirán en el proyecto que se está analizando, teniendo en cuenta los que producen otros proyectos que también puedan afectar al mismo entorno. Algunos impactos ambientales se pueden considerar como simples, o no acumulativos, debido a que no interaccionan con otros efectos ambientales, pero lo más frecuente es que los impactos ambientales tengan un carácter acumulativo; es decir, cuando se producen varias veces a lo largo del tiempo o del espacio (Garmendia, A. *et al.*, 2005).

Por ello, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar.

En este caso, para poder identificar los impactos ambientales acumulativos que generará el proyecto dentro del SAR, primero se identificarán los proyectos, obras o actividades, previas y ajenas a éste que pudieron causar alguna afectación al SAR (con base en la información descrita en el Capítulo IV sobre la caracterización del SAR). Posteriormente, para determinar los componentes afectados previamente dentro del SAR, se conformará una tabla en la cual se

identificarán los impactos ambientales ya producidos por obras y actividades existentes, y los que podría causar el proyecto que se estarían adicionando.

Por otro lado, durante la evaluación de los impactos ambientales, a los acumulativos se les asignará la calificación más alta (4) en función del atributo Acumulación (AC) de acuerdo al siguiente apartado V.2.2 de evaluación de los impactos ambientales. Conforme lo anterior, los impactos ambientales acumulativos serán descritos en el apartado V.5 de descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto.

V.2.1.3. Identificación de los impactos ambientales residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es probable que un impacto ambiental, que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente habrá impactos ambientales cuyos efectos persistirán aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales, como lo establece el REIA en su Fracción X del Artículo 3°. Cabe hacer notar que la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, aunque cabe señalar, que lo anterior no significa que un impacto ambiental residual sea significativo, por ello se realiza el análisis con base en el funcionamiento de los ecosistemas del SAR.

Para el caso del proyecto, la evaluación de los impactos residuales se llevará a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC) que, de tratarse un impacto ambiental residual, es decir que, con independencia de las medidas de mitigación, los componentes no puedan volver a su estado original por medios humanos, se le asignará la calificación más alta (8) de acuerdo al siguiente apartado V.2.2 de evaluación de los impactos ambientales. Conforme lo anterior, los impactos ambientales residuales serán descritos en el apartado V.5 de descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto.

V.2.2. Evaluación de los impactos ambientales

Para la evaluación de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto se utilizará la metodología propuesta por Conesa, V. (2010) de tipo cualitativa, la cual fue seleccionada, ya que es de fácil comprensión y ejecución, además, posee 10 variables diferentes a considerar dentro del análisis que permiten llevar a cabo el proceso de valoración de manera más objetiva para obtener resultados más próximos a la realidad.

Por medio de este método analítico propuesto por Conesa, V. (2010), se obtendrá la importancia del impacto ambiental, referida al grado de manifestación del efecto de la acción, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la acción producida, como de la caracterización del efecto; a su vez, la valoración del impacto se complementará con un método para determinar su magnitud, el cual está referido a la grado de afectación al componente ambiental, todo lo cual será detallado a continuación.

V.2.2.1. Determinación de la importancia

Posterior a la identificación de los impactos ambientales se realizará una matriz donde se expondrán los componentes, factores e impactos ambientales, así como la etapa en donde se suscitarán, y se determinará el índice de importancia atribuyéndoles un valor del 1 hasta el 12 de acuerdo a los 10 atributos de tipo cualitativo de la metodología propuesta por Conesa, V. (2010). Dicha matriz tendrá por nombre: Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto.

Los atributos mencionados caracterizarán y evaluarán la afectación, y se irán asignado los valores a los impactos ambientales a través diferentes criterios conforme a la siguiente tabla.

Tabla V.2 Valores y criterios de los atributos.
Fuente: Conesa, V. (2010).

Atributo	Escala				
	1	2	4	8	+ 4*
Intensidad (In) El grado de incidencia de la acción sobre el factor	*Baja o mínima* Su efecto tiene una modificación mínima del componente considerado.	*Media* Su efecto provoca alteraciones en algunos de los componentes del entorno.	*Alta* Su efecto provoca alteraciones en todos los componentes del entorno.	*Muy alto o notable* Su efecto provoca una modificación notable del componente fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas.	*Crítico o Total* Pérdida total del componente en el área en la que se produce el efecto.
Extensión (EX) Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	*Puntual o localizado* Cuando la acción impactante produce un efecto en un área	*Parcial* Cuando la acción produce un efecto en toda el área del proyecto.	*Extenso* Cuando la acción produce un efecto más allá del área del proyecto.	*Total* Cuando el efecto de la acción no admite una ubicación precisa dentro del entorno del	*Critica* Cuando la acción produce un efecto puntual o no, pero se produce en ubicación

Atributo	Escala				
	1	2	4	8	+ 4*
	específica del área del proyecto.			proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo el entorno.	crítica de funcionamiento del componente o proceso.
Momento (MO) El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio	*Largo plazo* Cuando el tiempo trascurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es mayor a 10 años.	*Medio plazo* Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es menor a un año.	*Inmediato* Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es nulo.	No aplica	*Critico* Cuando se genera la acción en un momento crítico de funcionamiento del componente o proceso.
Persistencia (PE) El tiempo en el que permanecerá el efecto a partir de su aparición	*Momentáneo o fugaz* Cuando el tiempo de permanencia es menor a 1 año.	*Temporal o transitorio* Cuando el tiempo de permanencia es de 1 a 10 años.	*Permanente* Cuando el tiempo de permanencia es mayor a 10 años.	No aplica	No aplica
Reversibilidad (RV) La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales	*Reversible a Corto plazo* Cuyo efecto puede ser asimilado de forma natural en menos de 1 año.	*Reversible a Medio plazo* Cuyo efecto puede ser asimilado de forma natural de 1 a 10 años.	*Reversible a Largo plazo* Cuyo efecto puede ser asimilado de forma natural después de 10 años.	*Irreversible* Alteración imposible de reparar por la acción natural y precisa medidas.	No aplica
Sinergia (SI) El incremento simultáneo de varios agentes o acciones	*Sin sinergismo* Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	*Sinérgico* Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	No aplica

Atributo	Escala				
	1	2	4	8	+ 4*
Acumulación (AC) El incremento progresivo de un efecto	*No acumulativo* Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten al mismo componente.	No aplica	*Acumulativo* Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten al mismo componente.	No aplica	N o aplica
Efecto (EF) Relación causa-efecto	*Indirecto* El efecto no tiene incidencia inmediata en algún componente, pero si una relación próxima.	No aplica	*Directo* El efecto tiene incidencia inmediata en algún componente.	No aplica	No aplica
Periodicidad (PR) La regularidad de la manifestación	*Único* Cuando el efecto se manifiesta una sola vez.	*Irregular* Cuyo efecto se manifiesta de forma irregular en el tiempo.	*Periódico* Cuyo efecto se manifiesta de forma regular en el tiempo.	*Continuo* Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en el tiempo.	No aplica
Recuperabilidad (MC) Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios humanos	*Recuperable a corto plazo* Cuyo efecto puede eliminarse con medidas en menos de 1 año	*Recuperable a medio plazo* Cuyo efecto puede eliminarse con medias correctoras de 1 a 10 años.	*Mitigable* Cuyo efecto puede minorarse con medidas	*Irrecuperable* Cuyo efecto persiste después de la aplicación de medidas correctoras (residual), o bien, el tiempo de reconstrucción toma más de 10 años.	No aplica

Nota*: Para aquellos impactos ambientales que pudieran considerarse críticos (última columna) se agregan 4 puntos más con respecto al criterio inmediato anterior.

Para mayor referencia y claridad en el razonamiento seguido para la asignación de cada valor a los impactos ambientales del proyecto, conforme los atributos expuestos anteriormente, en la siguiente tabla se presenta su descripción:

Tabla V.3 Descripción de los atributos cualitativos.

Fuente: elaboración propia.

Atributo	Descripción
Intensidad (IN)	La intensidad del impacto, es el grado de incidencia de la actividad sobre el componente y factor ambiental -grado de destrucción o dimensión del impacto- en el ámbito específico en el que actúa. Dicha dimensión del impacto indica la medida del cambio provocado por la acción.
Extensión (EX)	Es el atributo que refleja la fracción del medio afectado por la acción del proyecto, es decir, el área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el componente y factor ambiental. En términos generales, se refiere a aquella porción del área en cuestión que será potencialmente afectada con respecto al área del proyecto.
Momento (MO)	Es el plazo de manifestación del impacto. Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el componente ambiental afectado.
Persistencia (PE)	La persistencia es el tiempo de permanencia del efecto sobre un componente ambiental desde el momento de su aparición, y a partir del cual el componente afectado pueda retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por la acción de medios naturales o mediante la aplicación de medidas de mitigación.
Reversibilidad (RV)	Es la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que la acción que produce el efecto deje de actuar sobre el componente ambiental afectado. Cabe señalar que el impacto será reversible cuando el componente pueda retornar a sus condiciones originales sin la intervención humana, en cambio el impacto será irreversible cuando el componente ambiental alterado no pueda retornar a sus condiciones originales sin la intervención humana.
Acumulación (AC)	Cuando se producen varias acciones similares sobre un mismo medio, causando el mismo tipo de impacto de forma acumulada.
Sinergia (SI)	Se refiere al conjunto de la presencia simultánea de varias acciones que suponen una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Por ejemplo, el efecto de un cazador sobre una determinada zona húmeda, puede ser relativamente bajo, pero la acumulación a lo largo de los años de los perdigones de plomo, puede producir intoxicaciones de las aves y la muerte masiva de muchas de ellas (efecto sinérgico), (Garmendia, A. *et al.* 2005). En este sentido, el efecto sinérgico de diversas y diferentes acciones que conlleva a la desaparición de especies o muertes masivas, se considera un impacto crítico (significativo) por su carácter sinérgico.

Atributo	Descripción
	Por lo anterior, cabe señalar que el impacto sinérgico es distinto al impacto acumulativo, ya que un impacto ambiental tiene carácter acumulativo cuando al interactuar con otros impactos no se generan nuevos efectos o críticos, y el impacto acumulativo final tiene las mismas características que el (los) impacto(s) que le dieron origen. Lo anterior implica que con las mismas medidas de mitigación con las que se controla un impacto acumulativo original, se mitiga el impacto acumulativo final.
Efecto (EF)	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un componente, ya sea de manera directa o indirecta, como consecuencia de la ejecución de la actividad del proyecto.
Periodicidad (PR)	Este atributo hace referencia a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las acciones que lo producen permanecen constantes en el tiempo), o discontinua (las acciones que lo producen actúan de manera intermitente, irregular o esporádica en el tiempo).
Recuperabilidad (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del componente afectado como consecuencia del proyecto, por medio de la intervención humana. Cabe señalar que el impacto será recuperable cuando el componente ambiental alterado pueda retornar, aunque sea parcialmente, a sus condiciones originales por medio de la intervención humana, en cambio el impacto será irrecuperable cuando el componente ambiental alterado no pueda retornar a sus condiciones originales aún con la intervención humana (medidas de mitigación). Es por ello que este atributo se considera para señalar los impactos ambientales residuales, que por definición son aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Cabe señalar que los atributos anteriormente descritos permiten reducir la subjetividad en la evaluación de los impactos ambientales, debido a que permiten diferenciar los impactos ambientales con respecto a la particularidad de cada efecto en el ambiente que será producido por una actividad específica.

Con base en lo anterior, después de haber asignado los valores a los impactos se realiza la siguiente ecuación para obtener la importancia del impacto:

Importancia = IN + EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC

V.2.2.2. Determinación de la magnitud

Para obtener el índice de la magnitud se aplica una ecuación simple creada a partir del modelo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación[6] y utilizando los atributos previamente evaluados de IN (intensidad), EX (extensión) y PE (persistencia), a los cuales se le aumenta la valoración como a continuación se muestra:

Magnitud = (IN*3) + (EX*2) + (PE*2)

La razón del aumento de la valoración particular de estos atributos, se debe a que la magnitud trata del grado de afectación de un componente en su calidad y cantidad; es decir, referido a la intensidad, extensión y duración de la afectación.

Para obtener la evaluación final del impacto ambiental se realiza la suma de la Importancia con la Magnitud.

Valoración final = Importancia + Magnitud

La valoración final de los impactos ambientales tomará valores entre 17 y 108, por lo que se determinará su significancia de acuerdo a las siguientes escalas.

[6] FAO, 1995. Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Roma, Italia.

Tabla V.4 Significancia de los impactos ambientales.
Fuente: Conesa, V. (2010).

Significancia	Intervalo	Definición
Irrelevante	Entre 17 y 27	Impacto que provoca alteraciones de muy baja afectación a los componentes y que no comprometen la integridad de los mismos.
No significativo	Entre 28 y 54	Impacto que afecta a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte.
Moderado	Entre 55 y 81	Impacto que provoca alteraciones que requieren medidas de mitigación o compensación para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del sistema ambiental.
Significativo	Entre 82 y 108	Impacto significativo que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Cabe hacer notar que el impacto ambiental significativo toma el significado descrito en el Artículo 3°, Fracción IX del REIA, como: *Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.*

Lo anterior, para determinar si los impactos ambientales que generará el proyecto concuerdan con los supuestos que integran esta definición, es decir, que los impactos ambientales:

- **Alterarán los ecosistemas y sus recursos naturales.** Este supuesto se asume como aquel impacto que cambiará la estructura o dinámica de los ecosistemas (unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con su ambiente) y sus recursos naturales.
- **Alterarán la salud.** Este supuesto se asume como aquel impacto que cambiará las características, esencia o forma, en sentido negativo, del estado de salud de las personas, en detrimento de su estado físico o calidad de vida.

- **Obstaculizarán la existencia, desarrollo del hombre y seres vivos.** Este supuesto se asume como aquel impacto que impedirá o dificultará la consecución[7] del desarrollo del hombre y de los seres vivos (componentes bióticos) de modo que si se presentan afectaciones significativas implicaría poner en riesgo el desarrollo de la vida de las personas y de los seres vivos.

- **Obstaculizarán la continuidad de los procesos naturales.** Este supuesto se asume como aquel impacto que impedirá o dificultará la consecución de los procesos naturales; estos procesos naturales son los que ocurren en la naturaleza de manera constante y espontánea, sin que medie la intervención humana[8], pero en el sentido de lo que se está analizando en relación a los ecosistemas, estos son: el ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos (o de nutrientes), el flujo de energía y la dinámica de las comunidades, es decir cómo cambia la composición y estructura de un ecosistema después de una perturbación (sucesión)[9], por lo que si se presentan afectaciones significativas, implicaría incidir en los procesos fundamentales de los ecosistemas de modo que se interrumpa su funcionamiento.

Por lo supuestos anteriores, y en particular el último, es que la Metodología incluye el reconocimiento de los componentes ambientales que integran a los ecosistemas en el SAR (considerando las intervenciones humanas existentes), y sus relaciones entre sí, es decir, sus procesos, los cuales ya fueron identificados en el Capítulo previo.

V.2.3. Descripción y análisis de los impactos ambientales

A partir de los resultados obtenidos, se procederá a realizar la descripción de los impactos ambientales, y las razones de su significancia, para que dé lugar a proponer las medidas ambientales aplicables en el siguiente Capítulo.

[7] Definición de obstaculizar: Impedir o dificultar la consecución de un propósito. Real Academia Española 2021. Diccionario de la Lengua Española.
[8] Significado de Fenómenos naturales. Consultado en: https://www.significados.com
[9] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Procesos ecológicos. Consultado en: https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose

V.3. Identificación de los impactos ambientales del proyecto

De acuerdo con la metodología anteriormente expuesta, a continuación, se presentarán los resultados obtenidos de la identificación de los impactos ambientales del proyecto.

V.3.1. Actividades derivadas de las obras del proyecto que generarán impactos ambientales

De acuerdo con la naturaleza del proyecto[10], **no todas sus actividades generarán impactos ambientales**, por lo que de acuerdo con el Capítulo II, el ahuyentamiento de fauna marina será una actividad que, al contrario de generar impactos ambientales negativos, su finalidad será evitar su afectación, por lo que no es considerada una actividad generadora de impacto ambiental. Así mismo, en esta etapa solo se considera el recubrimiento para proteger las tuberías con las que se realizarán cruces, en solo áreas puntuales que ya están modificadas por la tubería existente, por lo que no generará impacto ambiental.

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, dado que el proyecto trata del transporte de gas natural por el gasoducto marino, durante su operación normal (puesta en marcha), el transporte del producto se realizará de forma subterránea en el medio marino, por lo que no generará modificación alguna en el entorno; en caso de una eventualidad, los impactos que se generarían en los componentes ambientales del entorno se analizan en el Estudio de Riesgo correspondiente.

Por lo anterior, al no tener actividades que generarán impactos ambientales en las etapas de preparación del sitio y operación del proyecto, solo se identifican actividades que generarán impactos ambientales en la etapa de construcción, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

[10] Para un mayor detalle acerca de las obras y actividades del proyecto, ver Capítulo II.

Tabla V.5 Actividades por etapas del desarrollo del proyecto que generarán impactos ambientales. Fuente: elaboración propia.

Etapa	Actividad
Construcción (C)	Perforación Direct-Pipe
	Zanjeo (succión e inyección) y vertimiento de sedimento
	Acarreo, alineamiento, soldadura y tendido del ducto
	Enrocamiento
	Prueba hidrostática (fase preoperativa)

Dicho lo anterior, a continuación, se identificarán los componentes ambientales que serán susceptibles de ser afectados por el proyecto.

V.3.2. Componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados

Ya determinadas las actividades del proyecto que generarán impactos ambientales, se consideró la línea base, ya expuesta en el Capítulo anterior, donde se expusieron las características del entorno tanto del SAR, como del área del proyecto, para realizar una primera aproximación e identificación de aquellos componentes o procesos ambientales del SAR que serán afectados por el proyecto y, con ello, poder identificar los impactos ambientales y su significancia.

