MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

PROYECTO STX CABLE SYSTEM TRAMO DE CONEXIÓN TRANSFRONTERIZA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



2026

TABLA DE CONTENIDO

1. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto 1

1.1. Introducción 1

1.2. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental 3

1.2.1. Nombre del proyecto 3

1.2.2. Ubicación del proyecto 3

1.2.3. Duración del proyecto 5

1.2.4. Tiempo de vida útil del proyecto 5

1.3. Datos del promovente 5

1.3.1. Nombre o razón social 5

1.3.2. Registro federal de contribuyentes del promovente 5

1.3.3. Nombre y cargo del representante legal 5

1.3.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 6

1.4. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 6

1.4.1. Nombre o razón social 6

1.4.2. Registro federal de contribuyentes / curp 6

1.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio 6

1.4.4. Dirección del responsable técnico del estudio 6

1.5. Información general del proyecto 6

1.5.1. Naturaleza del proyecto 7

1.5.2. Ubicación física y dimensiones del proyecto 8

1.5.2.1. Dimensiones del proyecto 8

1.5.2.2. Características del sitio del proyecto 9

1.6. Inversión requerida 9

1.6.1. Cable submarino de fibra óptica nexans urc-1 lw1.9 y sa3.6 11

1.6.1.1. Criterio de selección del cable submarino de fibra óptica 13

1.6.1.2. Regulación y aplicación de normas y procedimientos 17

1.6.2. Módulo final de cable (cem) 17

1.6.3. Selección de la ruta 19
1.6.3.1. Batimetría 19
1.6.4. Programa de trabajo 21
1.6.5. Instalación del cem 22
1.6.6. Tendido e instalación del cable submarino en la zona marina ultraprofunda 22
1.6.6.1. Personal especializado 23
1.6.7. Insumos y equipo 24
1.6.7.1. Buque cablero cecon vigor 24
1.6.8. Operación y verificación 29
1.6.9. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 29
1.6.10. Residuos 30
1.6.10.1. Tendido e instalación del cable submarino 30
1.6.11. Generación de gases de efecto invernadero (gei) 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ruta completa del Proyecto 3
Figura 1.2 Ruta del Proyecto dentro de la ZEE de México.....5
Figura 1.3 Sección transversal del cable URC-1 LW1.9 12
Figura 1.4 Sección transversal del cable URC-1 SA3.6 12
Figura 1.5 Fotografías del cable submarino de fibra óptica (LW 1.9 cable). 12
Figura 1.6 Ilustración del CEM.....18
Figura 1.7 Conectores submarinos tipo wet-mate 19
Figura 1.8 Superposición de la ruta del cable sobre la batimetría en aguas mexicanas..20
Figura 1.9 Mapa de pendientes en el sitio 21
Figura 1.10 Ilustración del CECON VIGOR 25
Figura 1.11 Vista lateral del CECON VIGOR.....27
Figura 1.12 Vista superior del CECON VIGOR 27
Figura 1.13 Vista frontal del CECON VIGOR 27
Figura 1.14 Vista trasera del CECON VIGOR 27
Figura 1.15 ROV Modelo Merlin WR200 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Ubicación referenciada de la ruta del cable dentro de la ZEE de México 4
Tabla 1.2 Dimensiones del Proyecto 9
Tabla 1.3 Características ambientales en aguas ultra profundas.....9
Tabla 1.4. Estimación Económica de medidas propuestas para la prevención y mitigación ambiental derivadas del Proyecto.....10
Tabla 1.5 Especificaciones técnicas del Nexans URC-1 LW1.9 y SA3.6 13
Tabla 1.6 Programa de trabajo 21
Tabla 1.7 Dimensiones principales del CECON VIGOR.....25
Tabla 1.8 Capacidad de carga del CECON VIGOR 26
Tabla 1.9. Características del Proyecto ..... **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE ACRÓNIMOS

CEM	Cable End Module (Módulo Final de Cable)
EUA	Estados Unidos de América
GEI	Gases de Efecto Invernadero
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LW	Light weight (Cable ligero)
MARPOL	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
MIA-P	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
ROV	Remote Operated Vehicle (Vehículo operado a distancia)
RLGEEPAMEIA	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
SA	Single Armour (Cable de armadura simple)
UTM	Sistema de Coordenadas Universal Transverse Mercator
WGS 84	Sistema Geodésico Mundial 1984
ZEE	Zona Económica Exclusiva

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

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA):

"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".

Por otra parte, el artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental establece que las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en su modalidad regional cuando se trate de:

> *"I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;*
>
> *II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;*
>
> *III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*
>
> *IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*
>
> *En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular."*

Debido a que el Proyecto no aplica dentro de los supuestos establecidos en el Artículo 11, la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se presentará en su Modalidad Particular (MIA-P).

Asimismo, el Artículo 12 del mismo Reglamento establece que la MIA en su modalidad particular deberá contener la siguiente información:

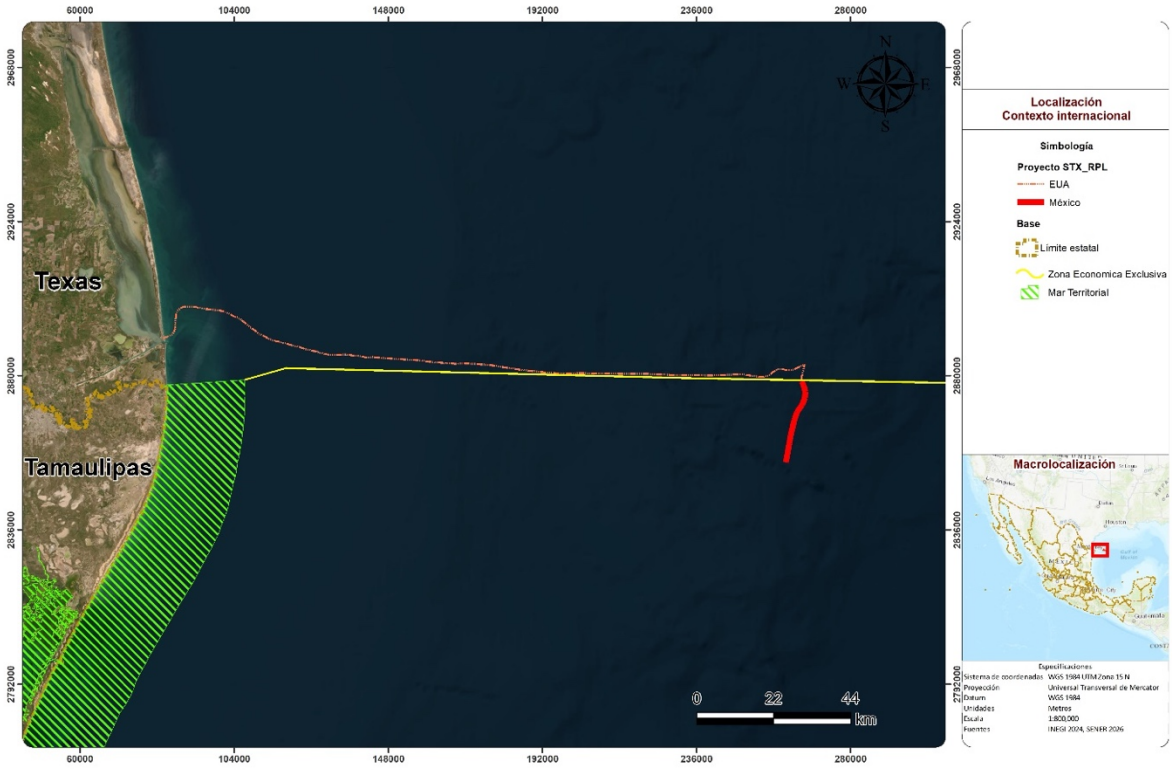
> *"Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:*
>
> *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*
>
> *II. Descripción del proyecto;*
>
> *III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;*
>
> *IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;*
>
> *VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;*
>
> *VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*
>
> *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores."*