De acuerdo con el Capítulo anterior, el proyecto incidirá en la Plataforma Continental del GM donde la mayor parte del trazo del gasoducto incide en planicies sin evidentes afloramientos rocosos y con un perfil batimétrico relativamente homogéneo, en donde los componentes ambientales presentan una menor diversidad, y en un tramo de la zona más estrecha de la plataforma continental, donde se observan afloraciones rocosas que generan condiciones más heterogéneas y que permiten el establecimiento o fijación de componentes bióticos. Así mismo, las zonas arrecifales “Sistema Arrecifal Lobos -Tuxpan” (SALT) al norte y “Sistema Arrecifal Veracruzano” (SAV) al sur, se encuentran cercanas al trazo del gasoducto, como se muestra en la siguiente figura.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura V.2 Rasgos geomorfológicos en la zona del proyecto.

No obstante, es importante reiterar que el trazo del ducto **no incidirá** en estas zonas arrecifales ubicándose a más de 6 km de distancia respecto a la distribución de arrecifes de coral y **no serán afectadas por el desarrollo del proyecto** por los siguientes motivos:

- El proyecto considera únicamente emplazar un ducto en el medio marino para el transporte de gas natural, por lo cual no involucra actividades que afecten la estructura y funcionamiento de los arrecifes coralinos.
- El gasoducto que será emplazado en el fondo marino, y dada las dimensiones del ducto, no implicará cambios en las corrientes hidrológicas, ni tampoco representará una barrera física que impida el libre tránsito de especies marinas.
- La instalación del gasoducto que será cercana a la ANP Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan (SALT) por el método de succión, solo se realizará en 3.8 km del trazo del ducto, tal y como se muestra en la siguiente figura. Además, el polígono de vertimiento se ubicará en dirección noreste alejado de la ANP, por lo que el proyecto no incidirá en esta zona arrecifal.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura V.3 Tramo de zanjeo por succión en zona Tuxpan respecto de la ANP Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan (SALT).

- El punto más cercano del trazo del ducto a los límites del Parque Nacional Sistema Arrecifal de Veracruz (PNSAV), se encuentra a una distancia de 3.4 km, como se muestra en la siguiente figura, por lo que tampoco indicará en esta zona arrecifal.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura V.4 Distancia del trazo del gasoducto respecto del Parque Nacional Sistema Arrecifal de Veracruz (PNSAV).

- Si bien con la instalación del ducto se generará una resuspensión de sedimentos, de acuerdo con la modelación hidrodinámica y de transporte de sedimentos, para los dos métodos de instalación (succión e inyección), se obtuvo que:

    - Con el método de succión, en la zona cercana a la ANP SALT, a 12 horas de la emisión, las arenas alcanzarían a depositarse dentro de los primeros 2 km cercanos al sitio de la instalación, por lo que no llegarían a la zona arrecifal, tal y como se muestra en la siguiente figura.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura V.5 Simulación de la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) bajo condiciones de tendido del ducto a 12 horas de la emisión. Concentración de SST (Izquierda), trayectoria de las partículas de sedimento, solución Lagrangiana (Derecha).

- Con el método de succión, los sedimentos más finos tenderán a permanecer en resuspensión y disminuirían en concentración por dispersión debido a los procesos de advección de las corrientes, por lo que en un periodo de 19 horas, los Sólidos Suspendidos Totales (STT) alcanzarían una concentración entre 10 y 20 mg/l, y a 1 día y 22 horas de la emisión las concentraciones de STT serían las mismas que las condiciones ambientales iniciales (10 mg/l), tal y como se puede observar en la siguiente figura.



Figura V.6 Simulación de la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) bajo condiciones de tendido del ducto a 1 día y 22 horas de la emisión. Concentración de SST (Izquierda), trayectoria de las partículas de sedimento, solución Lagrangiana (Derecha).

- Con el método de zanjeo por inyección, el cual se realizará en profundidades mayores a los 60 metros, las corrientes son de menor energía, por lo que en el área donde será emplazado el ducto cercano a la PNSAV (mayor a 100 m de profundidad), los sedimentos más gruesos como son las arenas se depositarán rápidamente en las inmediaciones del trazo del ducto, y a dos horas de la emisión, los sedimentos finos alcanzarían a depositarse entre los 4 y 5 km de distancia, como se muestra en la siguiente figura.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

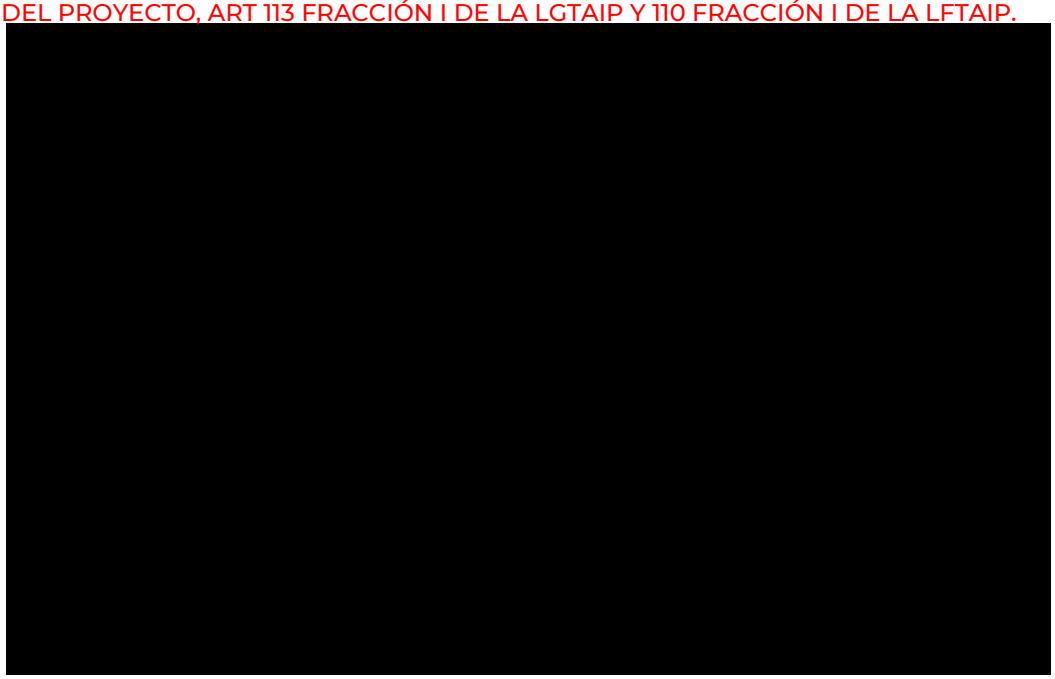


Figura V.7 Simulación de dispersión de la pluma de sedimentos por tendido del ducto mediante el método de inyección (Jeting) a 2 horas de la emisión.

- Por la dirección de las corrientes paralelas a la costa y la profundidad donde será instalado el ducto (>100 m), la resuspensión de sedimentos que se genere por el tendido del ducto mediante el método por inyección, no alcanzará la zona arrecifal, ya que el PNSAV se encuentra a partir de los 48 m de profundidad, por lo que tampoco la pluma de sedimentos interrumpirá la entrada de luz necesaria para el desarrollo de los arrecifes de plataforma o superficie como lo son los del PNSAV.

Aunado a lo anterior, y continuando con la identificación de los procesos y componentes ambientales del SAR que pudieran ser afectados por el proyecto, cabe señalar que con su desarrollo **no se modificará la línea de costa**, ya que contempla el método de cruce para la conexión del ducto de la zona terrestre (Etapa I del proyecto) a la zona marina por el método Direct Pipe, donde la instalación del gasoducto se realizará de manera subterránea para no incidir en la zona costera y, además, el gasoducto será instalado en el fondo marino, por lo que no interrumpirá el proceso de evolución de la línea de costa.

Considerando que las condiciones dentro de las planicies con sustratos en donde predominan los limos y en menor medida las arenas, limitan o inhiben el desarrollo de componentes

ambientales (flora y fauna) por la ausencia de sustratos duros para fijación, de acuerdo con los resultados de campo, **no se identifican especies de flora marina** en el área del proyecto, por lo que tampoco será un componente afectado. Además, como ya se refirió en el Capítulo IV, el trazo del proyecto en ningún momento incide en ecosistemas de pastos marinos.

Por último, el proyecto **tampoco modificará el paisaje**, ya que solo se utilizarán embarcaciones de manera temporal en el medio marino para la instalación del gasoducto, una vez terminados los trabajos, el ducto irá en el fondo marino y no será visible, por lo que no representará una modificación en la calidad visual del paisaje.

Bajo el contexto anterior, los componentes ambientales que si serán susceptibles de afectación por el proyecto serán los siguientes:

Tabla V.6 Componentes y factores ambientales susceptibles de afectación por el proyecto. Fuente: elaboración propia.

Medio	Componente ambiental	Factor
Abiótico	Columna de agua marina	Calidad
	Aire	Calidad
		Confort Sonoro
Biótico	Fauna marina	Hábitat
		Biodiversidad

V.3.3. Matriz de identificación de impactos ambientales

Para continuar con la identificación de los impactos ambientales, se realizó la siguiente matriz en donde se cruzan las actividades identificadas en la Tabla V.5 con los componentes y factores anteriores (Tabla V.6), y se les asignó el número 1 en caso de interacción (afectación). Para efectos de interpretación, todas las interacciones son de tipo negativas.

Tabla V.7 Matriz de identificación de impactos ambientales.
Fuente: elaboración propia.

Medio	Componente	Factor	Construcción					Suma de interacciones por factor	Suma de interacciones por componente
			Perforación Direct-Pipe	Zanjeo y vertimiento de sedimento	Acarreo, alineamiento, soldadura y tendido del ducto	Enrocamiento	Prueba hidrostática		
Abiótico	Columna de agua marina	Calidad		1	1		1	**3**	**3**
	Aire	Calidad	1	1	1	1	1	**5**	**10**
		Confort Sonoro	1	1	1	1	1	**5**	
Biótico	Fauna marina	Hábitat		1		1		**2**	**5**
		Biodiversidad		1	1	1		**3**	
Suma de interacciones por actividad			**2**	**5**	**4**	**4**	**3**	**18**	
Suma de interacciones por etapa			**18**						

V.3.4. Denominación de los impactos ambientales del proyecto

Una vez identificadas las interacciones del proyecto con el entorno, a continuación, se exponen los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto y las causas que los producirán:

Tabla V.8 Impactos ambientales previstos a generar por el proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental	Causa del impacto ambiental
Abiótico	Columna de agua marina	Calidad	Modificación de la calidad de la columna de agua marina	Por la resuspensión de sedimentos durante el zanjeo y vertimiento de sedimento para la instalación del ducto, descarga de prueba hidrostática y ante fugas accidentales de combustible, que pudieran contaminar la columna de agua marina.
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	Por la emisión de gases de combustión derivados de las embarcaciones y maquinaria para la instalación del ducto.
		Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	Por la emisión de ruido derivado de las embarcaciones y maquinaria para la instalación del ducto.
Biótico	Fauna marina	Hábitat	Modificación del hábitat de bentos	Por el zanjeo en el fondo marino y vertimiento de sedimento para la instalación del ducto y enrocamiento.
		Biodiversidad	Afectación a individuos bentónicos	Por el zanjeo en el fondo marino y vertimiento de sedimento para la instalación del ducto y enrocamiento.
			Afectación a otros individuos (necton)	Por el movimiento de embarcaciones y uso de maquinaria para la instalación del ducto.

V.3.5. Identificación de los impactos ambientales acumulativos del proyecto

Para poder identificar los impactos acumulativos que generará el proyecto, se tomó como base el diagnóstico del SAR (desarrollado en el Capítulo IV).

De acuerdo con el Capítulo anterior, se tiene que en el Golfo de México existe un deterioro ambiental que se manifiesta en problemas de contaminación provocada por las descargas de aguas servidas provenientes de la zona continental y que son vertidas sin tratamiento previo, por lo que generan nutrientes (nitrogenados, fosforados y compuestos solubles de silicio), así como micro-contaminantes y microorganismos patógenos. De la mano con lo anterior, hay un manejo incorrecto de los residuos industriales, peligrosos y los sólidos urbanos. Entre las principales cargas contaminantes de origen industrial hacia el medio marino se identificaron

aquellas procedentes de refinerías de petróleo, fábricas de azúcar de caña y alimentos, destilerías de alcohol, cervecerías, papeleras y las industrias químicas (orgánica e inorgánica). Así mismo, en el SAR existe una alta actividad pesquera y de transporte náutico.

Por lo anterior, el SAR se ve influido por las actividades antrópicas principalmente derivadas de la actividad industrial, pesquera y de transporte náutico, tal y como se muestra en la siguiente figura ya expuesta en el Capítulo anterior.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura V.8 Actividades antrópicas que inciden en el SAR. Fuente: elaboración propia.

Bajo el contexto anterior, para determinar los impactos ambientales acumulativos del proyecto en el medio marino se determinaron dos categorías de desarrollo antrópico en el SAR, causantes de la modificación del entorno.

- **Desarrollo urbano e industrial:** esta categoría incluye las obras que se realizan para un centro urbano e industrial, como son: drenaje, ductos, infraestructura y equipamiento que tienen incidencia en el medio marino (por ejemplo, la descarga de aguas residuales o infraestructura petrolera).
- **Desarrollo portuario y pesquero:** dentro de esta categoría se presentan las obras e infraestructura portuaria para la llegada de embarcaciones y actividades pesqueras.

Para determinar los componentes afectados por los impactos ambientales derivados de las obras y actividades que se han realizado y continúan desarrollándose en el SAR, y los que serán producidos por el proyecto que se estarían adicionando, se presenta la siguiente tabla, mediante la cual se identifican los impactos ambientales en el SAR y los que serán producidos por el proyecto.

Tabla V.9 Identificación de los impactos ambientales acumulativos del proyecto.
Fuente: elaboración propia.

Medio	Componente ambiental	Factor	Impactos ambientales en el SAR	Infraestructura urbana e industrial	Desarrollo portuario y pesquero	Proyecto
Abiótico	Línea de costa	Forma	Modificación de la línea de costa		X	
	Columna de agua marina	Calidad	Modificación de la calidad de la columna de agua	X	X	X
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	X	X	
		Confort Sonoro	Modificación del confort sonoro	X	X	
Biótico	Flora y fauna marina	Biodiversidad	Afectación a fauna marina		X	X
			Afectación a flora marina		X	
		Hábitat	Modificación del hábitat de bentos		X	
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	Modificación del paisaje	X	X	

Como se puede observar en la tabla anterior, y de acuerdo a lo anteriormente expuesto, los únicos impactos ambientales del proyecto acumulativos serían la modificación temporal de la calidad del agua marina por la resuspensión de sedimentos y afectación a la fauna marina, ya que, como se expuso en un inicio, de acuerdo con las actividades y naturaleza del proyecto, no se afectará la línea de costa, flora marina o paisaje. Cabe mencionar, que el desarrollo del proyecto contempla solo la instalación de un gasoducto en el fondo marino para el transporte de gas natural, por lo que no conlleva actividades de índole pesquero, portuario o petrolero, que sean similares a los impactos ambientales que de esos desarrollos derivan.

Por otro lado, con respecto a la calidad del aire y confort sonoro, si bien serán emisiones que invariablemente se generarán por el proyecto, serán en un medio en el cual por su extensión y lejanía a las actividades que se desarrollan en la zona terrestre, difícilmente existirán otras acciones en el área del proyecto que también generen emisiones.

Así mismo, si bien en el SAR se han presentado modificaciones principalmente en la zona de costa por las actividades antrópicas y el proyecto generará una modificación temporal del hábitat de bentos, no se considera un impacto acumulativo, dado que la instalación del gasoducto por zanjeo se realizará a partir de 1 km de distancia de la línea de costa, se realizará el cruce con tubería existente en solo 3 sitios puntuales, y en el área donde será emplazado la mayoría del trazo del gasoducto a más de 60 m de profundidad, no existen obras previas que hayan modificado el fondo marino.

Con base en lo anterior, a continuación, los impactos ambientales serán evaluados y luego descritos.

V.4. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto

Los impactos ambientales ya identificados se valorarán de acuerdo con la metodología ya expuesta desde un inicio, por lo que, a continuación, se muestra la *Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto*, misma que permite conocer la significancia de los impactos por componente, factor, etapa y actividad en la que se suscitarán. Para la interpretación de esta matriz, se muestran los colores correspondientes a la significancia de los impactos expuesta en la Tabla V.4.

Tabla V.10 Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental	Etapa	Actividad	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	M	VF	Significancia
Abiótico	Columna de agua marina	Calidad	Modificación de la calidad de la columna de agua marina	C	Zanjeo y vertimiento	2	2	4	1	1	1	4	4	1	1	21	12	-33	**No significativo**
					Operación de embarcaciones y maquinaria	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	-23	**Irrelevante**
					Prueba hidrostática	12	1	4	1	1	1	1	4	1	1	27	40	-67	**Moderado**
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	C	Operación de embarcaciones y maquinaria	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	20	9	-29	**No significativo**
		Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	C	Operación de embarcaciones y maquinaria	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	20	9	-29	**No significativo**
Biótico	Fauna marina	Hábitat	Modificación del hábitat de bentos	C	Zanjeo y vertimiento	12	2	4	1	1	1	1	4	1	8	35	42	-77	**Moderado**
					Enrocamiento	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19	16	-35	**No significativo**
		Biodiversidad	Afectación individuos a bentónicos	C	Zanjeo y vertimiento	8	1	4	1	1	1	4	4	1	1	26	28	-54	**No significativo**
					Enrocamiento	4	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22	16	-38	**No significativo**
			Afectación a otros individuos (necton)	C	Operación de embarcaciones y maquinaria	4	1	4	1	1	1	4	4	1	1	22	16	-38	**No significativo**

Dónde: C= Construcción; IN= Intensidad, EX= Extensión, MO= Momento, PE= Persistencia, RV= Reversibilidad, SI= Sinergia, AC= Acumulación, EF= Efecto, PR= Periodicidad, MC= Recuperabilidad, I= Importancia, M= Magnitud, VF= Valoración Final.