En este sentido, a continuación, se presentan los datos generales del "Proyecto STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza", en adelante denominado como El Proyecto.

El Proyecto consiste en el tendido de un cable de fibra óptica submarina que forma parte de un sistema de telecomunicaciones, el cual se desarrollará en aguas ultraprofundas del norte del Golfo de México, dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México a una distancia aproximada de 181.5 km de la zona fronteriza de Matamoros, Tamaulipas. El cable de fibra óptica tiene como finalidad la transmisión de datos de alta capacidad y velocidad, empleando tecnología de fibra óptica diseñada específicamente para operar en condiciones extremas de profundidad, presión y baja temperatura.

El Proyecto forma parte de un tramo de conexión transfronteriza que inicia en un Módulo Final del Cable (CEM) ubicado en el área denominada Campo Trion, en aguas ultraprofundas del Golfo de México, donde recorre una longitud aproximada de 24.62 km dentro de la ZEE de México. Posteriormente, el cable tiene conexión en el Sur de Isla del Padre, Texas (EUA). El Proyecto contempla dos actividades principales, el tendido del cable submarino de fibra óptica y la instalación del CEM como estructura submarina destinada a la conexión del sistema de telecomunicaciones. Para mostrar la magnitud total del Proyecto, en la Figura 1.1 se muestra la ruta completa del cable.

Figura 1.1. Ruta completa del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

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

1.2.1. NOMBRE DEL PROYECTO

STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza

1.2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

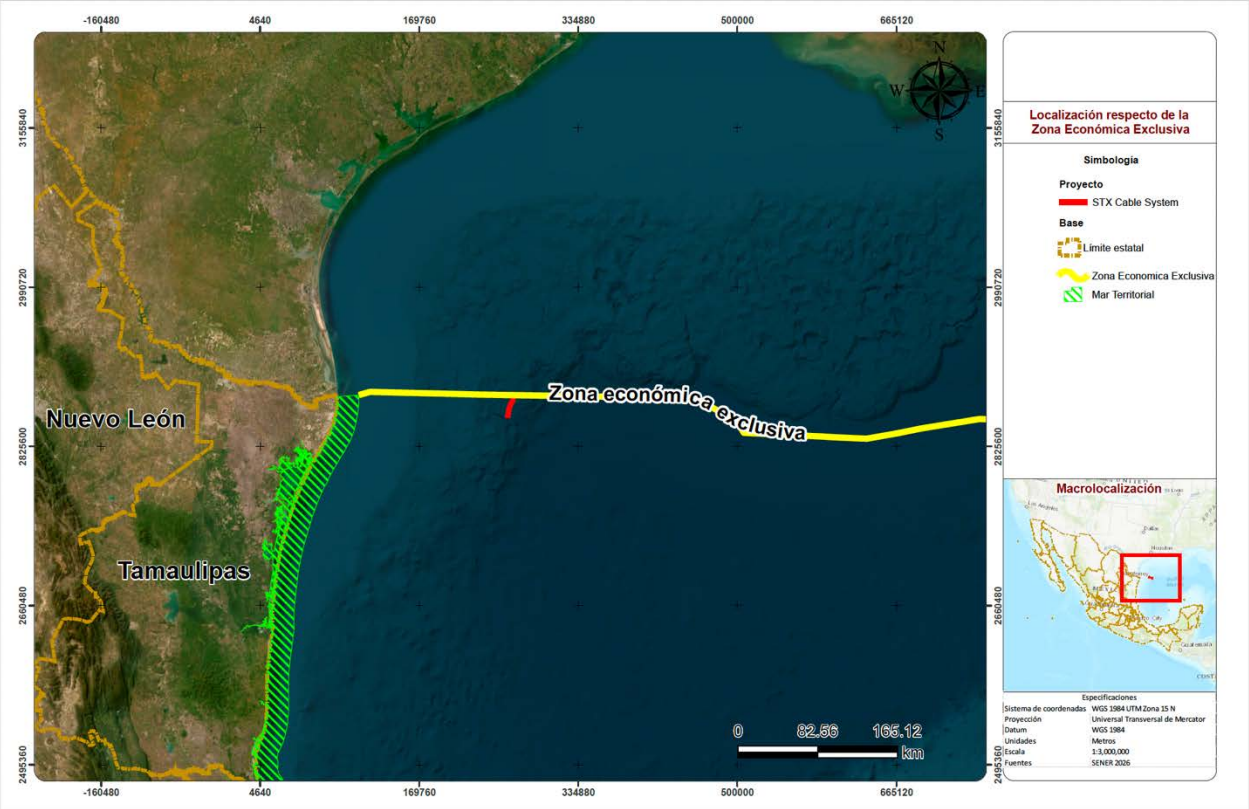
El Proyecto se ubicará en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México, frente al estado de Tamaulipas. El cable submarino de fibra óptica parte del CEM en Campo Trion y recorre 24.62 km dentro de dicha ZEE. En la Tabla 1.1 se muestran las coordenadas UTM de la ruta sobre la cual se llevará a cabo el tendido del cable en la ZEE de México, mismas que se muestran en la Figura 1.2. La precisión de instalación aproximada para el tendido de cables en aguas ultraprofundas es del 1% de la profundidad del agua.

Tabla 1.1. Ubicación referenciada de la ruta del cable dentro de la ZEE de México

Vértice	Coordenadas UTM Zona 15 R, Sistema WSG 84	
	X	Y
1	261517	2855203
2	261534	2855217
3	261549	2855229
4	261554	2855246
5	261554	2855286
6	261550	2855476
7	261561	2855514
8	261571	2855547
9	262045	2858227
10	262527	2860700
11	262602	2861212
12	262842	2862852
13	263334	2864852
14	263923	2867388
15	264693	2869644
16	266175	2871758
17	266378	2872228
18	266378	2872228
19	266963	2873583
20	266988	2873771
21	267219	2875524
22	266844	2878769

Fuente: Elaboración propia con datos del Promovente

Figura 1.2 Ruta del Proyecto dentro de la ZEE de México



Fuente: Elaboración propia

1.2.3. DURACIÓN DEL PROYECTO

Se estima un plazo de 3 días para llevar a cabo las actividades de tendido del cable de fibra óptica submarino e instalación del CEM y de 30 años para la ejecución de la etapa de operación y mantenimiento.