V.4.1. Impactos ambientales residuales del proyecto

De acuerdo con lo expuesto en la Tabla V.10, el único impacto ambiental resulta residual será la modificación del hábitat de bentos, ya que el gasoducto ocupará un área de afectación permanente de un metro de ancho, donde en el sustrato marino a lo largo de la trayectoria del ducto quedará una estructura rígida, la cual quedará inmersa en el fondo marino y solo quedará la curvatura del ducto sobre el nivel natural del fondo. No obstante, debido a la dinámica del medio marino se espera que el ducto quede cubierto por los sedimentos generándose una condición del fondo marino similar a la original y con condiciones propicias para el restablecimiento de la fauna bentónica.

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales, ninguno resultó significativo en términos de la Fracción IX del Artículo 3° del REIA, todo lo cual será detallado a continuación.

V.5. Descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto

Ya expuesta la valoración de los impactos ambientales y su significancia, se procederá a realizar su descripción y análisis de ellos.

V.5.1. Modificación de la calidad de la columna de agua marina

Este impacto ambiental se considera por las actividades para la instalación y preoperación del gasoducto, las cuales son:

1. **Por el zanjeo que provocará resuspensión de sedimentos**: el zanjeo para la instalación del ducto por medio de succión e inyección (Jetting), así como posterior vertimiento de sedimento, resuspenderán los sedimentos en el fondo, lo que modificará temporalmente la calidad de la columna de agua marina.
2. **Por fuga incidental durante carga de combustible**: en el caso que se requiera cargar de combustible a las embarcaciones durante su operación, la columna de agua marina será susceptible de contaminación por alguna fuga incidental de combustible.
3. **Por descarga de agua utilizada en la prueba hidrostática**: el agua que será utilizada para la prueba hidrostática, a la cual se le adicionará un colorante e inhibidor de corrosión, se descargará nuevamente al mar, lo que modificará temporalmente la calidad de la columna de agua marina.

Cabe señalar que la instalación del ducto por medio del método de perforación Direct Pipe no generará modificación de la calidad de la columna de agua marina, ya que es un método de cruce que dirige la tubería por debajo de la línea de costa para salir a más de 1 km mar adentro, por lo que con este método no habrá resuspensión de sedimentos, ya que no es necesaria una apertura de zanja. Por otro lado, la actividad de enrocamiento solo considera la colocación de material pétreo de manera puntual para dar estabilidad a la tubería en el lecho marino, por lo que no se prevé una resuspensión de sedimentos que modifique la calidad del agua durante esta actividad.

Con base en lo anterior, a continuación, se describirá el impacto por las actividades ya mencionadas:

V.5.1.1. Modificación de la calidad de la columna de agua marina por resuspensión de sedimentos.

Para determinar la significancia del impacto a la calidad de la columna de agua por la resuspensión de sedimentos, que será generado por la instalación del ducto mediante los métodos succión e inyección, se realizó un análisis cuantitativo ya expuesto en el Capítulo IV, para determinar la temporalidad y migración de la pluma de dispersión de sedimentos.

De acuerdo con la modelación hidrodinámica y de transporte de sedimentos, la distancia y tiempo de depositación dependen de diversos factores, como son: el relieve del fondo marino, la velocidad de las corrientes marinas, la temporada del año, tipo de sedimento y método de construcción. Dadas las características del medio marino donde incidirá el proyecto se consideró lo siguiente:

- **De acuerdo al relieve del fondo marino:** el proyecto incidirá en la Plataforma Continental del Golfo de México, la cual corresponde al rasgo de llanura costera, de relieve suave con pequeñas elevaciones y desniveles del orden de 0.5 metros.
- **De acuerdo al tipo de sedimentos:** en el área del proyecto, los sedimentos son predominantemente terrígenos (producto del acarreo de los ríos por sus abundantes corrientes fluviales), por lo que para el modelo de transporte se consideraron tres clases de sedimentos: arenas, limos y arcillas en función del sitio del evento simulado, donde los sedimentos de mayor tamaño (arenas) se depositan más rápidamente, mientras que los más ligeros (limos y arcillas) tardan más tiempo en depositarse.
- **De acuerdo a la velocidad de las corrientes marinas:** para describir el comportamiento de las corrientes en el SAR, se determinaron tres zonas, en función de los patrones de circulación, a las cuales se les denominó “Norte”, “Centro” y “Sur”. Las corrientes de

mayor magnitud se presentan en la zona norte (Tuxpan), con valores de 0.7 m/s. A partir de los resultados obtenidos se observó que la magnitud de la corriente disminuye gradualmente de norte a sur, con valores máximos de 0.7 m/s, 0.6 m/s y 0.45 m/s respectivamente.

- **De acuerdo a la temporada del año:** la evaluación de la pluma de dispersión se realizó en las temporadas primavera-verano y otoño-invierno, siendo esta última temporada la que presenta mayor energía en las corrientes y oleaje. Cabe indicar que los procesos de circulación inducidos por el viento que dominan en el SAR y área del proyecto en otoño – invierno son hacia el sur, en cambio los procesos de circulación inducidos por el viento en primavera-verano son hacia el norte.
- **De acuerdo al método de construcción:** la instalación del gasoducto por succión considera una cántara para el transporte de los sedimentos al sitio de vertimiento, y dispositivo de rebose u "overflow", el cual regresará el agua con sedimento diluido, mientras que con el método de Jetting por inyección, los sedimentos solo son desplazados para crear una zanja para instalar el ducto.

Los resultados de la modelación de transporte de sedimentos por el **método de succión** arrojaron que en los sitios de zanjeo, las concentraciones de sedimentos (STT) rebasarían los 50 mg/l. A medida que la pluma de dispersión sea disipada por los procesos de advección de las corrientes, las concentraciones experimentarían un decaimiento del 85% a una distancia aproximada de 5 km de los sitios de zanjeo. A 24 horas de haberse realizado la actividad, las concentraciones máximas oscilarían entre 12 y 24 mg/l, similares a las que presentan las concentraciones ambientales cerca de la costa. Aproximadamente a los tres días, las concentraciones ya habrían alcanzado valores similares a las concentraciones ambientales para la región de estudio, entre 10 mg/l y 15 mg/l.

El sistema de draga por succión tiene contemplado la incorporación del sistema de válvula verde que es colocada en el tubo de rebose, lo que reducirá hasta en un 60% tanto el caudal de descarga, como las concentraciones de sólidos suspendidos en la pluma de dispersión, ya que con esta válvula, la cual se dispone dentro del eje de la estructura, aumenta la resistividad hidráulica dentro del eje, lo cual provoca un aumento de la sumersión del desbordamiento, lo que se traduce en un menor arrastre de aire (Jain A.K. *et al.,* 1978)[11]. En este sentido, si bien

[11] Jain, A. K., Garde, R. J., and Ranga Raju, K. G. (1978). "Air entrainment in radial flow towards intakes." Journal of the Hydraulics Division, 104(9), 1323–1329.

las concentraciones de sólidos en suspensión máximas sin válvula verde pueden llegar hasta 400 a 450 mg/l, con el empleo de la válvula las concentraciones máximas serían de entre 130 a 166 mg/l y posteriormente, experimentarán un decaimiento considerable por los procesos de advección de las corrientes.

El resultado de la modelación de transporte de sedimentos por el **método por inyección (Jetting),** arrojó que la pluma de sedimento no será mucho mayor que la que se presentará durante el zanjeo por succión, a pesar de que el volumen de sedimento será el mismo que quede en resuspensión en el agua (138 m^3 por minuto de material licuado). Esto se debe principalmente a que la emisión será en el fondo a partir de los 60 metros de profundidad, donde las corrientes son de menor energía, alcanzando a depositarse rápidamente los sedimentos más gruesos como arenas. Los sedimentos más finos a estas profundidades permanecerán por más tiempo en resuspensión, sin llegar a alcanzar la zona fótica (zona iluminada del mar).

Bajo el contexto anterior, el impacto a la calidad de la columna de agua por la resuspensión de sedimentos **no será significativa** por su temporalidad, por los tipos de métodos constructivos que se realizarán, así como por el empleo de la válvula verde. Así bien, con los dos métodos de instalación del ducto, las partículas más gruesas como son las arenas precipitarán rápidamente en las inmediaciones del trazo del gasoducto, mientras que las partículas más finas aunque quedarán en mayor tiempo de resuspensión, en cuestión de 24 horas las concentraciones de STT empezarán a ser similares a las condiciones iniciales.

Cabe mencionar que, si bien, se reporta la presencia de metales en agua y sedimento, los cuales reflejaron, en general, la influencia de las descargas epicontinentales en la proximidad de la costa, así como las diversas actividades industriales y domesticas en la región, durante la resuspensión de sedimentos, **no** se prevé como consecuencia una liberación de metales a la columna de agua, ya que los metales tienden a estar presentes como iones metálicos libres en condiciones óxicas/ácidas o se precipitan junto con el sedimento en condiciones anóxicas/alcalinas, y dado que en el área de proyecto se presenta un pH promedio de 7.87 ± 0.06 habría una retención de los metales en los sedimentos o bien en el material particulado que se encuentra presente en el área del proyecto.

V.5.1.2. Modificación de la calidad de la columna de agua marina por fuga incidental durante carga de combustible.

Las embarcaciones que serán utilizadas para el proyecto, llevarán el combustible suficiente de acuerdo a la planeación de sus actividades, solo en caso de ser necesario, se requeriría el apoyo de embarcaciones menores para cargar nuevamente de combustible, por lo que solo en este caso, se pudiera presentar una fuga accidental de combustible que pudiera contaminar la columna de agua, reiterando que la carga solo será ante un imprevisto, lo cual reduce considerablemente la posibilidad de que se produzca una fuga y **puede ser prevenido en todo momento.**

En tal sentido, el impacto a la calidad del agua por una fuga incidental de combustible resulta de **significancia irrelevante,** ya que de presentarse una fuga, sería de intensidad baja, temporal y recuperable, toda vez que el derrame puede eliminarse con la aplicación de medidas correctoras.

V.5.1.3. Modificación de la calidad de la columna de agua marina por la actividad de prueba hidrostática

La calidad del agua marina será modificada temporalmente por la prueba hidrostática, ya que se utilizará agua de mar a la cual se le adicionará un colorante e inhibidor de corrosión, para confirmar la integridad del gasoducto antes de iniciar operaciones, y posteriormente será regresada al mar, siendo un impacto de **significancia moderada**, ya que la dilución que se producirá una vez vertida al mar y con el apoyo de difusores, solo se modificará temporalmente la calidad de la columna de agua.

Además de que la calidad del agua solo se verá afectada temporalmente, cabe mencionar que el inhibidor de corrosión[12] que será utilizado para el proyecto, fue formulado utilizando inhibidores de amina a base de imidazolina para que pueda ser devuelta al mar sin presentar efectos nocivos a la biota marina.

[12] CRONOXTM CRW3448 Pipeline Hydrotest Inhibitor Cocktail.

V.5.2. Modificación de la calidad del aire

La modificación de la calidad del aire se suscitará durante la instalación del gasoducto, ya que será necesario el apoyo de embarcaciones y maquinaria, las cuales durante su funcionamiento emitirán gases de combustión.

Las emisiones de gases de combustión dependen de diversos factores como son: el tipo de embarcación, motor, combustible utilizado, velocidad y las distancias recorridas[13], particularmente, las emisiones son directamente proporcionales al consumo de combustible. En cuanto a la velocidad de las embarcaciones, la bibliografía señala que un aumento de consumo de combustible, se traduce en un aumento de las emisiones a la atmósfera, y el incremento de la velocidad del buque supone un aumento elevado de gasto de combustible.[14] En tal sentido, durante la instalación del gasoducto, las embarcaciones llevarán el combustible suficiente de acuerdo a la planeación de sus actividades, lo que permitirá mantener la velocidad de la embarcación constante y evitar fluctuaciones en el consumo de combustible que se traduzcan en un aumento de las emisiones a la atmósfera.

Asimismo, las emisiones de gases se generarán en los sitios puntuales donde operarán las embarcaciones y maquinaria, y estarán sujetas a la duración de las actividades, por lo que las emisiones serán temporales y cesarán una vez terminados los trabajos. Por otro lado, las emisiones se generarán en áreas abiertas, lo que hace que el efecto del viento sea dinámico permitiendo la dispersión de los gases de combustión rápidamente, por lo que serán de baja intensidad y de rápida recuperación tras el cese de las actividades.

Por lo anterior y de acuerdo con los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud, se tiene que este impacto resulta **no significativo**.

[13] Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), 2018. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte: Directrices técnicas para la actualización del inventario nacional mexicano de emisiones de buques, Montreal, Canadá, 34 pp.

[14] González-Cancelas, N., Soler-Flores, F., Orive, A., Camarero-Orive, A. (2013) Transporte marítimo y medio ambiente: las implicaciones de las SECAS y las ECAS. Revista Transporte y Territorio Nº 8, Universidad de Buenos Aires. pp. 138-156.

V.5.3. Modificación del confort sonoro

Al igual que el impacto anterior, la modificación del confort sonoro se suscitará durante la instalación del gasoducto, ya que será necesario el uso de embarcaciones y maquinaria, las cuales durante su funcionamiento emitirán ruido.

El ruido será percibido tanto por las personas dentro o cercanas a las embarcaciones, como por la fauna marina que se encuentre en el sitio durante las actividades para la instalación del gasoducto.

Se prevé que el ruido derivado de la maquinaria (dentro de las embarcaciones) oscile entre 93 a 100 dB[15], no obstante, esto ocurrirá sólo en el punto de generación como una emisión puntual y se dispersará conforme se aleje del sitio, siendo tolerable (82dB) a una distancia aproximada de entre 10 a 20 metros[16].

En el fondo marino la intensidad del ruido depende de la cantidad y dureza del sedimento a remover, así como de la velocidad de las embarcaciones, por lo que se prevé que el ruido oscile entre 163 a 175 dB[17], siendo este último el caso más ruidoso, ya que contempla el ruido que se genera por la fracturación y remoción de rocas, por lo que durante la instalación del gasoducto, se prevé que no exceda este límite, ya que el fondo marino está constituido principalmente de arcillas, limo y arenas, y en los sitios donde no se pueda realizar el zanjeo, se realizará la actividad de enrocamiento.

Cabe mencionar que de acuerdo con CEDA (2011)[18] el ruido submarino que se provoca por actividades constructivas en el medio marino como son dragados o aperturas de zanja, son de baja intensidad y frecuencia, en comparación con otras actividades que generan ruido en el medio marino, como por ejemplo el uso de explosivos (272 dB-287 dB). De acuerdo con Stone,

[15] Tomando como referencia el ruido provocado por una grúa (93-100) Fuente: Comunidad de Madrid 2012. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid, España.
[16] Mosquera, G. J. 2003. Base de datos de niveles de ruido de equipos que se usan en la construcción, para estudios de impacto ambiental. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile.
[17] World Organisation of Dredging Associations (WODA), 2013. Technical Guidance on: Underwater Sound in Relation to Dredging. The Netherlands.
[18] Central Dredging Association (CEDA) Underwater Sound In Relation to Dredging. The Netherlands.

E. (2000)[19], Blickley, J. y Patricelli, G. (2010)[20] las especies varían ampliamente en su capacidad para tolerar el ruido introducido y pueden exhibir respuestas muy diferentes a entornos acústicos alterados, y de acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012)[21], no existen aún datos acerca de cómo la mayoría de la fauna marina percibe la sonoridad; no obstante, el estudio ofrece una revisión de los niveles de exposición sonora que producen daños a peces y vertebrados marinos, en donde se puede observar que los niveles de ruido que se provocarán durante la instalación del ducto serán menores.

Tabla V.11 Estima de valores pico y de nivel de exposición sonora (SEL) que causan impactos en peces y otros vertebrados. Tabla traducida de Duncan y McCauly (2009) realizada con base en datos de Ketten (1995) y medidas empíricas propias de las equivalencias entre niveles máximo y SEL para explosiones submarinas. Fuente: MAAMA, 2012.

Tipo de daño	**Max** dB re 1 µPa	**SEL** dB re 1 µPa^{2}s
Mínimos daños a peces	174-180	154-159
100% mortandad en peces	>210	186
Alta incidencia de daños en vertebrados marinos	210-214	186-190

Por lo anterior y de acuerdo con los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud, se tiene que este impacto resulta **no significativo.**

V.5.4. Modificación del hábitat de bentos

Para la instalación del gasoducto, se realizará zanjeo (por succión o inyección), se colocará el ducto y en polígonos específicos se llevará a cabo el vertimiento de sedimento succionado. La colocación del ducto en el fondo marino ocupará un área de afectación de un metro de ancho de toda la plataforma continental, donde en el sustrato marino a lo largo de la trayectoria del ducto quedará una estructura rígida, la cual quedará inmersa en el fondo y solo quedará la curvatura del ducto sobre el nivel natural del fondo. En algunas porciones de la trayectoria el ducto será cubierto por un enrocamiento.

[19] Stone, E. 2000. Separating the noise from the noise: A finding in support of the “Niche Hypotesis”, That birds are influenced by human-induced noise un naturak habitars. 13 Anthrozoos 225-231.
[20] J. Blickley; Patricelli, G. 2010. Impacts of antropogenic noise on wildlife: Research priorities for the development of standards and mitigation. Journal of international Wildlife Lar & Policy, 13:274-292.
[21] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012). Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. 146 pp.

Debido a la alta dinámica del medio marino se espera que en la mayor parte del ducto finalmente vuelva a quedar cubierto por los sedimentos de origen terrígeno, generándose una condición del fondo marino similar a la original y con condiciones propicias para el restablecimiento de la fauna bentónica.

El zanjeo en el fondo marino para la instalación del gasoducto se realizará por medio de succión e inyección. El vertimiento de sedimento succionado quedará en áreas específicas para tal fin (zonas puntuales). Lo anterior modificará temporalmente las características del fondo marino, representando un impacto ambiental de **significancia moderada.**

El impacto será temporal, ya que en el área del proyecto los sedimentos que predominan son los terrígenos (arenas, limos y arcillas) y una vez instalado el gasoducto y realizada la actividad de vertimiento, la dinámica de las corrientes permitirá el arrastre de sedimentos que enterrarán la tubería y dispersarán el sedimento vertido, por lo que el fondo marino tendrá condiciones similares a las iniciales.

Respecto al enrocamiento se realizará en zonas puntuales donde sea requerida la colocación de material pétreo para dar estabilidad a la tubería en el lecho marino, por lo que una vez instaladas las rocas, la fauna marina tenderá a colonizar estos elementos. Sin embargo, a futuro se tendrá una cubierta del enrocamiento por los sedimentos que se encuentran en toda la trayectoria. Si bien este enrocamiento modificará temporalmente el hábitat de la fauna bentónica, es probable que la existencia de un sustrato firme debajo de los sedimentos granulares permita el asentamiento de organismos que actualmente no encuentran condiciones para fijarse.

Por lo tanto, la afectación por el enrocamiento será puntual, previendo que será temporal y reversible, por lo que resulta **no significativo** y probablemente se tendrá una condición que favorecerá la diversidad del bentos por la incorporación de un sustrato firme.

V.5.5. Afectación a individuos bentónicos

Con la afectación al hábitat de bentos antes referida, viene asociada la afectación de la fauna bentónica, por lo que en términos de individuos, la afectación por la instalación del ducto, **no será significativa**, ya que la densidad y diversidad de organismos bentónicos a lo largo de la trayectoria es baja y se trata de individuos de especies con una amplia distribución en la plataforma continental. Una vez concluida la obra, se espera que se recuperen condiciones ambientales que permitirán la recolonización de las especies que actualmente existen.

De acuerdo con el trabajo de campo ya descrito en el Capítulo anterior, la estructura de las asociaciones de los bentos se puede relacionar, entre otros factores, con las características geológicas, sedimentológicas y químicas, y con el tamaño de partículas y la composición de los sedimentos. La composición y características granulométricas del sedimento son en este caso, además de la profundidad, factores que influyen en el patrón de distribución de los organismos. No obstante, la distribución y abundancia de la fauna bentónica también está asociada o determinada por corrientes marinas, aportación de nutrientes, calidad de la columna de agua, entre otros. Mediante el trabajo de campo se observó que a menor profundidad la diversidad de componentes bentónicos es relativamente mayor.

En la mayor parte del área que ocupará el proyecto predominan las planicies, y en ellas se registró macrofauna bentónica como son: poliquetos, cnidarios, artrópodos, nematodos, crustáceos, moluscos, equinodermos, siendo el grupo de los poliquetos y crustáceos los más predominantes, los cuales forman comunidades resilientes, por lo que, si bien se afectarán algunos organismos, tenderán a la recolonización, siendo una afectación temporal y reversible.

Por otro lado, en el tramo del gasoducto de la zona más estrecha de la plataforma continental, frente al área que ocupa el Parque Natural del Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), se encuentran algunos individuos de especies de corales de profundidad, los cuales son especies **distintas** a los corales de superficie que forman arrecifes como lo son los del PNSAV.

Como ya se discutió en el diagnóstico ambiental, esta comunidad de corales de fondo **no forma un arrecife** y está constituida por especies que no son formadoras de este tipo de ecosistemas.

Al igual que en otras áreas de la trayectoria del gasoducto, su construcción cambiará las condiciones del fondo marino, pero dado que el ducto o el enrocamiento que lo cubre, es un sustrato adecuado para la fijación de los corales de fondo, se prevé que una vez colocado el ducto se desarrolle la presencia de estos corales. Actualmente se supone que en la zona donde se distribuyen estos corales, debajo del sustrato limoso o arenoso, existe material firme que permite su fijación.

Adicionalmente, hay que reiterar que los corales de fondo encontrados no son especies que se presentan en los arrecifes superficiales, por lo tanto, no hay posibilidades de que puedan ser un reservorio de individuos que pudieran recolonizar este tipo de comunidades.

De acuerdo con lo que se ha indicado en la bibliografía, la mayor proliferación de los corales de fondo, se da en acantilados de pendientes pronunciadas[22], donde se crean áreas de oscuridad y alta turbidez, que son condiciones propicias para su desarrollo y como el proyecto estará ubicado en los límites de la plataforma continental, no tendrá repercusiones sobre las zonas donde estos corales son más abundantes. Los acantilados que se dan en el talud continental están fuera del SAR.

Bajo el contexto anterior, si bien con la instalación del ducto se provocará la afectación de los organismos bentónicos, será acotada al trazo del gasoducto, temporal y recuperable, por lo que no representará efectos negativos en el SAR.

V.5.6. Afectación a otros individuos (necton)

La fauna nectónica será susceptible de ser afectada por la instalación del ducto que involucra tanto el zanjeo, como el acarreo, alineamiento, soldadura y tendido del ducto, mediante el apoyo de embarcaciones y maquinaria por su operación.

Este impacto ambiental se supone por una posible interacción de manera temporal y circunstancial por el movimiento de embarcaciones, ya que, como es conocido, el necton que es conformado por especies móviles como son los peces, tiburones, ballenas, delfines o tortugas, que se desplazan por su propio medio en el agua y pueden ser ahuyentados por el propio movimiento y ruido de las embarcaciones.

De acuerdo con el Capítulo anterior, y derivado de la preferencia de hábitat de los mamíferos marinos que se distribuyen dentro del Golfo de México, durante el desarrollo del proyecto no se prevé interacción con especies como el cachalote, el cachalote pigmeo, el cachalote enano, el delfín de dientes rugosos y el delfín tornillo, ya que se distribuyen en la parte alta del talud a una profundidad entre 200 y 1,000 m, así como tampoco se prevé interacción con el delfín listado, ballenas picudas y delfín de Clymene, ya que su distribución es a más de 1,000 m de profundidad, ni con ballenas con barbas u orcas, ya que es raro su avistamiento en el Golfo de México. Además, el trazo del proyecto no incide en áreas potenciales de agregación (de mayor relevancia) para los cetáceos.

[22] Warner, G. F. 2005. The occurrence of black corals in Jamaica reef environments with special reference to Stichopathes lutkeni (Antipatharia: Antipathidae). Rev. Bio. Trop. Vol 53. Suppl.1:61-66

Referente a las especies delfín moteado pantropical y tonina, al igual que las tortugas marinas, las cuales prefieren aguas de menos de 200 m de profundidad y se encuentran en la parte superior del talud y la plataforma continental, su única interacción posible con el proyecto sería circunstancial, sin que ello represente una afectación a las poblaciones presentes. Debido a la baja velocidad (menor a la de un crucero) con la que se moverán las embarcaciones durante el tendido del ducto, se prevé que la probabilidad de interacción con estas especies sea baja.

Además, el proyecto no afectará sitios de anidación de tortugas, ya que no tendrá incidencia en ninguna de las playas de anidación y considera el método de Direct Pipe para no incidir en la zona de costa, además, de acuerdo con la conducta migratoria y hotsposts de las tortugas marinas, así como, considerando la naturaleza del proyecto, método constructivo y ubicación del trazo del gasoducto, el proyecto en ningún momento representará un riesgo o limitante en los patrones de migración o los sitios de relevancia de las tortugas marinas.

Por otro lado, como ya fue referido en el impacto al confort sonoro, se prevé que el ruido que será provocado durante la instalación del gasoducto será de baja intensidad y frecuencia, además de que será temporal, por lo que, con base en lo anterior, este impacto ambiental resulta **no significativo**.

V.6. Conclusiones

Dada la naturaleza del proyecto, la cual trata del emplazamiento de un ducto para el transporte de gas natural en el fondo del medio marino, no tendrá afectaciones al ambiente durante su operación y mantenimiento, así como tampoco durante la preparación del sitio, ya que solo considera el ahuyentamiento de fauna marina, por lo que las afectaciones se presentarán solo en la etapa de construcción, donde se requerirán realizar diversas actividades para la instalación del ducto.

Por lo expuesto en este Capítulo, y derivado de las obras y actividades que se pretenden desarrollar con el proyecto, se determinó que los procesos ambientales y algunos componentes en el SAR no serán afectados por el proyecto, tales como son: los arrecifes superficiales pertenecientes a los Sistemas Arrecifales Lobos Tuxpan y Veracruzano, la línea de costa, flora marina o paisaje, por los métodos constructivos que se contemplan.

El método de Direct Pipe será utilizado para emplazar el gasoducto sin afectar la línea de costa y el tendido del ducto en el fondo marino no implicará una interrupción del proceso de evolución de la zona costera, ni de las corrientes hidrológicas, así como tampoco será visible, por lo que no representará una modificación en la calidad visual del paisaje, ni representará en ningún momento una barrera física que impida el libre tránsito y desarrollo de especies marinas.

Cabe señalar que, si bien, el trazo del proyecto se emplazará en Regiones Marinas Prioritarias, por su ubicación (medio marino) y métodos de construcción, de ninguna forma afectará los componentes y/o procesos que dan funcionalidad e integridad ambientales de los ecosistemas asociados al medio terrestre (playas de anidación, manglares, dunas costeras, humedales, etc.). Tampoco representará un riesgo o comprometerá la funcionalidad de los ecosistemas marinos como praderas de pastos o arrecifes de coral.

En este sentido, con la identificación de las actividades que generarán impactos ambientales y los componentes ambientales que serán susceptibles de afectación, se reconocieron una serie de impactos ambientales, y mediante la metodología seguida, ampliamente reconocida en materia de evaluación de impactos ambientales, resultaron impactos de significancia moderada, irrelevante y no significativa.

Por lo anterior, ningún impacto ambiental será significativo como lo establece la Fracción IX del Artículo 3° del REIA, por la dinámica que existe en el medio marino, donde las corrientes y resiliencia de los organismos marinos permitirán que las modificaciones que se presentarán por el proyecto sean temporales y reversibles, por lo que las obras y actividades del proyecto **no** ocasionarán un cambio en el funcionamiento y estructura del SAR, y ninguno comprometerá la continuidad de los procesos naturales que se desarrollan en él.

Así bien, la modificación de la calidad de la columna agua por resuspensión de sedimentos durante la instalación del gasoducto, por el agua a utilizar en la prueba hidrostática o por fuga incidental de combustible, será temporal, reversible y recuperable.

Por otro lado, a pesar de que con la instalación del gasoducto se afectarán individuos bentónicos en ningún momento se comprometerán sus poblaciones. La macrofauna bentónica identificada en el área del proyecto, siendo los poliquetos y crustáceos los más predominantes, forman comunidades resilientes, por lo que, si bien se afectarán algunos organismos, tenderán a la recolonización, siendo una afectación temporal, reversible y recuperable.

Aunque el emplazamiento del gasoducto modificará el hábitat de la fauna bentónica, será temporal, ya que en el área del proyecto los sedimentos que predominan son los terrígenos (arenas, limos y arcillas) y una vez instalado el gasoducto, la dinámica de las corrientes permitirá que la tubería sea enterrada y el fondo marino quede de manera similar a las condiciones iniciales.

Así mismo, si bien se identifican individuos de coral de fondo que serán afectados de manera temporal, los cuales no son especies formadoras de estructuras arrecifales, se contempla la actividad de enrocamiento, lo que podrá brindar condiciones para el posterior establecimiento de estos y otros organismos, ya que proveer de un sustrato duro como el del material pétreo, puede beneficiar creando áreas de oportunidad para los organismos sésiles como son los corales de fondo y esponjas.

Por otro lado, si bien en el área del proyecto pudiera presentarse fauna nectónica, su única interacción posible con el proyecto sería circunstancial, sin que ello represente una afectación a las poblaciones presentes, y derivado de la naturaleza del proyecto, ubicación, técnicas y proceso constructivo, se previene la afectación tanto de los peces óseos como mamíferos marinos y sus movimientos migratorios.

Bajo el contexto anterior, y dado que el gasoducto ocupará de manera permanente solo un metro de ancho de toda la plataforma continental, el único impacto residual será la modificación del hábitat de bentos y solo se identificaron tres impactos acumulativos: modificación de la calidad de la columna de agua marina (por el zanjeo), afectación a individuos bentónicos y afectación a otros individuos (necton), sin que ninguno de ellos sea significativo, ya que no se ajustan a los supuestos establecidos como impacto significativo, por lo que no comprometerán la continuidad de los procesos naturales que se desarrollan en el SAR. No obstante, independientemente de la significancia de los impactos evaluados, se implementarán medidas que se detallan en el Capítulo VI.

Sin menoscabo de lo anterior, cabe señalar que este proyecto se propone para el transporte de gas natural mediante ducto marino, por lo que, además de que se prevendrá el uso de embarcaciones para transportar gas natural al territorio mexicano, con este hidrocarburo se minimizará el consumo de combustibles como los hidrocarburos, carbón, petróleo, para la producción de energía y, con ello, se mitigarán las emisiones de gases efecto invernadero (GEI)

a la atmósfera. Además de que las emisiones con el uso de este combustible son menores por lo siguiente[23]:

- La pureza del gas natural lo hace apropiado para su empleo con tecnologías más eficientes como son: la generación de electricidad mediante ciclos combinados, la producción simultánea de calor y electricidad mediante sistemas de cogeneración, climatización mediante dispositivos de compresión y absorción.
- Tiene menores emisiones de gases contaminantes (SO_2, CO_2, NOx y CH_4) por unidad de energía producida.
- El gas natural como cualquier otro combustible produce CO_2; sin embargo, debido a la alta proporción de hidrógeno-carbono de sus moléculas, sus emisiones son un 40-50% menores que las del carbón y un 25-30% menores que las de gasolinas.
- La propia composición del gas natural genera dos veces menos emisiones de NOx que el carbón y 2.5 veces menos que las gasolinas.
- El gas natural se caracteriza por la ausencia de cualquier tipo de impurezas y residuos, lo que descarta cualquier emisión de partículas sólidas, hollines, humos, etc., y además permite, en muchos casos, el uso de los gases de combustión de forma directa (cogeneración) o el empleo en motores de combustión interna.

[23] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gas Natural y Medio Ambiente. Consultado en: https://energia.gob.es/gas/Gas/Paginas/gasnatural.aspx#:~:text=El%20gas%20natural%20es%20el,en%20la%20fase%20de%20utilizaci%C3%B3n.

MIA-R
Gasoducto Extensión Sureste
“Etapa II”

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.





CAPÍTULO VI

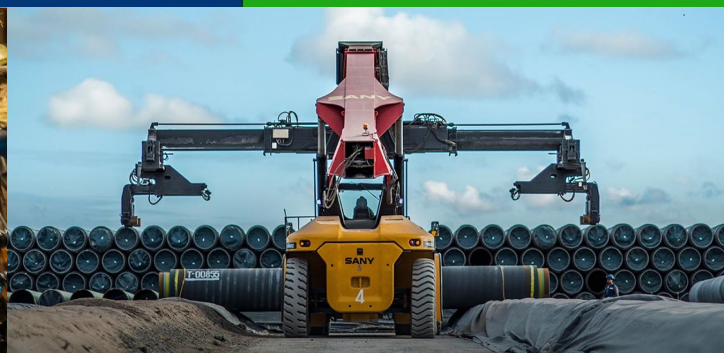
ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)







INDICE

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 3

VI.1. Introducción _____ 3

VI.2. Plan de Vigilancia Ambiental _____ 3

VI.2.1. Objetivos del PVA..... 7
VI.2.2. Metas y alcances del PVA 7
VI.2.3. Ejecución y supervisión del PVA 7
VI.2.4. Programa ambiental 8
VI.2.5. Medidas Adicionales 9
VI.2.6. Programa de Monitoreo y Seguimiento Marino..... 11

VI.3. Estrategias de instalación del ducto marino para la protección del ambiente. _____ 12

VI.4. Mejora continua _____ 13

VI.5. Jerarquización _____ 13

VI.6. Conclusiones _____ 15

TABLAS

Tabla VI-1 Medidas preventivas, de mitigeción y/o compensación propuestas para el proyecto..... 5
Tabla VI-2 Acciones constructivas de prevención. 12
Tabla VI-3 Tipo de medidas propuestas en el PVA del proyecto..... 14

FIGURAS

Figura VI-1 Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental del proyecto. 4

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VI.1. Introducción

Al realizar la **Evaluación de Impacto Ambiental** se estiman los efectos negativos que el desarrollo de un proyecto trae consigo hacia el ambiente. A partir de esta estimación, los impactos ambientales identificados deberán evitarse o reducirse al mínimo posible a través de la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias de acuerdo con el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), buscando primordialmente la prevención de los impactos ambientales, para asegurar la mínima afectación, dando preferencia a evitar el impacto, sobre la reducción o compensación.

En relación a lo anterior, y una vez que se han identificado y evaluado los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, los cuales en su mayoría resultaron ser “No significativos o Irrelevantes”, en el presente Capítulo se describen las medidas preventivas y de mitigación, asociadas directamente a la atención de cada uno de ellos, las cuales se integran en el denominado **Plan de Vigilancia Ambiental (PVA).**

VI.2. Plan de Vigilancia Ambiental

El **Plan de Vigilancia Ambiental,** establece los parámetros para el seguimiento de la correcta ejecución de todas las acciones y medidas ambientales diseñadas para atender los impactos ambientales previstos a generar por el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas y, de esta forma, asegurar un desempeño ambiental adecuado durante la vida útil del proyecto, facilitando la generación de información confiable sobre el impacto real.

El **PVA** del proyecto está conformado por un *Programa Ambiental* (el cual conjunta varias medidas ambientales implementadas bajo un protocolo específico y con un seguimiento basado en indicadores ambientales), por *Medidas Adicionales*, acciones que, al no requerir una metodología específica para su implementación, se abordan como medidas independientes, y por un *Programa de Monitoreo,* el cual está diseñado para verificar la conservación y mantenimiento de diferentes componentes ambientales y la dispersión efectiva de los impactos potenciales a generar. En la siguiente figura se muestra la estructura del Plan de Vigilancia Ambiental.