1.2.4. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se estima que el Proyecto tendrá una vida útil de 30 años.

1.3. DATOS DEL PROMOVENTE

1.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

[redacted]

1.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

[redacted]

1.3.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

[redacted]

Cargo: [redacted]

[redacted]

1.3.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[redacted]

1.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.4.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

[redacted]

1.4.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES / CURP

[redacted]

1.4.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

CURP: [redacted]

Cédula Profesional: [redacted]

1.4.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

ANEXOS ADJUNTOS

- ✓ Anexo 1.1 Acta constitutiva del Promovente
- ✓ Anexo 1.2 Poder notarial Promovente
- ✓ Anexo 1.3 Pasaporte del representante legal Promovente
- ✓ Anexo 1.4 Constancia de situación fiscal Promovente
- ✓ Anexo 1.5 INE responsable técnico

1.5. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La conectividad global y el intercambio de datos en la era digital dependen de una infraestructura física robusta y eficiente. En este contexto, los cables submarinos de fibra óptica representan la columna vertebral de las comunicaciones internacionales, transportando más del 95% del tráfico de datos y voz a nivel mundial. A diferencia de las conexiones satelitales, esta tecnología ofrece una capacidad de transmisión masiva, latencia mínima y una estabilidad operativa superior, factores críticos para el desarrollo

económico y la seguridad de la información.

El Proyecto consiste en el tendido de un cable de fibra óptica submarina que forma parte de un sistema de telecomunicaciones submarinas, el cual se desarrollará en aguas ultraprofundas del norte del Golfo de México, dentro de la ZEE de México a una distancia aproximada de 181.5 km de la zona fronteriza de Matamoros, Tamaulipas. La infraestructura tiene como finalidad la transmisión de datos de alta capacidad y velocidad, empleando tecnología de fibra óptica diseñada específicamente para operar en condiciones extremas de profundidad, presión y baja temperatura.

El Proyecto forma parte de un tramo de conexión transfronteriza que se origina en el Sur de la Isla del Padre, Texas (EUA) e ingresa a la ZEE de México, donde recorre una longitud aproximada de 24.62 km, hasta concluir en un CEM ubicado en el área denominada Campo Trion, en aguas ultraprofundas del Golfo de México. El Proyecto contempla, además del tendido del cable, la instalación del CEM como estructura submarina destinada a la terminación, fijación y conexión del sistema de telecomunicaciones.

Las actividades del Proyecto se desarrollarán en un entorno marino caracterizado por profundidades superiores a los 1,800.00 m en condiciones de oscuridad total, altas presiones, bajas temperaturas y limitaciones operativas para el acceso y monitoreo del fondo marino. Debido a estas características, el método de instalación considera un tendido directo sobre el lecho marino, sin procesos de zanjeado o enterramiento en la zona ultraprofunda, con el objetivo de garantizar la estabilidad de la infraestructura y minimizar las alteraciones al medio marino. Además, el cable submarino de fibra óptica está diseñado para operar de manera óptima bajo estas condiciones extremas.

Desde el punto de vista ambiental, el despliegue de cables de fibra óptica se caracteriza por ser una de las actividades humanas con menor impacto en el ecosistema marino. Al ser infraestructuras de diámetro reducido y composición inerte, su presencia en el lecho marino no genera emisiones ni alteraciones significativas en las corrientes o a la biodiversidad. Su instalación en zonas ultraprofundas se realiza de manera pasiva, permitiendo que el cable se integre al entorno bentónico sin necesidad de intervenciones mecánicas invasivas de gran escala.

1.5.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

El Proyecto corresponde a una obra de tendido de un cable de fibra óptica submarina que forma parte de un sistema de telecomunicaciones, destinado a operar en aguas ultraprofundas, el cual permitirá la transmisión de datos a alta velocidad mediante tecnología de fibra óptica. Se trata de un Proyecto nuevo, que contempla exclusivamente actividades de tendido, operación y verificación del cable, sin considerar procesos de zanjeado o enterramiento en la zona marina ultraprofunda.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta infraestructura responde a la necesidad de contar con un sistema de comunicación confiable, seguro y continuo, que brinde soporte a las actividades productivas y operativas asociadas al área denominada como Campo Trion, localizada en el norte del Golfo de México, en un entorno marino que presenta limitaciones técnicas significativas para el acceso, monitoreo y transmisión de información. El diseño del cable, los métodos de instalación y la selección de la ruta fueron definidos considerando las condiciones extremas del ambiente marino ultraprofundo, caracterizado por altas presiones, bajas temperaturas y una menor densidad biológica en comparación con zonas marinas someras, con el objetivo de reducir al mínimo las alteraciones al lecho marino y a los componentes ambientales presentes en el área de influencia del Proyecto.

El objetivo del Proyecto es establecer una infraestructura submarina estratégica que permita la conexión entre el Sur de la Isla del Padre, Texas (EUA), y el Campo Trion, ubicado dentro de la ZEE mexicana en las aguas ultraprofundas del Golfo de México. [redacted] realizará la instalación de dicha infraestructura para proveer el servicio en el Campo Trion. El Promovente del Proyecto ([redacted]) opera la red de comunicaciones de alta capacidad en alta mar más grande del mundo en el Mar del Norte y el Golfo de México, atendiendo a clientes de energía offshore con telecomunicaciones de primer nivel. [redacted] cuenta con la experiencia interna y la pericia técnica para diseñar, instalar y operar sistemas de cables de fibra óptica en entornos de aguas profundas donde se localiza la industria energética en alta mar.

1.5.2. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

1.5.2.1. DIMENSIONES DEL PROYECTO

El Proyecto contempla el tendido de un cable submarino de fibra óptica compuesto por dos tipos de armadura denominadas Nexans URC-1 LW1.9 y SA3.6. El cable submarino estará conformado en mayor parte por armadura Nexans URC-1 LW1.9 el cual abarcará una longitud de 24.52 km con un diámetro de 18 mm; y en menor medida por armadura URC-1 SA3.6, misma que tendrá una longitud de 0.1 km con un diámetro de 22 mm. Por lo anterior, el cable submarino tendrá una longitud total de 24.62 km y una superficie de contacto con el lecho marino de 443.56 m² a lo largo de su trazo dentro de la ZEE de México.

Adicionalmente, la instalación de CEM tendrá una superficie de 10.50 m², por lo que la superficie total de contacto del Proyecto sobre el lecho marino será de un total de 454.06 m². En la Tabla 1.2 se muestra el desglose de las dimensiones del Proyecto.