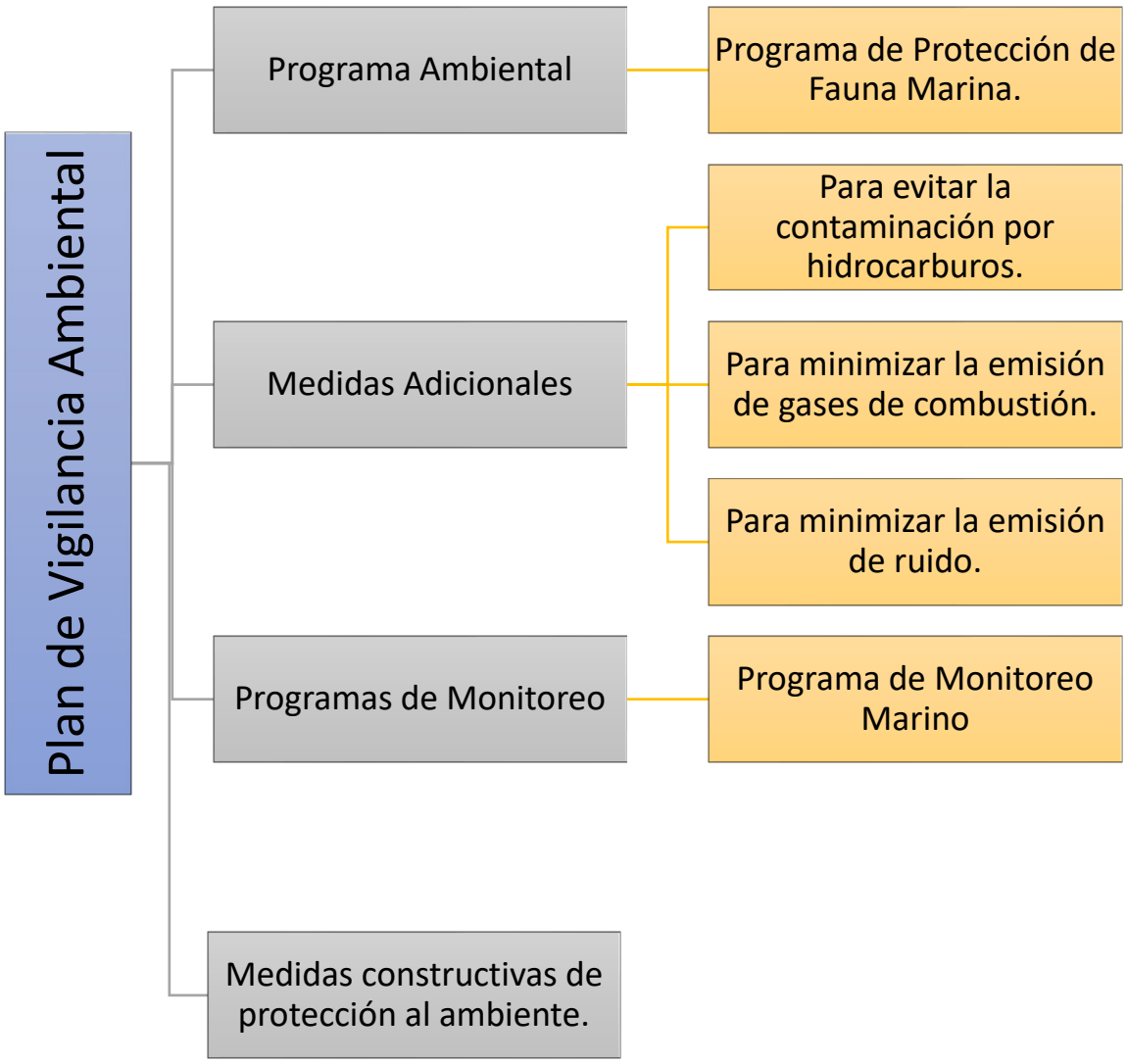


Figura VI-1 Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental del proyecto.

Conforme a la figura anterior, en la siguiente tabla se enlistan las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación contenidas en los programas ambientales y medidas adicionales, así como los impactos ambientales a los que se han dirigido.

Tabla VI-1 Medidas preventivas, de mitigación y/o compensación propuestas para el proyecto.

Componente	Factor ambiental	Impacto ambiental	Medida propuesta	Programa o medida adicional
Columna de agua marina	Calidad	Modificación de la calidad de la columna de agua marina	Incorporación de válvula verde en los cabezales de buques de dragado.	Programa de Monitoreo Marino.
			*Muestreos de parámetros básicos de calidad de agua durante la instalación del ducto, hasta la dispersión del impacto.	
			Mantenimiento preventivo de embarcaciones y equipos de combustión interna, y cumplimiento de los protocolos de funcionamiento de las embarcaciones de acuerdo a los lineamientos establecidos por ASIPONA, SEMAR y las reglas del Convenio MARPOL.	Medidas adicionales para evitar la contaminación por hidrocarburos.
			Uso de equipo y aplicación de protocolo para atención a derrames accidentales de hidrocarburos y posibles derrames de aceite hidráulico del ROV (Vehículo Operado Remotamente).	
			Sustitución de embarcaciones y equipo de combustión interna si presentan frecuentes fallas mecánicas que puedan generar fugas de hidrocarburos.	
Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire.	Verificar frecuentemente cada que sea necesario , previo a su funcionamiento, el correcto funcionamiento de los motores de las embarcaciones.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de gases de combustión.
			Sustitución de embarcaciones con emisiones en caso de estar fuera de norma.	
			Mantenimientos preventivos periódicos a embarcaciones y equipo de combustión interna, y cumplimiento de los protocolos de funcionamiento de las embarcaciones de acuerdo a los lineamientos establecidos por ASIPONA, SEMAR y las reglas del Convenio MARPOL.	
	Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	Mantenimientos preventivos periódicos a embarcaciones y equipo de combustión interna, y cumplimiento de los protocolos de funcionamiento de las embarcaciones de acuerdo a los lineamientos establecidos por las ASIPONA, SEMAR y las reglas del Convenio MARPOL.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de ruido.
			Prohibición de fuentes innecesarias de ruido.	
Fauna marina Fauna marina	Hábitat	Modificación del hábitat de bentos	Disminución de la pluma de sedimentos mediante la incorporación de la válvula verde.	Programa de Monitoreo Marino.

Componente	Factor ambiental	Impacto ambiental	Medida propuesta	Programa o medida adicional
	Biodiversidad	Afectación a otros individuos	Ahuyentamiento de fauna marina previo a la instalación del ducto.	Programa de Protección de Fauna Marina.
			Disminución de la pluma de sedimentos mediante la incorporación de la válvula verde.	
			Avistamientos y ahuyentamiento de fauna marina (mamíferos marinos y tortugas) mediante especialistas a bordo de embarcaciones (aplicación de protocolos).	
			Establecer velocidad para embarcaciones de aguas profundas y someras que no formen parte del tendido de tubería.	
			Incorporación de cadenas cosquilleras en los buques de dragado para ahuyentar a las tortugas.	
			Capacitación al personal para la protección de la fauna marina.	
		Afectación a individuos bentónicos	* Monitoreo de colonización en las zonas del enrocamiento del ducto, por tres años.	Programa de Monitoreo Marino
			*Monitoreo de composición biótica en el área del proyecto, durante dos temporadas al año (lluvias y secas o estiaje).	

* Las estrategias de monitoreo si bien no previenen, mitigan ni compensan impactos ambientales, ayudarán a verificar el tiempo y forma de dispersión de los impactos temporales.

VI.2.1. Objetivos del PVA

Los objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

- Prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales previstos a generar por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.
- Asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos, ordenamientos y normas ambientales vigentes aplicables al proyecto.

VI.2.2. Metas y alcances del PVA

El PVA tiene como meta establecer las estrategias, acciones y mecanismos necesarios que permitan atender los impactos ambientales identificados, a través de medidas específicas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos durante las diferentes etapas del proyecto.

De acuerdo con los objetivos planteados, el PVA tiene como alcance establecer todas las acciones necesarias para dar atención y seguimiento a los impactos ambientales, así como proteger los componentes ambientales para prevenir los impactos, cuando esto sea posible, por lo que la ejecución del PVA será en la totalidad del área del proyecto, durante cada una de sus etapas, e involucrará a todo el personal implicado en el desarrollo del proyecto, ya que indirectamente pueden generar impactos asociados.

VI.2.3. Ejecución y supervisión del PVA

Para asegurar que se implementará el PVA, la promovente designará a un profesional como *Responsable ambiental*, quien tendrá la función de coordinar y asegurar la ejecución de las estrategias de acción, y que se recaben e informen sistemática y continuamente los datos y la información que permita evaluar la eficiencia de las medidas propuestas.

Por otra parte, se llevará a cabo la supervisión del PVA con la finalidad de visualizar el tipo de atención que se le dará a cada uno de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, para garantizar que la aplicación de las medidas propuestas, así como el alcance de las metas y objetivos de los programas ambientales, se cumplan.

De esta forma, se designará a un(os) **supervisor(es) ambiental (es)**, estratégicamente en cada frente de trabajo, quien actuará de forma autónoma a la promovente para vigilar y evaluar continuamente la correcta ejecución del PVA, siguiendo los lineamientos establecidos en los programas ambientales y sus indicadores, y la legislación ambiental vigente aplicable al

proyecto durante su desarrollo. Dicho supervisor, contará con un amplio conocimiento y experiencia en seguimiento a los aspectos ambientales, para identificar oportunamente deficiencias en la aplicación de las medidas, y comunicarlo a la promovente para que realice los ajustes o se modifiquen los procedimientos de ejecución para alcanzar el resultado esperado.

VI.2.4. Programa ambiental

Es un procedimiento que integra varias medidas ambientales que serán aplicadas bajo protocolos específicos, siguiendo objetivos y metas claras, que tendrán un seguimiento basado en indicadores ambientales.

Para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales identificados para la fauna marina se propone el siguiente programa.

VI.2.4.1. Programa de Protección de Fauna Marina

El Programa de Protección de Fauna Marina es la herramienta de protección y conservación tendiente a prevenir y disminuir las afectaciones a la fauna marina que pudiera estar presente en el área del proyecto, y para ello se establecen protocolos técnicos para la implementación de las medidas que ayudarán a la supervivencia y continuidad de la fauna en función de los impactos ocasionados por el desarrollo del proyecto.

El Programa de Protección de Fauna Marina tiene como objetivo general establecer acciones y medidas encaminadas a prevenir y mitigar los impactos sobre los organismos de fauna marina susceptibles de afectación y que pudieran encontrarse en el área del proyecto.

Para cumplir con los objetivos del programa se implementarán las siguientes acciones y medidas de protección.

- Ahuyentamiento de fauna marina con capacidad de desplazamiento.
- Disminución de la pluma de sedimentos mediante la incorporación de la válvula verde durante zanjeo con draga por succión.
- Uso de cadenas cosquilleras en las cabezas de las dragas durante el tendido del ducto.

- Aseguramiento de velocidad baja para embarcaciones de aguas profundas y someras, que no formen parte del tendido del ducto.
- Establecimiento de restricciones en horarios de construcción cerca de la costa.
- Capacitación del personal para la protección de la fauna marina.

En cuanto a la fauna marina, los organismos bentónicos, por su incapacidad de movilidad y/o por su limitada capacidad de desplazamiento, son más susceptibles de afectación por acciones antropogénicas o emergencias ambientales, en cuanto a los nectónicos, por su rango de desplazamiento su riesgo es menor, pero pudieran encontrarse en algún momento en el área del proyecto, por lo que dentro de las acciones de conservación y protección descritas en el Programa de Protección de Fauna Marina (descrito en el Anexo VI.1) se consideran especialmente estos dos grupos.

VI.2.5. Medidas Adicionales

Las medidas adicionales son acciones puntuales que ejecutará la promovente para prevenir y mitigar los impactos ambientales que se prevén por el desarrollo del proyecto, pero que no requieren un programa ambiental específico para su implementación. A continuación, se describen las medidas adicionales que serán implementadas para el proyecto.

VI.2.5.1. Medidas para evitar la contaminación por hidrocarburos

Para prevenir y minimizar el riesgo de contaminación en la columna de agua, ante un derrame accidental de hidrocarburos por las embarcaciones y equipo de combustión interna, o ante un derrame accidental de aceite hidráulico del ROV se proponen las siguientes medidas.

- Cuando se requiera mantenimientos preventivos y/o correctivos de embarcaciones y equipo de combustión interna en el área marina, se llevarán a cabo aplicando las mejores prácticas de seguridad y medio ambiente para evitar contaminación en el mar, de acuerdo con los protocolos de operación de las embarcaciones, atendiendo en todo momento los lineamientos que establezca la SEMAR, ASIPONA, y las reglas del Convenio MARPOL. En caso de requerir un mantenimiento mayor que represente un riesgo a las medidas de seguridad y prevención de contaminación ambiental, la embarcación podría trasladarse a las instalaciones portuarias mas cercanas.

- Realizar el mantenimiento preventivo y periódico de las embarcaciones y equipos de combustión interna.

- Se considerarán las contratistas que cuenten con los protocolos de atención a emergencias de derrames de hidrocarburos provenientes de sus propias embarcaciones.

Cabe señalar que las embarcaciones con quienes se establecerán los contratos deberán cargar los combustibles en los puertos de acuerdo a su plan de trabajo. Ante un eventual requerimiento adicional de combustible, este deberá ser proporcionado por embarcaciones debidamente autorizadas y observando los protocolos necesarios para atender una contingencia de acuerdo a lo establecido por la SEMAR, ASIPONA y Convenio MARPOL, .

VI.2.5.2. Medidas para minimizar la emisión de gases de combustión

Las emisiones de gases de combustión hacia el ambiente ocasionados por la operación de motores durante la instalación del ducto, producirá inevitablemente una modificación temporal en la calidad atmosférica; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones causadas por las embarcaciones y equipos de combustión interna, se proponen las siguientes medidas para minimizar la cantidad emisiones de gases de combustión hacia la atmósfera:

- Verificar frecuentemente de acuerdo al plan de mantenimiento , antes de su operación, el correcto funcionamiento de las embarcaciones y equipo de combustión interna.

- De acuerdo al programa de mantenimiento las embarcaciones contarán con una revisión técnica que avale su buen funcionamiento.

- Sustituir las embarcaciones que, de acuerdo a la revisión diaria y el mantenimiento preventivo, generen emisiones de gases de combustión fuera de la normatividad aplicable, sin embargo los programas de mantenimiento de las embarcaciones cumplen con los requerimientos y normativas nacional e internacional lo cual minimiza la posibilidad de sustituir una embarcación durante la etapa constructiva del proyecto.

- Realizar un mantenimiento preventivo periódico a las embarcaciones y equipo de combustión interna.

VI.2.5.3. Medidas para minimizar la emisión de ruido

Las emisiones de ruido hacia el ambiente ocasionadas por la operación de motores, durante la instalación del ducto, producirán una modificación temporal del confort sonoro; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones de ruido, se proponen las siguientes medidas para minimizar el ruido al ambiente.

- Las sirenas y alarmas serán utilizadas por las embarcaciones en casos de emergencia y durante el movimiento de anclaje, con el fin preventivo y de seguridad del personal de acuerdo con el protocolo de seguridad de la promovente, evitando fuentes de ruido innecesarias.

- Se realizará un mantenimiento preventivo periódico a las embarcaciones y equipo de combustión interna, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de ruido.

VI.2.5.4. Manejo de residuos

Las actividades para la instalación del ducto se realizarán a través de prestadores de servicios a cargo de las embarcaciones, los cuales, en todo momento, deberán cumplir con los lineamientos, protocolos y autorizaciones de la SEMAR y las administraciones portuarias (ASIPONA), atendiendo también las reglas del Convenio de MARPOL (Convenio Internacional para prevenir la contaminación al medio marino por buques), por lo que al operar sus embarcaciones se harán cargo del manejo de los diferentes tipos de residuos que generen durante su operación (sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos, aguas residuales, etc.). Los residuos serán almacenados temporalmente en las áreas de los buques destinadas para ello, donde se garantizará su retención a bordo, para su posterior disposición en sitios e instalaciones terrestres previa autorización de las autoridades correspondientes.

VI.2.6. Programa de Monitoreo y Seguimiento Marino

El Programa de Monitoreo y Seguimiento Marino del proyecto está diseñado para verificar y monitorear las condiciones de los componentes ambientales con los que interactuará el proyecto, así como para mostrar la dispersión efectiva de los impactos potenciales a generar y que no pueden ser prevenibles o mitigables.

Este Programa contribuirá tanto a la generación de información respecto de la calidad del agua marina, como al seguimiento en la composición y permanencia de la macrobiota bentónica en

el área de enrocamiento del ducto, ambos para dar seguimiento durante el proceso de instalación y tendido del ducto y posterior a éste por un periodo de tiempo determinado.

Para efecto de lo anterior, en el programa de monitoreo (descrito en el **Anexo VI.2**), se recabarán y registrarán datos que serán analizados para evaluar las condiciones actuales de la calidad del agua y dar seguimiento a los cambios, e igualmente recabará información al respecto de la fauna bentónica en el área de enrocamiento, contribuyendo así a generar información que permitirá analizar los cambios asociados a la incorporación del proyecto.

De acuerdo a las características del proyecto, y los impactos potenciales a generar, se consideran dos tipos de monitoreo:

- Monitoreo de la calidad del agua marina.
- Monitoreo de la macrofauna bentónica en el área de enrocamiento del ducto.

En este sentido, el Programa de Monitoreo y Seguimiento Marino tiene como objetivo general conocer y dar seguimiento a las fluctuaciones, modificaciones o cambios en la calidad del agua y en la composición biótica del área de enrocamiento, durante la instalación del ducto y hasta la dispersión de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto.

VI.3. Estrategias de instalación del ducto marino para la protección del ambiente.

El presente apartado considera una serie de estrategias a tomar en cuenta para la instalación del ducto (ya descritas en el Capítulo II), con la finalidad de proteger los componentes ambientales, las cuales se enlistan a continuación.

Tabla VI-2 Acciones de prevención durante la instalación del ducto.