El tendido del cable submarino se llevará a cabo en el lecho marino de aguas ultraprofundas del norte del Golfo de México, a profundidades comprendidas entre -1,800.00 m y -2,600.00 m.

Tabla 1.2 Dimensiones del Proyecto

Infraestructura	Longitud	Diámetro	Superficie	Superficie total del cable	Superficie total de contacto con el lecho marino
Cable URC-1 LW1.9	24.52 km	18 mm	441.36 m^2	443.56 m²	454.06 m²
Cable URC-1 SA3.6	0.1 km	22 mm	2.2 m^2		
CEM	N/A	N/A	10.5 m²	N/A	

Fuente: Elaboración propia

1.5.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DEL PROYECTO

El Proyecto se desarrolla en una porción del golfo caracterizada por condiciones de oscuridad total, bajas temperaturas, alta presión, presencia de corrientes marinas y estructuras geológicas complejas como Cinturón Plegado Perdido. El ambiente bentónico presenta escasa fauna adaptada, que puede incluir corales de aguas frías, esponjas, equinodermos, crustáceos y peces demersales.

Tabla 1.3 Características ambientales en aguas ultra profundas

Clasificación	Rango de profundidad	Características ambientales
Aguas ultraprofundas	A más de 1,500.00 m	✓ Alta presión ✓ Oscuridad total ✓ Bajas temperaturas ✓ Corrientes fuertes ✓ Desconocimientos científico de características base ✓ Biodiversidad poco conocida, fauna abisal

Fuente: Elaboración propia

1.6. INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión estimada para la ejecución del Proyecto es de $33,767,485.00 (Treinta y tres millones setecientos sesenta y siete mil cuatrocientos ochenta y cinco pesos 00/100 M.N)

El Proyecto se divide únicamente en dos conceptos:

- ✓ Adquisición y tendido del cable submarino de fibra óptica NEXANS URC-1 LW1.9 Y SA3.6
- ✓ Adquisición e instalación del Módulo Final de Cable (CEM)

Mientras que el monto estimado para las medidas de mitigación se describen en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4. Estimación Económica de medidas propuestas para la prevención y mitigación ambiental derivadas del Proyecto.

Medida / Concepto	Costo estimado (MXN)	Justificación
Medidas para prevenir colisiones con megafauna (Tabla 4.2)		
Protocolo de avistamiento y actuación (tiempo de tripulación para vigilancia visual)	$0	Actividad realizada por la tripulación habitual del buque durante las jornadas de instalación; no requiere personal adicional ni equipos especiales. El costo está incluido en el contrato de operación del buque.
Limitación de velocidad de navegación	$0	Es una instrucción operativa que no genera costo adicional; se ejecuta dentro de las maniobras normales del buque.
Medidas para minimizar afectaciones al bentos		
Tendido superficial sin zanjeo	$0	Es el método de instalación base del proyecto; no representa un costo adicional porque ya estaba considerado en el diseño y en el contrato del buque.
Tendido por gravedad controlada mediante sistema controlado que no genera sedimentos.	$0	El sistema de tendido con tensión controlada (MakaiLay) es parte del equipamiento estándar del buque; su uso está incluido en el costo operativo diario.
Medidas para prevenir derrames		
Cumplimiento estricto del Convenio MARPOL	$0	El buque ya opera bajo certificación MARPOL; no hay costo adicional por cumplir la normativa.
Plan de Contingencia para Derrames (SOPEP)	$0	El plan ya existe a bordo; no se requiere elaboración adicional.
Equipos de respuesta a derrames (absorbentes, barreras, dispersantes)	$150,000	Costo estimado de mantener a bordo los equipos necesarios y de su reposición periódica (amortizado en la operación del buque). Se incluye como parte del costo de operación.
Prevención en operaciones de trasvase (no realizar trasvases en mar)	$0	Es una decisión operativa que no genera costo.

Medidas para monitoreo de integridad del cable (Tabla 4.5)		
Informe periódico a SEMARNAT (cada 5 años)	$250,000	Estimado por la elaboración de informes técnicos y administrativos durante los 30 años de vida útil (5 informes quinquenales). Incluye personal y gestión.
Costo total estimado de las medidas	**$400,000**	**No incluye costos de operación normal del buque que ya están contemplados en el contrato.**

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen los elementos que conformarán al Proyecto:

1.6.1. CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA NEXANS URC-1 LW1.9 Y SA3.6

El cable submarino corresponde al modelo Nexans URC-1 LW1.9 (24.52 km) y SA3.6 (0.1 km), con un diámetro de 18.00 y 22.00 mm respectivamente. Puede contener hasta 24 fibras ópticas tipo G.654D, protegidas en un tubo de acero inoxidable, con blindaje y funda exterior de polietileno. En las Figura 1.3Figura 1.4se muestran las secciones transversales del cable.

El cable submarino de fibra óptica ha sido diseñado con materiales de alta resistencia y armaduras especializadas que le confieren la estabilidad estructural necesaria para su instalación directa sobre el lecho marino, sin requerir procesos de enterramiento. Su ingeniería avanzada garantiza que, una vez asentado en su ubicación definitiva, permanecerá inalterable ante la acción de las corrientes marinas, asegurando su funcionalidad y durabilidad en el entorno submarino.

Figura 1.3 Sección transversal del cable URC-1 LW1.9

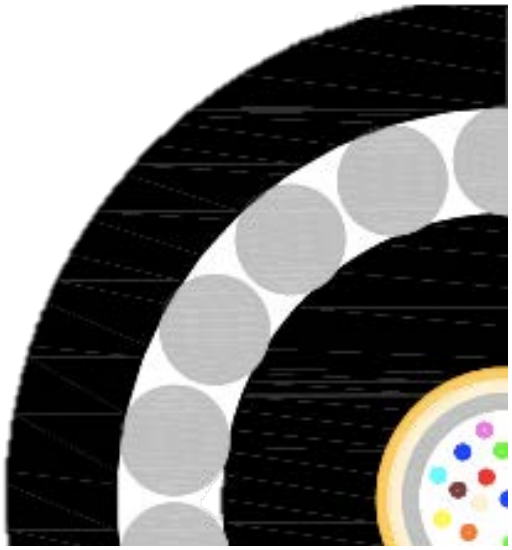
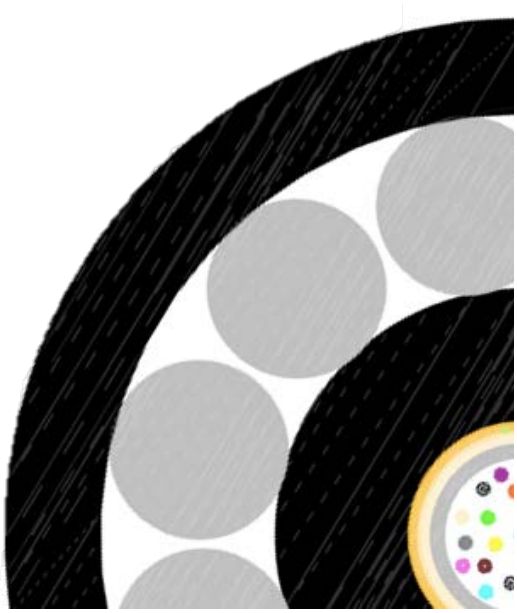


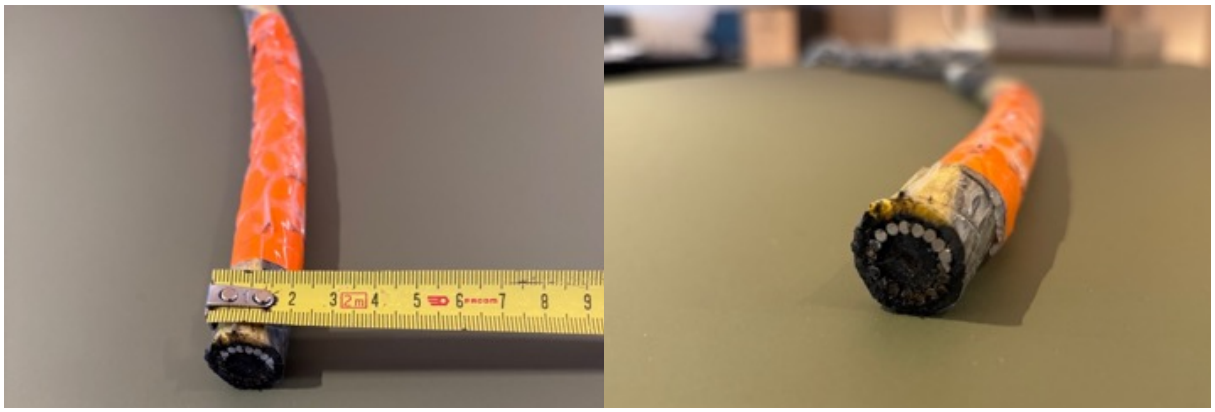
Figura 1.4 Sección transversal del cable URC-1 SA3.6



Fuente: Ficha técnica del cable submarino de fibra óptica, Nexans

En la Figura 1.5 se presentan fotografías del cable submarino de fibra óptica.

Figura 1.5 Fotografías del cable submarino de fibra óptica (LW 1.9 cable).



Fuente: Fotografías proporcionadas por el Promovente

En la Tabla 1.5 se muestran especificaciones técnicas del cable, mismo que está diseñado para operar de manera óptima en condiciones de aguas ultraprofundas, con alta resistencia a las bajas temperaturas, presiones hidrostáticas elevadas y corrientes marinas. Su peso sumergido de 0.4 y 0.7 kg/m garantiza la estabilidad mecánica necesaria para que el cable se asiente de forma permanente en el lecho marino. Esto evita desplazamientos laterales provocados por las corrientes de fondo, minimizando así el riesgo de rupturas y la necesidad de reparaciones correctivas a futuro. Asimismo, la estabilidad del cable en el fondo marino previene la resuspensión de sedimentos,

manteniendo la integridad de las condiciones físicas del sitio de despliegue.

La instalación del cable submarino garantiza un impacto ambiental mínimo, además de ajustarse rigurosamente a la normativa internacional vigente, asegurando su sostenibilidad y viabilidad a largo plazo.

Tabla 1.5 Especificaciones técnicas del Nexans URC-1 LW1.9 y SA3.6

Especificaciones técnicas	Cable Nexans URC-1	
	LW1.9	SA3.6
Diámetro del núcleo del cable	10 mm	10 mm
Diámetro exterior del cable	18 mm	22 mm
Peso en aire	0.7 kg/m	1.2 kg/m
Peso en agua de mar	0.4 kg/m	0.7 kg/m
Profundidad máxima de despliegue	4000 m	3000 m
Resistencia a la presión hidrostática	400 Bar	400 Bar
Carga mínima de rotura	75 kN	160 kN
Rango de temperatura de operación	-10 a 55 ºC	-10 a 55 ºC
Resistencia al aplastamiento	20 kN	25 kN
Resistencia al impacto	200 J	300 J

Fuente: Ficha técnica del cable submarino de fibra óptica, Nexans

1.6.1.1. CRITERIO DE SELECCIÓN DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA

Para seleccionar el cable submarino de fibra óptica adecuado para la instalación en el Proyecto de línea que se origina en el Sur de la Isla del Padre en Texas, y en particular, hasta el Campo Trion en aguas ultraprofundas del Golfo de México; se consideraron los siguientes criterios técnicos y ambientales.

CRITERIOS TÉCNICOS

- ✓ Profundidad: El cable debe ser capaz de soportar la presión a una profundidad de -2,600.00 metros.
- ✓ Capacidad de transmisión: El cable debe tener una capacidad de transmisión adecuada para soportar el tráfico de datos esperado.

- ✓ Tipo de fibra: El cable debe utilizar fibra óptica monomodo para minimizar la atenuación de la señal. El cable STX es de tipo fibra de ultra baja latencia.

- ✓ Protección mecánica: Dada la profundidad y las características del área del Proyecto en aguas ultraprofundas mexicanas, la protección mecánica no es un requerimiento técnico.

- ✓ Conectividad: El sistema debe tener conectores adecuados ubicados en el CEM para conectarse a los equipos de transmisión y recepción.

CRITERIOS AMBIENTALES

- ✓ Resistencia a la corrosión: El cable debe ser resistente a la corrosión causada por el agua salada y otros factores ambientales.

- ✓ Impacto ambiental: El cable debe ser diseñado para minimizar su impacto ambiental, incluyendo la reducción de residuos y la protección de la vida marina.

- ✓ Certificaciones: El cable debe cumplir con las certificaciones y regulaciones ambientales relevantes, como la norma IEC 60794 e ITU-T Rec. G.654.

NORMA IEC 60794

La Norma IEC 60794 es una serie de normas internacionales que se refieren a los cables de fibra óptica. La norma se divide en varias partes, cada una de las cuales se enfoca en un aspecto específico de los cables de fibra óptica.

COMPONENTES DE LA NORMA IEC 60794

- ✓ IEC 60794-1: Parte 1: Especificaciones genéricas.

- ✓ IEC 60794-2: Parte 2: Cables de fibra óptica para uso interior.

- ✓ IEC 60794-3: Parte 3: Cables de fibra óptica para uso exterior.

- ✓ IEC 60794-4: Parte 4: Cables de fibra óptica para uso submarino.

- ✓ IEC 60794-5: Parte 5: Cables de fibra óptica para uso en instalaciones de telecomunicaciones.

REQUISITOS DE LA NORMA

La Norma IEC 60794 establece requisitos para los cables de fibra óptica, incluyendo:

- ✓ Características ópticas: La norma específica los requisitos para la atenuación, la dispersión y la reflectancia de los cables de fibra óptica.

- ✓ Características mecánicas: La norma específica los requisitos para la resistencia a la tensión, la compresión y la flexión de los cables de fibra óptica.