Acciones de instalación del ducto para protección.
Apertura de zanjas mediante la técnica de zanjeo por Jetting en zonas profundas.
Apertura de zanjas mediante succión para áreas cercanas a la costa y evitar revolver sedimentos en áreas poco profundas, sedimentos que posteriormente se vertieran en polígonos autorizados por la SEMAR.
Incorporación de la válvula verde en los cabezales de embarcaciones de draga para minimizar la pluma de sedimentos durante las actividades de zanjeo por succión.
Protección y estabilización del ducto, en zonas determinadas, mediante enrocamiento. A futuro, el enrocamiento será un hábitat potencial para el establecimiento de diversas especies.

La selección de la técnica de zanjeo por “Jetting” se eligió específicamente para zonas profundas, donde los sedimentos son más pesados debido a la presión del agua, por lo que se decantarán de una forma más eficaz en la misma zona, evitando su extracción y el utilizar áreas adicionales para su disposición.

En el caso de la técnica de zanjeo por succión, se seleccionó para áreas poco profundas donde los sedimentos son más livianos y por las corrientes y la baja presión del agua se dispersan modificando la calidad del agua, pero al incorporar la válvula verde durante el zanjado por Jetting lo cual espera minimizar la pluma de dispersión y el aumento de turbidez, ya que los individuos bentónicos presentes en áreas menos profundas tienen requerimientos mayores de penetración de luz.

Finalmente, si bien las actividades de enrocamiento, descritas en el Capítulo II, tienen el objetivo de dar estabilidad y protección al ducto, a futuro serán un atrayente para la fauna y será un hábitat para el establecimiento de diversas especies, lo cual podrá ser monitoreado (ver **Anexo VI.2**).

VI.4. Mejora continua

Con la finalidad de identificar medidas ambientales que se puedan mejorar y/o corregir, el personal técnico especializado encargado de la aplicación de las medidas, en conjunto con el responsable ambiental y el supervisor ambiental del proyecto, deberán identificar opciones de mejora, las cuales tendrán claramente identificados los siguientes puntos:

- Identificación de dificultades o impedimentos para la correcta implementación del programa o medida adicional.
- Propuesta de mejora y/o modificación del programa o medida adicional.

VI.5. Jerarquización

Tal y como se ha desarrollado en este Capítulo, las medidas propuestas se clasifican en medidas preventivas, de mitigación y/o compensación de los impactos ambientales. Si bien la aplicación de cada una de ellas está dada por la remediabilidad de los impactos a los que van dirigidos, en primera instancia se considerará la aplicación de las estrategias preventivas como primera opción, puesto que son factibles desde el punto de vista ambiental, económico y logístico.

Una vez que se implementen y analicen las estrategias preventivas, en caso de ser necesario, se optará por medidas de mitigación que ayudarán a reducir o minimizar el impacto normalmente con un mayor costo de aplicación, pero aun factibles desde el punto de vista logístico y con una repercusión ambiental.

En cuanto a las estrategias de compensación, solo serán usadas en el caso de que un impacto ambiental ocasionado por el desarrollo del proyecto no pueda ser prevenible ni mitigable, ya que considera altos costos económicos y desarrollos logísticos más complejos, además de ser ambientalmente poco eficiente, por lo que se considerarán como último eslabón en la jerarquía de aplicación de las medidas.

Siendo así, y retomando la descripción de los impactos ambientales, los cuales resultaron no significativos y moderados (ver Capítulo V), y de acuerdo a la jerarquización antes mencionada, no se considera necesario establecer medidas de compensación para los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto. Por lo anterior, cada uno de los programas y medidas adicionales a implementar por el proyecto, se caracterizan de la siguiente forma.

Tabla VI-3 Tipo de medidas propuestas en el PVA del proyecto.

Programas Ambientales o Medidas Adicionales	Tipo de medidas			
	Complemento*	Prevención	Mitigación	Compensación
Ahuyentamiento de fauna marina con capacidad de rápido desplazamiento. Avistamiento de fauna por observadores a bordo.		■		
Uso de cadenas cosquilleras en los cabezales de las embarcaciones de dragas durante las actividades de zanjado.		■		
Aseguramiento de velocidad baja para embarcaciones de aguas profundas y someras que no formen parte del tendido de tubería.		■		
Capacitación del personal para la protección de la fauna marina.	■			
Monitoreo de calidad física y química de la columna de agua marina.	■			
Monitoreo de fauna macro bentónica en zonas de enrocamiento del ducto.	■			
Uso de la válvula verde para reducir la pluma de dispersión de sedimentos.			■	
Mantenimientos preventivos y correctivos de embarcaciones de acuerdo a los lineamientos		■		

Programas Ambientales o Medidas Adicionales	Tipo de medidas			
	Complemento*	Prevención	Mitigación	Compensación
establecidos por SEMAR, ASIPONA y Convenio MARPOL.				
Mantenimiento preventivo periódico de embarcaciones y equipos de combustión interna (ECI)				
Verificación diaria del funcionamiento de las embarcaciones y ECI.				
Sustitución de embarcaciones y ECI con emisiones fuera de norma, cuando no sea posible realizar actividades de reparación.				
Revisión técnica de embarcaciones y ECI previo a su ingreso al proyecto.				
Uso de equipo y aplicación de protocolo para atención a derrames accidentales de hidrocarburos y posibles derrames de aceite hidráulico del ROV (Vehículo Operado Remotamente).				
Prohibición de fuentes innecesarias de ruido.				

* Acciones complementarias a la aplicación de las medidas que no corresponden a la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto, pero son herramientas de apoyo para la correcta aplicación y seguimiento de las medidas.

VI.6. Conclusiones

Acorde a la identificación y evaluación de los impactos ambientales, ya manifestada en el Capítulo V, la mayoría de los impactos ambientales adversos se prevén durante la instalación del ducto (apertura de zanja y tendido de tubería), y serán no significativos e irrelevantes; no obstante a ello, con el fin de evitar afectaciones permanentes y/o irreversible en los componentes del SAR, se implementarán programas y medidas adicionales tendientes a prevenir, mitigar o monitorear dichos impactos, por lo que se concluye, conforme a lo propuesto en este Capítulo VI, lo siguiente:

- Las acciones, y medidas específicas propuestas, se basan en la legislación y normatividad ambiental vigente en materia de agua, aire y fauna, y tienen como objetivo prevenir y/o mitigar los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto.
- Las acciones y medidas específicas, incorporadas en los programas ambientales y medidas adicionales que, a su vez, conforman el PVA, podrán prevenir, minimizar y

mitigar satisfactoriamente los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, y en caso de que dichas medidas no cumplan con los objetivos planteados se corregirán inmediatamente.

- Para los impactos ambientales derivados del proyecto, que no sean prevenibles o mitigables, se prevé que puedan dispersarse por acción de la propia dinámica del ecosistema marino, a lo cual se dará seguimiento a través de las acciones de monitoreo.

Finalmente, con lo incorporado y manifestado en este Capítulo se cumple con lo establecido en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual establece que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental es necesario que la promovente presente una Manifestación de Impacto Ambiental que incluya *"las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente"*.

MIA-R
Gasoducto Extensión Sureste
"Etapa II"

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.





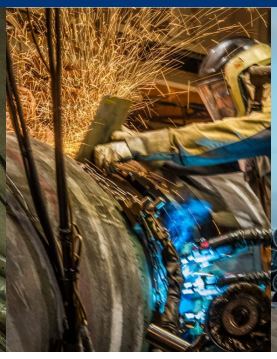
CÁPÍTULO VII

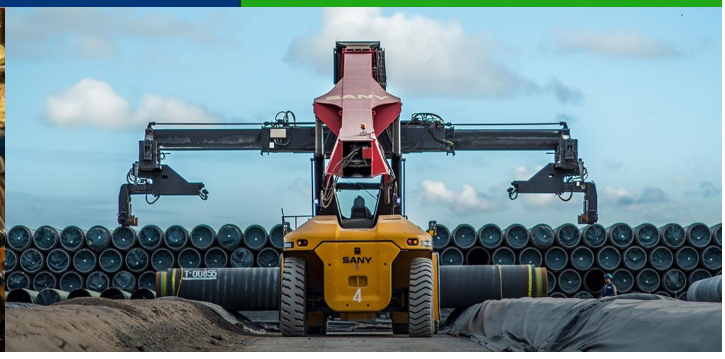
PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)







INDICE

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas 3

VII.1. Introducción _____ 3

VII.2. Escenarios _____ 4

VII.2.1. Escenario actual sin la implementación del proyecto 5

VII.2.2. Escenario con la implementación del proyecto y sin medidas de mitigación. 11

VII.2.3. Escenario con la implementación del proyecto y con medidas de mitigación. 14

VII.3. Conclusiones _____ 17

FIGURAS

Figura VII. 1 Escenarios para el pronóstico ambiental. 4
Figura VII. 2 Puertos y terminales portuarias en el Golfo de México. 6
Figura VII. 3 Distribución de los sedimentos en el SAR. 7
Figura VII. 4 Dirección del flujo hidrológico al interior del SAR. 8
Figura VII. 5 Fondo marino que se observa en el área del proyecto. 10
Figura VII. 6 Paisaje marino intervenido por actividades que generan cambios sobre su calidad. 11
Figura VII. 7 Modelo de dispersión de sedimentos resuspendidos con el zanjeo por succión. 13
Figura VII. 8 Imagen ilustrativa de cómo quedarían las partes del ducto donde se realice el enrocamiento. . 14
Figura VII. 9 Simulación de las concentraciones de sólidos suspendidos, escenario sin válvula verde (izquierda) y con válvula verde (derecha), a tres días de realizarse el zanjeo por succión. 16

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas.

VII.1. Introducción

El gas natural es el combustible más económico que se conoce, ya que no requiere refinación, proporcionando una fuente de energía alterna económicamente atractiva y menos contaminante. El usar el gas natural como combustible, tiene una eficiencia del 98% en la combustión, [1] de manera que se produce una menor emisión de carbono, metano, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y componentes orgánicos volátiles distintos al metano; teniendo así que, en las operaciones que utilizan una cantidad significativa de energía, y comparando el uso de gas natural con otros tipos de combustibles derivados del petróleo, el impacto en la atmósfera es menor por una reducción en la emisión de contaminantes producto de la quema de combustibles.[2]

Históricamente, el objetivo principal del transporte de energéticos a larga distancia ha dado accesibilidad a nuevas fuentes de energía y a garantizar la rentabilidad de su distribución. En el caso del transporte de gas natural, la opción más favorable desde el punto de vista ambiental es transportarlo mediante gasoductos, porque evitan las emisiones de gases de efecto invernadero al disminuir su transporte por medios que requieren el uso de combustibles fósiles.[3]

Dado que cualquier proyecto puede ocasionar la modificación del entorno donde será desarrollado, es necesario realizar un pronóstico ambiental que permita predecir las características futuras del ambiente, mediante la relación de variables que están interactuando. En este sentido, el pronóstico ambiental del proyecto permitirá tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del SAR, así como del área del proyecto; además, poder discernir si las medidas ambientales consideradas como parte del proyecto, serán eficaces en la prevención y/o mitigación de los impactos ambientales previstos a generar.

[1] Methane guiding principles. 2019. Reducción de las emisiones de metano: Guía de mejores prácticas.
[2] Sarango, D. D. 2005. Impacto ambiental por uso del gas natural de Camisea en la generación de energía eléctrica en el Perú. Revista de invstigación de Física. Vol. 8. No. 2: 26-33.
[3] Knoepfel, J. H. 1996. Framework for Enviromental Impact Assessment or Long distance Energy Transport Systems. Energy21; 693-702.

VII.2. Escenarios

Conforme a lo anterior, en este capítulo se plantean posibles escenarios de cambio en el SAR y en el área del proyecto por su desarrollo, el cual conllevará modificaciones en los componentes ambientales con los que tendrá alguna interacción (atmósfera, fondo marino, columna de agua y fauna marina), dichos escenarios son los siguientes:

Escenario sin proyecto: Corresponde a las condiciones actuales, considerando al SAR como un conjunto complejo de subsistemas y elementos que se encuentran descritos a detalle en el Capítulo IV.

Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación: Contempla como punto de partida la identificación de los impactos ambientales descritos en el Capítulo V, ocasionados por las diferentes actividades, mismas que se retoman y analizan desde el punto de vista de su magnitud.

Escenario con proyecto y con medidas de mitigación: Toma en cuenta la forma en que las medidas de mitigación propuestas, y descritas en el Capítulo VI, estarán atendiendo cada uno de los impactos ambientales y permitirá analizar el cambio real que el desarrollo del proyecto causará en el medio.

En este contexto, se contará con los tres escenarios mencionados anteriormente, y que se representan en la siguiente figura, para finalmente construir el pronóstico ambiental.

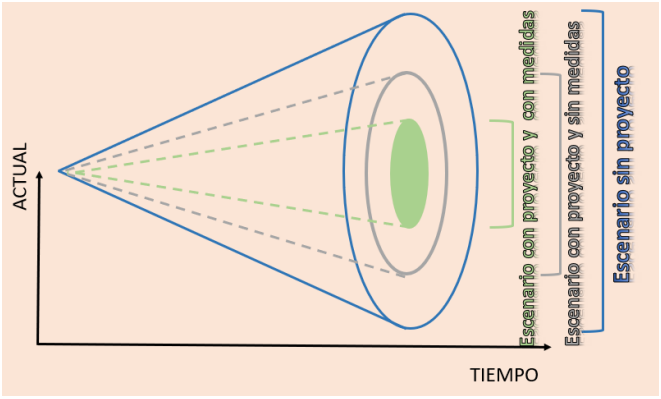


Figura VII. 1 Escenarios para el pronóstico ambiental.
Fuente: Modificado de Voros (2003). [4]

[4] Voros, J. 2003. A generic foresight process framework. Foresigth, 5: 10-21.

Para el desarrollo de los escenarios se aclara que, como se explica en el Capítulo V, si bien el proyecto tendrá incidencia en el área costera, no habrá impactos que considerar, y por consiguiente, los tres escenarios planteados para esta área de transición se mantendrán sin cambios en el medio terrestre, de manera que los escenarios que más adelante se plantean se enfocan únicamente al medio marino donde se instalará el proyecto; esto debido a que la conexión del ducto marino con el ducto terrestre (Etapa I del proyecto) será realizada por medio de la técnica de direct pipe, misma que no interviene en componentes superficiales.

VII.2.1. Escenario actual sin la implementación del proyecto

Como ya se ha detallado anteriormente, los escenarios se enfocan principalmente al medio marino, de manera que en cuanto a la calidad atmosférica, al interior del SAR se identifican puertos importantes tales como el puerto de Veracruz, donde se cuenta con diversos muelles y terminales tanto turísticas como comerciales, industriales y de hidrocarburos; recintos portuarios, terminales marítimas y muelles localizados en la ciudad de Coatzacoalcos en donde se tiene el flujo de barcos y buques que entregan principalmente hidrocarburos, combustibles y materia prima para el desarrollo de la industria; así como los puertos ubicados en Tuxpan y Dos Bocas, en donde se identifican diversos muelles dedicados al transporte de hidrocarburos (ver siguiente figura). En este sentido, la calidad atmosférica y el confort sonoro se ven modificados por la emisión de gases producto de combustión y por el ruido generado por las embarcaciones. Siendo así evidente que los mayores focos contaminantes de la atmósfera en el interior del SAR, son producidos por los buques de carga, debido a que sus componentes son más ruidosos y son los que tienen un mayor tránsito en su interior.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Figura VII. 2 Puertos y terminales portuarias en el Golfo de México.
Fuente: Modificado de Peters et al., 2021.[5]

En cuanto a la configuración del fondo marino, a nivel del SAR corresponde a la plataforma continental y talud del suroeste del Golfo de México, la cual es una terraza casi continua que circunda los márgenes de la planicie costera y muestra un fondo uniforme con presencia de una serie de pliegues suaves paralelos a la línea de costa; esta plataforma, a su vez, debido a esa homogeneidad de características topográficas tiene una menor diversidad en cuanto a componentes ambientales, de forma que solo en la zona más estrecha de la plataforma se encuentran afloraciones rocosas que generan condiciones más heterogéneas que son más propicias para el desarrollo de componentes bióticos.

Además de las características anteriormente mencionadas, la plataforma tiene un origen fluvial sedimentario predominantemente terrígeno proveniente de los aportes de los ríos, compuestos principalmente por arenas, limos y arcillas, de manera que la textura de los sedimentos muestra que existe un predominio de limos muy gruesos a lo largo de la zona costera del estado de Veracruz, mientras que los sedimentos depositados en la plataforma

[5] Peters, E. M., R. A. Zaragoza Álvarez, S. Z. Herzka y J. C. Herguera García (Eds.). 2021. Introducción. En. S. Z. Herzka, R. A. Zaragoza Álvarez, E. M. Peters y G. Hernández Cárdenas (Coord. Gral.). Atlas de línea base ambiental del golfo de México. Consorcio de Investigación del Golfo de México.

continental son de granulometría variada, y van desde arenas gruesas a limos y arenas limosas (ver figura siguiente) procedentes de la llanura costera del Golfo Sur que se incorporan al fondo marino debido a la acción del oleaje y las corrientes marinas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

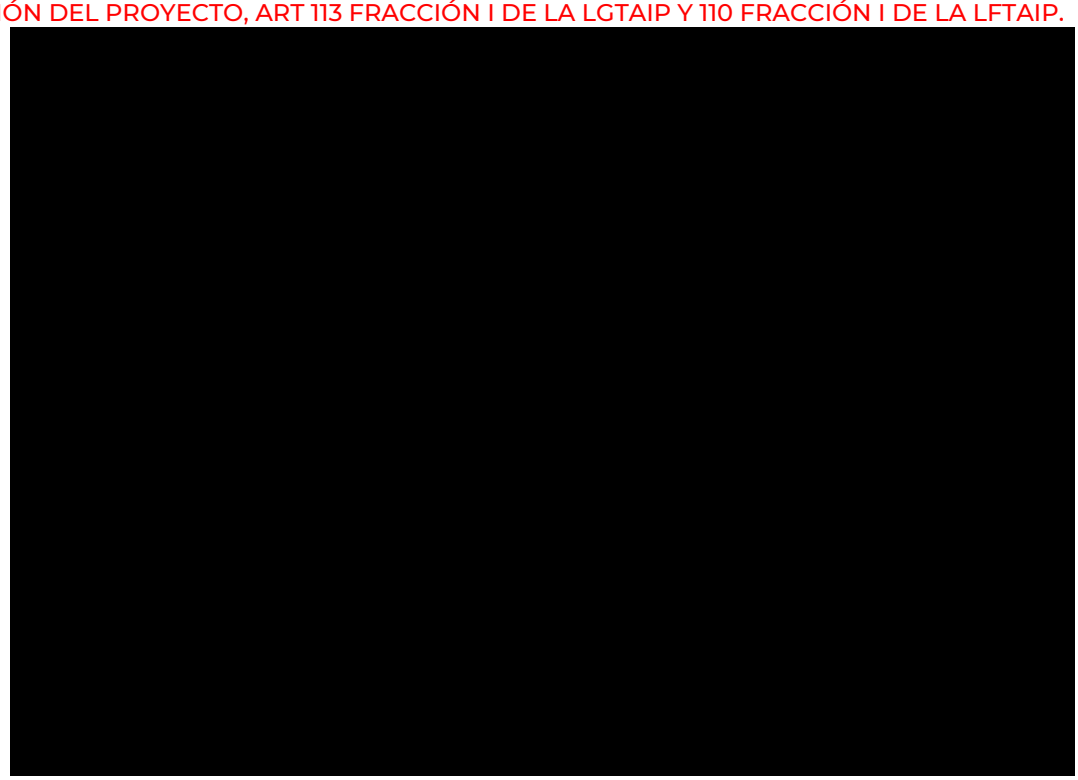


Figura VII. 3 Distribución de los sedimentos en el SAR.
Fuente: Caracterización abiótica del SAR.