- ✓ Características ambientales: La norma específica los requisitos para la resistencia a la corrosión, la temperatura, la humedad, la reciclabilidad, la radiación y el uso de materiales sostenibles de los cables de fibra óptica.

- ✓ Seguridad: La norma específica los requisitos para la seguridad de los cables de fibra óptica, incluyendo la protección contra la propagación de incendios y la emisión de gases tóxicos.

IMPORTANCIA DE LA NORMA

La Norma IEC 60794 establece requisitos uniformes para los cables de fibra óptica, lo que garantiza la interoperabilidad y la compatibilidad de los cables de diferentes fabricantes. Además, la norma ayuda a asegurar la seguridad y la confiabilidad de los sistemas de comunicaciones que utilizan cables de fibra óptica.

ASPECTOS AMBIENTALES ATENDIDOS POR LA NORMA IEC 60794

La Norma IEC 60794 se enfoca en los cables de fibra óptica y aborda varios aspectos ambientales, incluyendo:

- ✓ Resistencia a la corrosión: La norma específica los requisitos para la resistencia a la corrosión de los cables de fibra óptica, lo que es importante para proteger el medio ambiente de la liberación de sustancias químicas dañinas.

- ✓ Resistencia a la humedad: La norma específica los requisitos para la resistencia a la humedad de los cables de fibra óptica, lo que es importante para prevenir la liberación de sustancias químicas dañinas en el medio ambiente.

- ✓ Resistencia a la temperatura: La norma específica los requisitos para la resistencia a la temperatura de los cables de fibra óptica, lo que es importante para prevenir la degradación del medio ambiente debido a la liberación de calor.

- ✓ Resistencia a la radiación: La norma específica los requisitos para la resistencia a la radiación de los cables de fibra óptica, lo que es importante para prevenir la degradación del medio ambiente debido a la exposición a la radiación.

- ✓ Uso de materiales sostenibles: La norma promueve el uso de materiales sostenibles en la fabricación de cables de fibra óptica, lo que reduce el impacto ambiental de la producción y el desecho de estos cables.

- ✓ Reciclabilidad: La norma específica los requisitos para la reciclabilidad de los cables de fibra óptica, lo que es importante para reducir el impacto ambiental del desecho de estos cables.

- ✓ Eliminación de sustancias peligrosas: La norma específica los requisitos para la eliminación de sustancias peligrosas en los cables de fibra óptica, lo que es importante para prevenir la contaminación del medio ambiente.

- ✓ Impacto ambiental de la producción: La norma promueve la reducción del impacto ambiental de la producción de cables de fibra óptica, incluyendo la reducción de la energía y los recursos utilizados en la producción.

La Norma IEC 60794 se enfoca en los siguientes aspectos ambientales específicos:

- ✓ **Clima**: La norma aborda el impacto del cambio climático en la producción y uso de cables de fibra óptica.

- ✓ **Agua**: La norma aborda el impacto de la producción y uso de cables de fibra óptica en la calidad del agua.

- ✓ **Suelo**: La norma aborda el impacto de la producción y uso de cables de fibra óptica en la calidad del suelo.

- ✓ **Biodiversidad**: La norma aborda el impacto de la producción y uso de cables de fibra óptica en la biodiversidad.

Es importante destacar que la Norma IEC 60794 es una norma de producto y no una norma de gestión ambiental. Sin embargo, la norma promueve la adopción de prácticas sostenibles y la reducción del impacto ambiental en la producción y uso de cables de fibra óptica, generando una cadena de valor ambiental.

NORMA IEC 60794-4

La Importancia de la Norma IEC 60794-4: Cables de Fibra Óptica, para uso submarino; se puede entender porque establece y garantiza los requisitos técnicos uniformes para la fabricación de cables de fibra óptica, que contribuyen a poder certificar la seguridad y la confiabilidad de los sistemas de comunicaciones que utilizan estos cables, incluso hasta en medios submarinos extremos.

La Norma IEC 60794-4 también atiende características ambientales; específica los requisitos para la resistencia a la corrosión, la temperatura, la humedad, la reciclabilidad, la radiación y el uso de materiales sostenibles de los cables de fibra óptica.

Es importante destacar que la Norma IEC 60794-4 es una norma de producto y no una norma de gestión ambiental. Sin embargo, la norma promueve la adopción de prácticas sostenibles y la reducción del impacto ambiental en la producción y uso de cables de fibra óptica, generando una cadena de valor ambiental.

1.6.1.2. REGULACIÓN Y APLICACIÓN DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS

ENTIDADES REGULADORAS

- ✓ Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT): La UIT es la agencia especializada de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). La UIT desarrolla y publica normas y recomendaciones para la industria de las TIC, incluyendo las normas ITU-T mencionadas anteriormente.

- ✓ Comisión Electrotécnica Internacional (IEC): La IEC es una organización internacional que desarrolla y publica normas para la industria electrotécnica, incluyendo las normas IEC mencionadas anteriormente.

- ✓ Organización Internacional para la Estandarización (ISO): La ISO es una organización internacional que desarrolla y publica normas para una amplia gama de industrias.

ENTIDADES DE CERTIFICACIÓN

- ✓ Organismos de certificación: Los organismos de certificación son entidades independientes que evalúan y certifican la conformidad de los productos y servicios con las normas y procedimientos establecidos.

- ✓ Algunos ejemplos de organismos de certificación son UL (Underwriters Laboratories), TÜV (Technischer Überwachungsverein) y SGS (Société Générale de Surveillance).

- ✓ Laboratorios de prueba: Los laboratorios de prueba son entidades que realizan pruebas y evaluaciones de los productos y servicios para determinar su conformidad con las normas y procedimientos establecidos.

ENTIDADES DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

- ✓ Autoridades nacionales de regulación: Las autoridades nacionales de regulación son entidades gubernamentales que supervisan y controlan la aplicación de las normas y procedimientos en cada país. Algunos ejemplos son la Comisión Federal de Telecomunicaciones (FCC) en Estados Unidos y la Agencia de Regulación y Supervisión de Telecomunicaciones (ARST) en México.

- ✓ Organismos de inspección: Los organismos de inspección son entidades que realizan inspecciones y auditorías para determinar la conformidad de los productos y servicios con las normas y procedimientos establecidos.

1.6.2. MÓDULO FINAL DE CABLE (CEM)

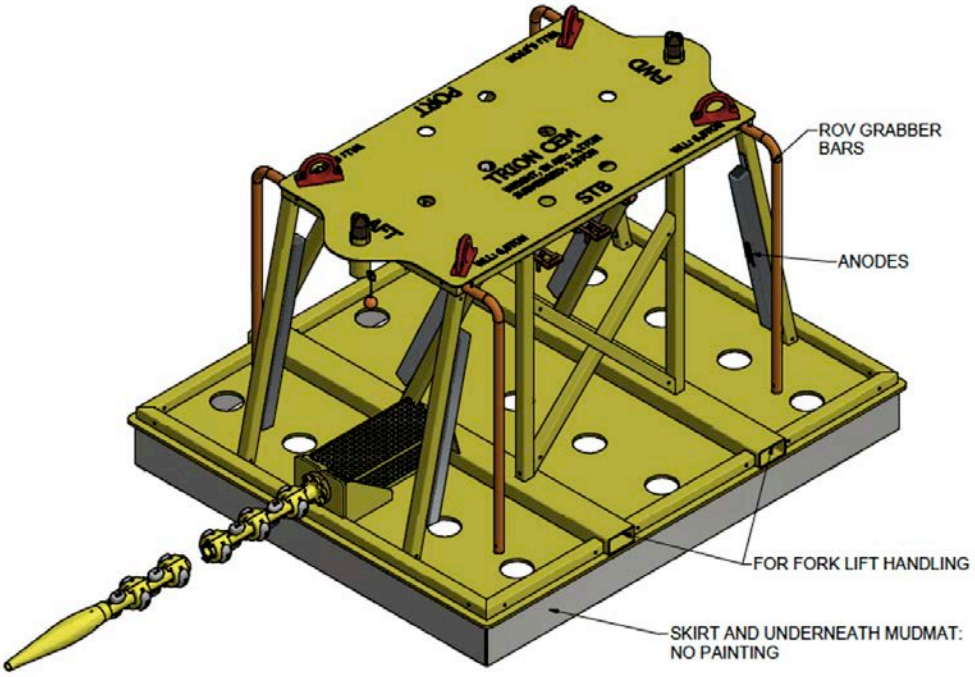
El CEM es una estructura de alta resistencia que aloja el extremo del cable. Su función principal es proporcionar un entorno estable y protegido para el conjunto de terminación,

donde las fibras ópticas se separan y se preparan para la conexión con otros dispositivos a través de conectores ópticos submarinos fijados en la estructura.

El CEM contempla una superficie de 10.5 m² (3.0 m de largo, 3.5 m de ancho y 2.5 m de alto) y un peso total de 4.1 ton fuera del agua y 3.5 ton sumergido, esta estructura está diseñada para instalarse en aguas ultraprofundas de hasta 3,000 m, soportando temperatura de -20 a 60 ºC. Corresponde a la estructura submarina destinada a la terminación y conexión del cable submarino en el área denominada Campo Trion.

El CEM funciona como una terminación mecánica que permite fijar y gestionar la tensión del cable, así como albergar las terminaciones ópticas necesarias para su conexión con los sistemas internos. En la Figura 1.6 se muestra una ilustración del CEM que se empleará en el Proyecto.

Figura 1.6 Ilustración del CEM



Fuente: Información proporcionada por el Promovente

El módulo cuenta con conectores submarinos tipo wet-mate los cuales se pueden observar en la Figura 1.7, mismos permiten realizar conexiones ópticas directamente bajo el agua, facilitando su instalación mediante el uso de vehículos operados remotamente (ROV). Asimismo, la estructura base del CEM está equipada con “mudmat” integrado, y funcionan como sistema de fijación permanente, garantizando la estabilidad estructural del módulo sobre el lecho marino y asegurando su confiabilidad y durabilidad en el entorno submarino.

De esta manera se evita el uso de adhesivos químicos o la colocación de pilotes invasivos

que pudieran perjudicar el lecho marino. Así pues, el CEM está fabricado con acero de bajo carbono y cubierta con NORSOK M-501, system 7B y cuenta con protección catódica de acuerdo con las normas internacionales DNV-RP-B401 y NORSOK M-503 lo cual lo convierte en una estructura libre de corrosión, evitando la liberación de sustancias en el medio marino.

Figura 1.7 Conectores submarinos tipo wet-mate



Fuente: Información proporcionada por el Promovente

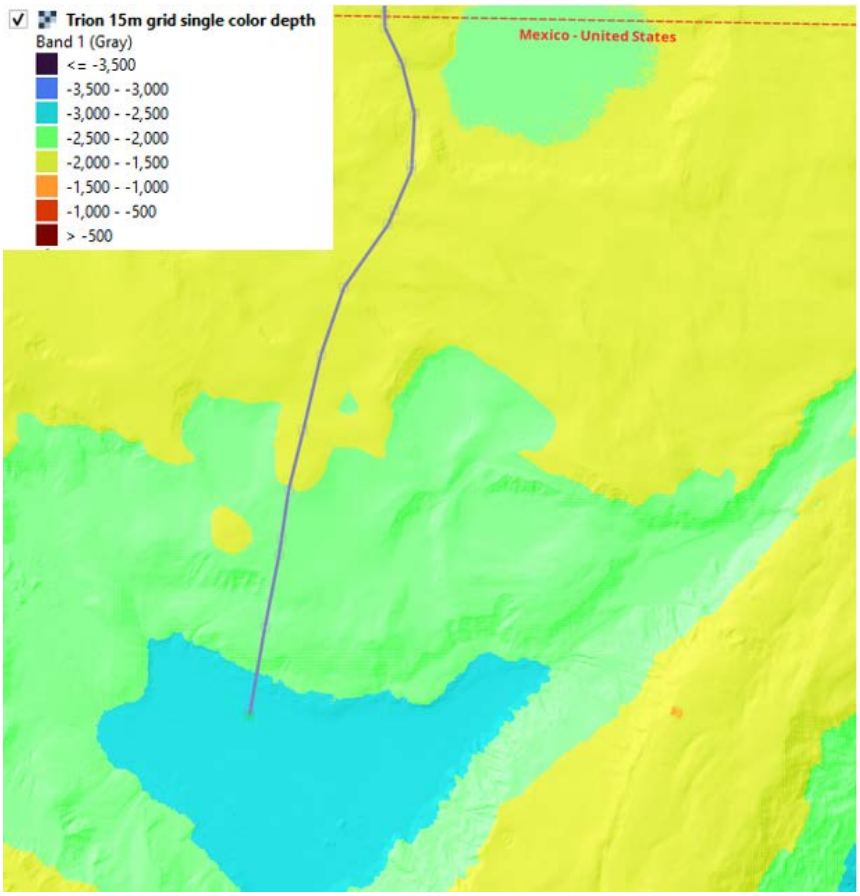
1.6.3. SELECCIÓN DE LA RUTA

La ruta del cable fue seleccionada para proporcionar conectividad dentro del área conocida como el Campo Trion. Antes de establecer el alineamiento final, los equipos técnicos de los desarrolladores realizaron estudios detallados del fondo marino y utilizaron datos de batimetría de acceso público para identificar y evitar obstáculos, así como para mitigar los impactos ambientales, garantizando una instalación eficiente y responsable. Los datos batimétricos fueron validados mediante datos de prospección proporcionados por el cliente final. La ingeniería de la ruta se realizó utilizando un conjunto de datos con una cuadrícula de 15.00 m, la cual es una resolución adecuada para el tendido libre de cables en aguas profundas.