En lo que respecta a las corrientes marinas, se tiene registro de que en primavera se mueven con dirección al noreste, mientras que en el invierno su dirección es en sentido contrario, hacia el suroeste. Es importante mencionar que dichas corrientes son las que marcan la pauta en cuanto a la distribución de los sedimentos y partículas al interior del SAR, mostrandose la dirección de movimiento de dichas corrientes en las figuras siguientes.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

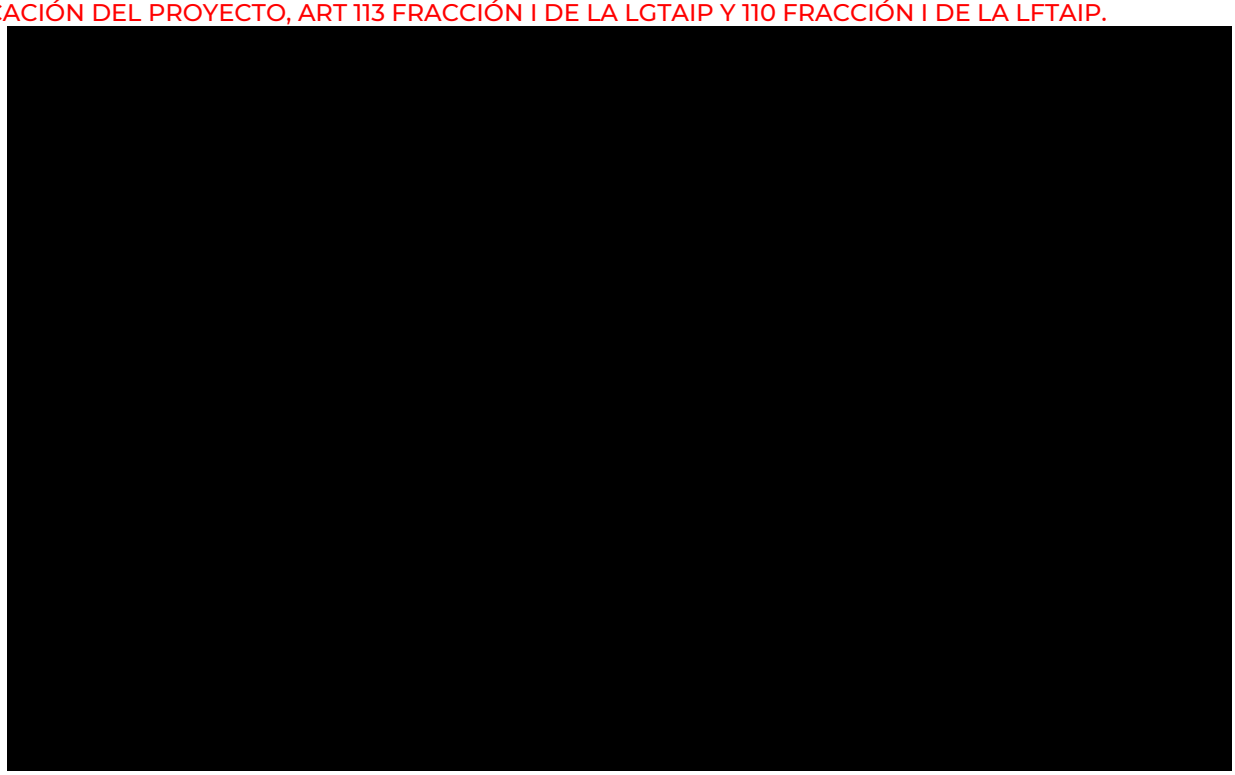


Figura VII. 4 Dirección del flujo hidrológico al interior del SAR.
Arriba: temporada primavera verano (izquierda: superficie, derecha: fondo); abajo: temporada otoño invierno (izquierda: superficie, derecha: fondo).
Fuente: Informe de la caracterización abiótica del SAR.

En cuanto a calidad de agua, al interior del SAR la concentración de oxígeno disuelto registrada se ubica por arriba del valor límite de acuerdo con los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua, de manera que se clasifica a la zona como de excelente calidad. Esta situación también ocurrió con la concentración de sólidos suspendidos, mientras que para la turbidez se sugiere un proceso de mezcla en la columna de agua, teniendo que al interior del SAR se clasifican en general como aguas claras, siendo importante mencionar que los valores de turbidez se ven incrementados en las áreas con influencia de ciudades portuarias y las desembocaduras de ríos importantes, mismos que aportan una mayor cantidad de sólidos suspendidos. En cuanto a la relación DBO_5/DQO y DQO/DBO_5, el SAR presenta contaminación química con carga orgánica de baja biodegradabilidad. Así mismo, los metales en agua y sedimento reflejaron la influencia de descargas epicontinentales provenientes de diversas actividades industriales y domésticas de la región, y que determinan las mayores concentraciones en la proximidad de la costa.

Ligado a lo anteriormente mencionado, en cuanto a biodiversidad, se observa que el trazo del proyecto tiene influencia de actividades antropogénicas realizadas en las costas, entre esta problemática se puede mencionar la instalación de terminales marítimas petroleras, desarrollos urbanos que a su vez causan contaminación por desechos urbanos e industriales (sólidos y químicos), presión del sector turístico sobre arrecifes coralinos y del sector pesquero sobre el camarón, ostión y el robalo e introducción de especies como tilapia, teniendo una mayor influencia de estas problemáticas en las áreas más urbanizadas y zonas con desarrollos portuarios como son las ciudades de Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos, en donde además del desarrollo antrópico se tiene la presencia de importantes afluentes como son el río Tuxpan y el río Coatzacoalcos, principalmente, mismos que aportan descargas de aguas servidas que abonan al deterioro ambiental al interior del SAR.

Dentro de los grupos de fitoplancton, a lo largo de la columna de agua se tiene una riqueza y diversidad alta que es característica de zonas costeras, mientras que, de manera horizontal, se encontraron variaciones que evidenciaron mayor abundancia y riqueza en las zonas norte y sur del SAR. Así mismo, se observó una alta abundancia de especies dulceacuícolas que se relaciona a la presencia de ambientes epicontinentales que descargan hacia el SAR provenientes de ríos y esteros que se encuentran en las costas tales como el Rio Coatzacoalcos, el Río Tuxpan, el Río Tonalá y el Río Grijalva entre otros. Aunado a lo anterior, también se registran taxa considerados formadores de floraciones algales nocivas (FAN) como son: *Chaetoceros, Pseudo-nitzschia, Rhizosolenia, Thalassionema* y *Gymnodinium*. Las FAN son promovidas principalmente por el incremento de nutrientes en el mar (eutrofización) procedentes de actividades humanas, como los que se describieron en la calidad del agua, y que pueden afectar a los ecosistemas provocando mortandad de fauna marina, afectación económica en la pesca y turismo.[6] La presencia de estas especies fitoplanctónicas en el SAR podrían ser el reflejo de un ambiente con cierto grado de contaminación.

Además del fitoplancton, se identificó la presencia de zooplancton, conformada principalmente por grupos como Copepoda, Ostracoda, Sagittidae, Luciferidae y Rhopalonematidae. En el caso del ictioplancton, la mayoría pertenecen a peces de hábitat demersal y costero, siendo que la diversidad de ictioplancton registrada se puede relacionar con sistemas de alta producción primaria generada por la descarga de aguas continentales ricas en nutrientes. Dentro de la macrofauna bentónica se registraron anélidos poliquetos,

[6] Red de Investigación Manirno-Costera (REMARCO). https://remarco.org/floraciones-algales-nocivas-fan/

especies cartilaginosas como tiburones y rayas, e individuos de coral negro (de profundidad) que no forman arrecifes y **no se mezclan** con especies que puedan representar un reservorio de individuos potenciales colonizadores de áreas de arrecifes superficiales, además de que estos corales de fondo se ubican principalmente en acantilados con pendientes pronunciadas donde predomina la oscuridad y la turbidez (ver figura siguiente). En cuanto a las poblaciones de peces en la costa no son abundantes, esto dado por las actividades humanas; sin embargo, se encontraron especies de peces óseos que habitan en ambientes estuarinos, costeros y neríticos, siendo importante mencionar que los peces óseos son principalmente aprovechados por las pesquerías que se encuentran al interior del SAR, además de que la diversidad más alta de peces ocurre en zonas costeras y arrecifales que se ubican en áreas con batimetrías más someras en las que **no** se tendrá intervención por el proyecto.



Figura VII. 5 Fondo marino que se observa en el área del proyecto.
Fuente: Fotografía tomada en el área.

Dentro del Golfo de México se tiene la presencia de fauna nectónica, siendo así que algunas de estas especies anidan principalmente en la zona costera de Tamaulipas y el norte de Veracruz; sin embargo, el tránsito de estas especies por el área del proyecto se efectúa de manera ocasional en aguas superficiales y poco profundas. Mientras que otras de ellas solo llegan a acercarse al límite de la plataforma continental. Lo anterior, aunado a que en las zonas con planicies dominadas por limos y pocas arenas (como es el caso en el área de instalación del ducto) **no** se identifica flora marina, como es el caso de pastos marinos, por lo que no se tienen áreas que representen áreas de oportunidad para estas especies.

En el aspecto de paisaje, uno de los principales elementos de la zona marina es su belleza escénica, conformada por las olas, el mar, así como la arena o las rocas en el fondo marino que le otorgan potencial para el uso recreativo y de contemplación; sin embargo, en algunos puntos del SAR este paisaje natural se ve intervenido por actividades que generan cambios sobre su calidad, como son la pesca industrial, el turismo, el transporte náutico y las actividades relacionadas con la industria petrolera, la cual se asocia a elementos de paisaje antrópico que incluye a las embarcaciones que transitan por el litoral. Este paisaje marino se caracteriza por ser un medio dinámico (ver figura siguiente).



Figura VII. 6 Paisaje marino intervenido por actividades que generan cambios sobre su calidad. Fuente: Peters et al., 2021.[7]

VII.2.2. Escenario con la implementación del proyecto y sin medidas de mitigación.

Para la instalación del ducto en el área marina se hará uso de buques, maquinaria y equipos, operando por momentos y áreas definidas de acuerdo con el avance planeado, de manera que se estarán emitiendo gases producto de la combustión, los cuales se sumarán a las emisiones

[7] Peters, E. M., R. A. Zaragoza Álvarez, S. Z. Herzka y J. C. Herguera García (Eds.). 2021. Introducción. En. S. Z. Herzka, R. A. Zaragoza Álvarez, E. M. Peters y G. Hernández Cárdenas (Coord. Gral.). Atlas de línea base ambiental del golfo de México. Consorcio de Investigación del Golfo de México.

que se tienen en la actualidad al interior del SAR por el tránsito de buques y embarcaciones y que influye en la calidad atmosférica.

Aunado a las emisiones de gases de combustión, también durante la instalación de los ductos operarán embarcaciones de apoyo y maquinaria, las cuales producirán ruido modificando el confort sonoro, adicional al que ya se produce en el SAR por las actividades antrópicas. Además, es importante hacer notar que el ruido se producirá en áreas definidas donde se realicen las actividades correspondientes al proyecto, y se irá dispersando conforme se aleje del punto de emisión, de manera que se considera una afectación puntual tanto en tiempo como en espacio, al igual que las emisiones de gases producto de la combustión.

Por efecto de los métodos de zanjeo que serán utilizados para la instalación del ducto, se estará modificando el fondo marino de manera temporal, ya que se conformarán zanjas sobre las que se colocará el ducto que posteriormente, por acción de las corrientes marinas presentes en el fondo oceánico, se estará cubriendo con sedimentos, de tal manera que el fondo marino regrese a su estado original, sin apreciarse las excavaciones realizadas.

Debido a que el ducto quedará cubierto por sedimento en el fondo marino, este no afectará la dirección ni velocidad de las corrientes marinas presentes en el área del proyecto; sin embargo, como ya se expuso en el Capítulo II, se tendrán dos métodos de zanjeo para la colocación del ducto (succión y Jetting), mismos que estarán resuspendiendo sedimentos, lo que a su vez ocasionará turbidez en la columna de agua cercana a las áreas de trabajo. De acuerdo a las simulaciones realizadas para el proyecto, se observa que con el método de succión en la temporada otoño-invierno en un lapso de 24 horas después de la realización de las actividades, que es cuando las corrientes y el oleaje presentan mayor energía, la pluma de dispersión de los sedimentos resuspendidos se habrá desplazado hacia el sur, y las concentraciones de solutos serán similares a las de la costa, mientras que tres días después se tendrá una disolución del 85% a una distancia de 5 km del área del proyecto (ver figura siguiente). Por otro lado, al realizar el zanjeo con la técnica de Jetting, se dará la resuspensión de partículas en el fondo, donde las corrientes tienen menor energía, por lo que los sedimentos gruesos se redepositarán rápidamente y los finos no alcanzarán la zona fótica.

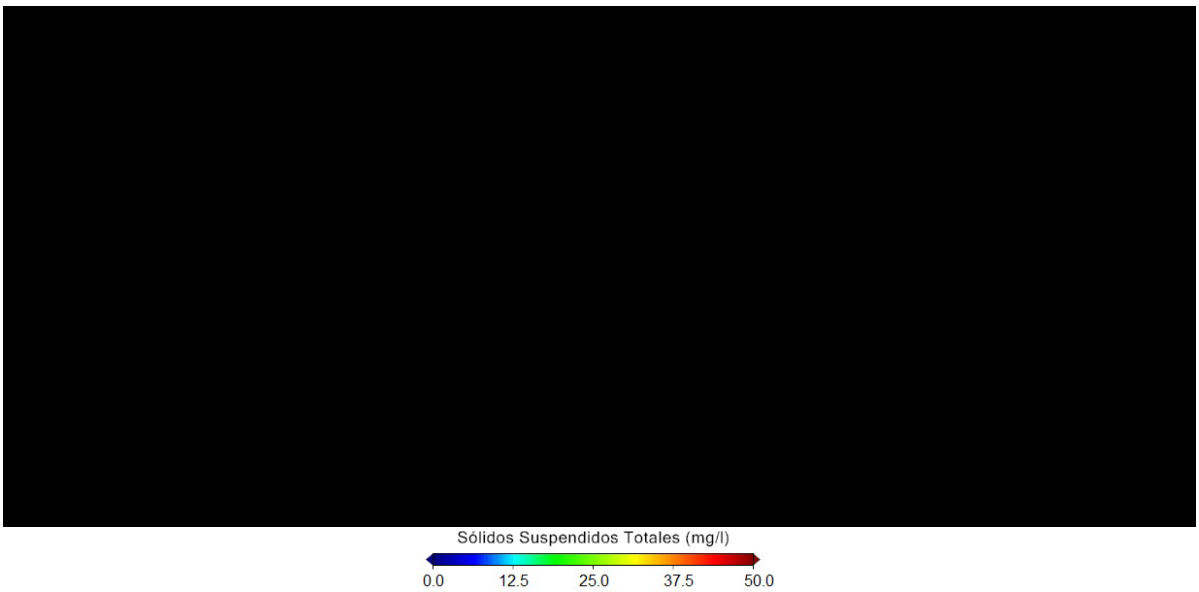


Figura VII. 7 Modelo de dispersión de sedimentos resuspendidos con el zanjeo por succión.
Fuente: Caracterización abiótica del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

Aunado a la resuspensión de los sedimentos, con el uso de equipo y maquinaria podría presentarse el riesgo de algún derrame accidental de aceites y/o combustibles, lo que de presentarse estará modificando la calidad del agua.

Así mismo, se prevé la afectación a la fauna marina y el hábitat bentónico a consecuencia de la modificación temporal de la calidad en la columna de agua, y del fondo marino por las actividades de zanjeo. Por la misma naturaleza del proyecto, y por la ubicación de las actividades, no se causarán alteraciones en las áreas de arrecifes, debido a que estas se ubican a más de 3.4 km del proyecto y en áreas más someras con respecto a la profundidad de la instalación del ducto; además, según los modelos de dispersión de sedimentos, estos se depositarán en el fondo antes de llegar a los arrecifes más cercanos. De manera paralela, las actividades de instalación del ducto, incluyendo la succión de sedimentos y el Jetting *per se* estarán incidiendo en la sobrevivencia de los organismos bentónicos, ya que se podría estar ocasionando la muerte de algunos individuos que se encuentren habitando sobre el trazo del proyecto.

Por otro lado, en algunos puntos se realizará el enrocamiento del ducto para proporcionarle mayor estabilidad y protección (ver figura siguiente). En un principio, el enrocamiento podrá afectar a la fauna bentónica que habita las áreas donde sea realizado; sin embargo, posteriormente servirá como un área de oportunidad y sustrato donde organismos bentónicos

que habitan al interior del SAR podrán colonizar y reconformar las comunidades actualmente existentes.

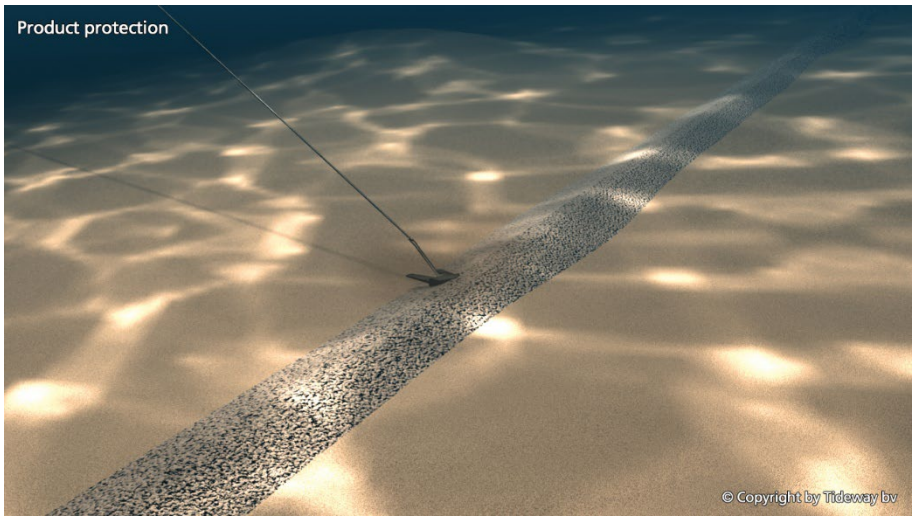


Figura VII. 8 Imagen ilustrativa de cómo quedarían las partes del ducto donde se realice el enrocamiento. Fuente: Imagen ilustrativa proporcionada por la promovente.

Para el paisaje del fondo marino del SAR y área del proyecto no se prevén modificaciones, dado que el ducto será instalado en zanjas en el fondo marino, que posteriormente serán cubiertas por sedimentos movidos por la dinámica natural de las corrientes; sin embargo, se tendrá la resuspensión de sedimentos que aumentará la turbidez en las zonas donde se realicen las actividades de zanjeo; no obstante, por la ubicación del proyecto lejos de la costa y por las profundidades a las que se instalará, no presentará ningún cambio en cuanto al paisaje marino.

VII.2.3. Escenario con la implementación del proyecto y con medidas de mitigación.

En la documentación contractual, se solicitará a los dueños de buques, equipo y maquinaria, utilizados para la instalación del ducto, someterlos a mantenimientos preventivos de manera que se procure y asegure su buen funcionamiento, y que las emisiones de gases producto de la combustión cumplan con la normatividad correspondiente, con lo cual disminuirá la afectación a la calidad atmosférica y al confort sonoro.

Con el mantenimiento constante que se le dará a los buques, equipos y maquinaria, disminuirá la posibilidad de que durante la instalación y tendido del ducto se presente alguna fuga o derrame accidental de hidrocarburos, y ante algún imprevisto no sería extensa dado que las embarcaciones no almacenarán más combustible del necesario para la realización de las actividades planeadas al día. Además, ante casos excepcionales de que requieran abastecerse

de combustible estando en el área marina, éste será realizado por pequeñas embarcaciones, debidamente autorizadas, las cuales contarán con una malla contenedora y equipo para proceder a la limpieza del sitio; aunado a ello, como no se puede descartar la posibilidad de ocurrencia de fugas accidentales, se contemplan los protocolos de atención a emergencias de derrames de hidrocarburos que tienen los contratistas de las embarcaciones en sus lineamientos de operación, mismos que se disponen de acuerdo con las reglas del Convenio Marpol, así como con las condicionantes de operación que le sean establecidas a los contratistas por la SEMAR y las administraciones portuarias (ASIPONA).

Como medida que permitirá minimizar la afectación a la calidad del agua se contempla la implementación de la válvula verde durante el zanjeo para la instalación del ducto, ya que ésta disminuirá hasta en un 60% la turbidez del agua producto del rebosamiento que regresa al mar durante las actividades de succión, lo que a su vez disminuye la dispersión de la pluma de sedimento. En la siguiente figura se presenta la comparación de la pluma de dispersión generada por el desbordamiento producto de la succión, en el que se puede ver que tres días posteriores a que se realiza la actividad, con la válvula verde se tiene una concentración de 10 a 12 mg/l que es menor a la concentración de 13.7 a 16.5 mg/l que se producirían sin el uso de la válvula.

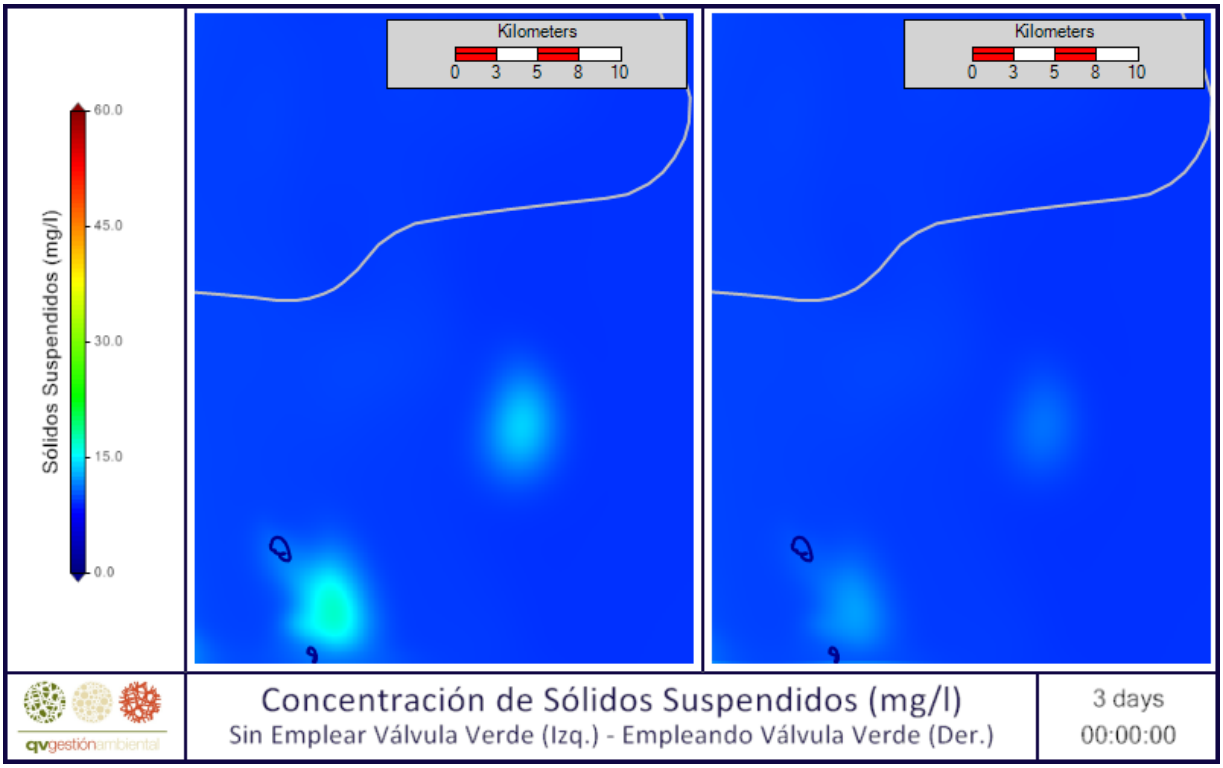


Figura VII. 9 Simulación de las concentraciones de sólidos suspendidos, escenario sin válvula verde (izquierda) y con válvula verde (derecha), a tres días de realizarse el zanjeo por succión.

En cuanto a los cambios en la calidad de la columna de agua, se realizará el monitoreo de sus parámetros, definiendo de inicio la línea base, a los cuales se les dará seguimiento para generar información respecto a los cambios atribuibles al proyecto y referenciarlos con respecto a las normas aplicables.

Para disminuir la afectación a la fauna marina, las actividades de colocación del ducto se limitarán a las áreas de ocupación directa y al entorno inmediato de trabajo (zona buffer), además de que las embarcaciones que no estén relacionadas al tendido e instalación del ducto controlarán la velocidad y uso de motores para prevenir posibles daños a la fauna y permitir su desplazamiento oportuno. Así mismo, para evitar afectar a la fauna, las embarcaciones contarán con sonares cuya función será ahuyentar a la fauna marina con capacidad de movimiento que se encuentren en el área del proyecto, tales como los delfines, previo al tendido e instalación del ducto; además, para el ahuyentamiento, la acción de los sonares se reforzará mediante el uso de cadenas cosquilleras con las que se ahuyentarán a las tortugas marinas e incluso otros individuos que pudieran permanecer en las áreas de trabajo. Aunado a las acciones anteriores, la presencia de observadores de fauna marina a bordo de la

embarcación, se encargarán de avisar en caso de avistar algún mamífero o tortuga marina, de manera que, en la medida de lo posible, se disminuya la velocidad de las embarcaciones hasta que el individuo se aleje del área del proyecto.

Finalmente, como una acción para maximizar el conocimiento sobre las condiciones de la fauna en el área del proyecto, se realizará el monitoreo del área de enrocamiento del ducto con la finalidad de dar seguimiento a la permanencia y colonización de la macrofauna bentónica, entre otros las esponjas y corales, en este nuevo sustrato.

VII.3. Conclusiones

Durante el muestreo de campo se registraron algunas especies de fauna bentónica y de fauna nectónica, y la diversidad de fitoplancton demostró la influencia de las actividades antropogénicas de la zona costera y de la presencia de escurrimientos importantes que desembocan al interior del SAR, conformados por los ríos Coatzacoalcos y Tuxpan; no obstante, la calidad del agua registrada se cataloga como excelente.

Con la implementación del proyecto se afectará la calidad del aguay la calidad atmosférica, así como el fondo marino, pero las afectaciones serán temporales y limitadas a las áreas de instalación y tendido del ducto, y a que la misma dinámica del medio marino permitirá que, con el tiempo, el ducto sea cubierto de forma natural por los sedimentos propiciando la repoblación de fauna bentónica nativa, sin obstaculizar el desplazamiento de la fauna nectónica. Aunado a ello, el enrocamiento podrá ser colonizado por especies que requieren de ese tipo de sustrato para desarrollarse, como las esponjas y corales.

Con el desarrollo de los tres escenarios se demuestra que con la implementación del proyecto se producirán impactos en componentes ambientales, entre otros, la columna de agua marina, la fauna y el hábitat, pero estos serán temporales y no significativos, y con la implementación de las medidas ambientales podrán ser prevenidos o mitigados para que el proyecto sea ambientalmente viable.

Cabe resaltar que el uso de gas natural se contempla como un energético con menor emisión de gases contaminantes que otros combustibles, ya que tiene una eficiencia del 98%, coadyubando el proyecto a minimizar las emisiones de combustibles fósiles porque su objetivo es transportar gas natural para ser usado en la industria eléctrica y se cumplan los compromisos ambientales.

MIA-R
Gasoducto Extensión Sureste “Etapa II”

TC Energía

Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.





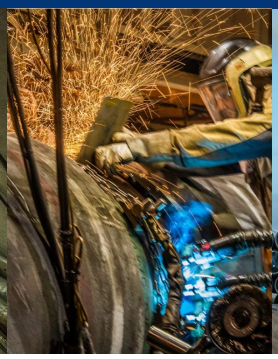
CAPÍTULO VIII

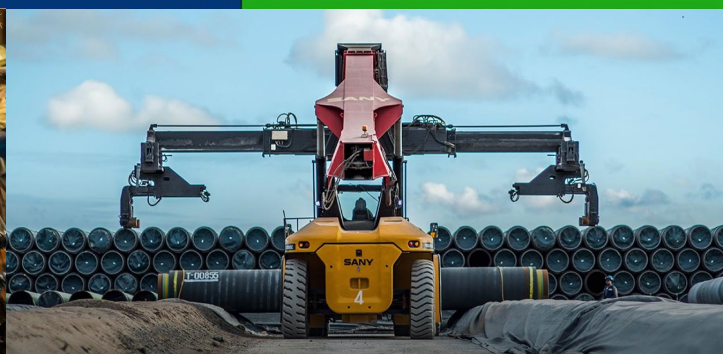
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS

(ASEA)







ÍNDICE

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 3

VIII.1. Anexos 3

VIII.2. Bibliografía 5

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

El presente capítulo se elabora de conformidad con la fracción VIII del artículo 13 del REIA, por lo que incluye los documentos que sustentan la información expuesta en los capítulos de la presente MIA-R, de tal manera que se integran los anexos y la bibliografía correspondientes. Esta última se lista al final de este capítulo y corresponde a toda la literatura que se consultó para los diferentes capítulos de la MIA-R.

VIII.1. Anexos

Los anexos se integran en carpetas para cada capítulo de la MIA-R, de tal manera que sea más fácil la localización de los mismos. En el siguiente cuadro se enlistan los anexos que son incluidos:

Capítulo	Anexos	
	Impresos	Digitales
I		Figura de Ubicación del proyecto
II	Ubicación general Ubicación macro1 Ubicación macro2 Ubicación macro3	Coordenadas (Excel) Hojas de seguridad (PDF) KML Trazo Planos Figuras
III	-	Figuras
IV	-	Memoria agua sedimento
IV abiótico	-	Informe Estudio Marino Coordenadas UTM SAR KML del SAR Figuras
IV biótico	-	Listado de registros en campo Metodología Biología Marina Reporte fotográfico (bentos) Especies potenciales bibliográficas Especies bibliográficas en NOM-059-SEMARNAT-2010. Memoria cálculo macrobentos Bibliografía Figuras

Capítulo	Anexos	
	Impresos	Digitales
VI	Programa de protección de fauna marina. Programa de monitoreo marino.	

VIII.2. Bibliografía

Central Dredging Association (CEDA) Underwater Sound In Relation to Dredging. The Netherlands.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Procesos ecológicos. Consultado en: https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose

Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), 2018. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte: Directrices técnicas para la actualización del inventario nacional mexicano de emisiones de buques, Montreal, Canadá, 34 pp.

Comunidad de Madrid 2012. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid, España.

Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

FAO, 1995. Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Roma, Italia.

Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid.

Gómez, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

González-Cancelas, N., Soler-Flores, F., Orive, A., Camarero-Orive, A. (2013) Transporte marítimo y medio ambiente: las implicaciones de las SECAS y las ECAS. Revista Transporte y Territorio Nº 8, Universidad de Buenos Aires. pp. 138-156.

J. Blickley; Patricelli, G. 2010. Impacts of antropogenic noise on wildlife: Research priorities for the development of standards and mitigation. Journal of international Wildlife Lar & Policy, 13:274-292.

Jain, A. K., Garde, R. J., and Ranga Raju, K. G. (1978). “Air entrainment in radial flow towards intakes.” Journal of the Hydraulics Division, 104(9), 1323–1329.

Knoepfel, IH. 1996. Framework for Environmental Impact Assessment of Long-distance Energy Transport Systems. Energy 21: 693-702.

León, J.D, (s.f.). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Recuperado de: http://ingenieroambiental.com/4017/evaluacion%20del%20impacto%20ambiental%20de%20proyectos%20de%20desarrollo.pdf

Methane guiding principles. 2019. Reducción de las emisiones de metano: Guía de mejores prácticas.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012). Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. 146 pp.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gas Natural y Medio Ambiente. Consultado en: https://energia.gob.es/gas/Gas/Paginas/gasnatural.aspx#:~:text=El%20gas%20natural%20es%20el,en%20la%20fase%20de%20utilizaci%C3%B3n.

Mosquera, G. J. 2003. Base de datos de niveles de ruido de equipos que se usan en la construcción, para estudios de impacto ambiental. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile.

Padilla Souza, A. C., 2000. Evaluación del potencial de uso sustentable del coral negro en la región centro-norte de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M160. México D. F.

Parys, M. V., Dumon, G., Pieters, A., Claeys, S., Lanckneus, J., Lancker, V. V., and Vangheluwe, M. (2000). "Environmental monitoring of the dredging and relocation operations in the coastal harbours in Belgium: MOBAG 2000." WODCON XVI, Vol. 32, Kuala Lumpur, Malaysia.

Peters, E. M., R. A. Zaragoza Álvarez, S. Z. Herzka y J. C. Herguera García (Eds.). 2021. Introducción. En. S. Z. Herzka, R. A. Zaragoza Álvarez, E. M. Peters y G. Hernández Cárdenas (Coord. Gral.). Atlas de línea base ambiental del golfo de México. Consorcio de Investigación del Golfo de México.

Red de Investigación Manirno-Costera (REMARCO). https://remarco.org/floraciones-algales-nocivas-fan/

Sarango, D. D. 2005. Impacto ambiental por uso del gas natural de Camisea en la generación de energía eléctrica en el Perú. Revista de invstigación de Física. Vol. 8. No. 2: 26-33.

SEMARNAT (2018) Criterios de evaluación de impacto ambiental. Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/crtiterios-de-evauacion-de-impacto-ambiental

Stone, E. 2000. Separating the noise from the noise: A finding in support of the “Niche Hypotesis”, That birds are influenced by human-induced noise un naturak habitars. 13 Anthrozoos 225-231.

Voros, J. 2003. A generic foresight process framework. Foresigth, 5: 10-21.

Warner, G. F. 2005. The occurrence of black corals in Jamaica reef environments with special reference to Stichopathes lutkeni (Antipatharia: Antipathidae). Rev. Bio. Trop. Vol 53. Suppl.1:61-66

World Organisation of Dredging Associations (WODA), 2013. Technical Guidance on: Underwater Sound in Relation to Dredging. The Netherlands.