1.6.3.1. BATIMETRÍA

La Figura 1.8 muestra la superposición de la ruta del cable sobre la batimetría en la ZEE localizada en aguas mexicanas. La ruta del cable ha sido diseñada y seleccionada para evitar pendientes pronunciadas y zonas de deslizamiento en la medida de lo posible. Esto proporciona mayor estabilidad y seguridad para el cable.

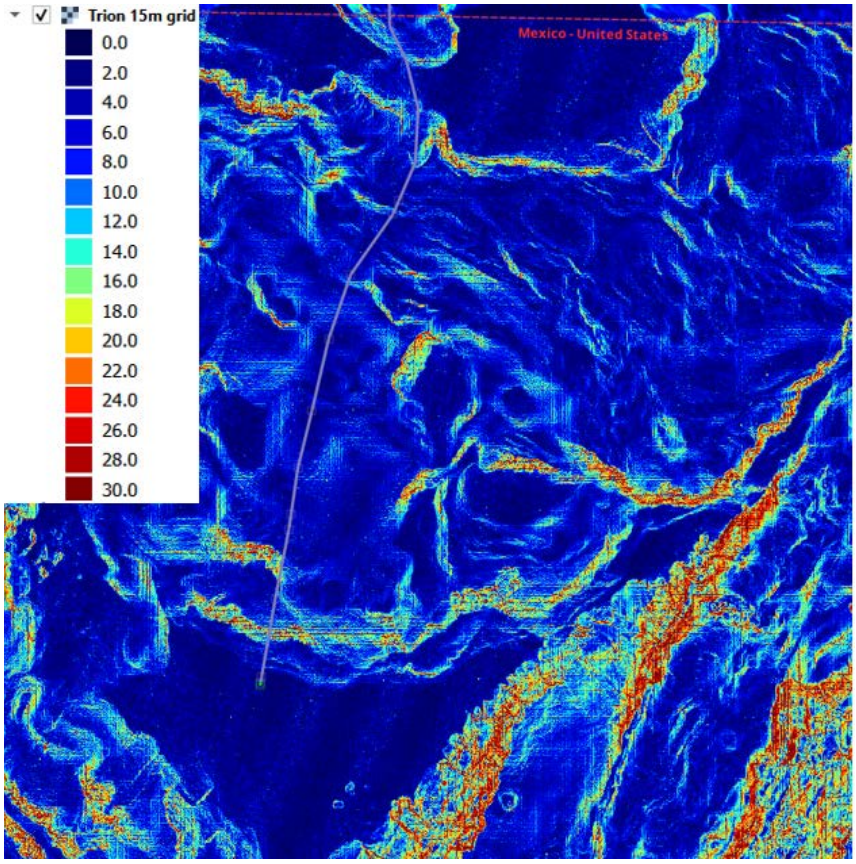
Figura 1.8 Superposición de la ruta del cable sobre la batimetría en aguas mexicanas



Fuente: Elaboración propia con datos de [redacted]

La Figura 1.9 muestra un mapa de pendientes de las áreas específicas de inclinación y grado de pendiente en el sitio del Proyecto. Los colores representan la inclinación del terreno en grados. Las zonas en azul oscuro indican terrenos planos o con poca pendiente (0º a 4º), mientras que los tonos naranjas y rojos señalan pendientes pronunciadas (superiores a 20º o 30º), que suelen ser crestas o laderas escarpadas. La línea verde muestra la ruta planificada dentro de la ZEE. Este tipo de análisis es fundamental en ingeniería para identificar puntos críticos donde el cable debe cruzar zonas de alta pendiente, lo cual influye en el diseño de los apoyos, la tensión del cable y la accesibilidad para el mantenimiento.

Figura 1.9 Mapa de pendientes en el sitio



Fuente: Información proporcionada por el Promovente

1.6.4. PROGRAMA DE TRABAJO

Se estima que las actividades de tendido del cable submarino dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México se realizarán en un periodo aproximado de 3 días mediante el uso de un buque cablero especializado que transitará por la ZEE de México durante el tendido. En la Tabla 1.6 se muestra el programa de trabajo del Proyecto.

Tabla 1.6 Programa de trabajo

Actividad	Días			Años
	1	2	3	30
Tránsito al Campo Trion	X			
Pruebas de posicionamiento dinámico	X			
Despliegue del CEM	X	X		
Tendido del cable		X	X	

Operación ordinaria del cable				X

Fuente: Elaboración propia con datos del Promovente

1.6.5. INSTALACIÓN DEL CEM

El CEM será descendido hasta el lecho marino (a una profundidad de aproximada de -2,560.00 m) mediante una grúa a bordo del buque cablero. Un vehículo operado a distancia (ROV, por sus siglas en inglés), desplegado desde la misma embarcación, auxiliará en el posicionamiento de la estructura en el fondo marino y procederá a retirar el aparejo de izaje una vez que el CEM esté correctamente ubicado.

Posteriormente, el buque cablero se alejará lentamente del CEM, desenrollando y tendiendo el cable de manera gradual. Durante los primeros 500.00 metros desde el CEM, el ROV monitoreará el punto de contacto (touch-down) del cable con el lecho marino para asegurar que se registre su posición con exactitud. Finalmente, el ROV será recuperado por el buque cablero y el tendido del cable continuará a lo largo de la ruta hacia el límite de la ZEE entre México y EUA a una velocidad de aproximadamente 0.5 a 1.6 nudos (1 a 3 km/h).

1.6.6. TENDIDO E INSTALACIÓN DEL CABLE SUBMARINO EN LA ZONA MARINA ULTRAPROFUNDA

El tendido del cable se realizará mediante el CECON VIGOR, buque cablero altamente especializado, que desplegará el cable directamente sobre la superficie del lecho marino. No se contempla el zanjeado ni enterramiento del cable en aguas ultraprofundas, lo que minimiza la alteración del sedimento y reduce los impactos ambientales.

El procedimiento de instalación de cable submarino de fibra óptica en aguas ultraprofundas implica varios pasos y requiere de personal y equipo altamente especializado.

1. **Selección y Preparación del Buque**

- ✓ El buque de instalación se posiciona en la ubicación designada. Es importante mencionar que el buque hará escala en un puerto designado dentro de EUA por lo que no tendrá incidencia en puertos mexicanos.

- ✓ Se despliega el equipo de instalación, incluyendo el ROV (Vehículo de Operación Remota) y el sistema de tendido de cable.

2. **Selección y Preparación del Cable**

- ✓ El cable de fibra óptica submarina se carga en el buque y se prepara para la instalación.

- ✓ Se verifica la integridad del cable y se aseguran los extremos.

3. **Tendido del Cable**

- ✓ El ROV se despliega y posiciona para el monitoreo del CEM y del cable durante el despliegue.
- ✓ El ROV asiste en el posicionamiento final y el asentamiento (landing) del CEM antes de iniciar el tendido del cable.
- ✓ El cable se comienza a liberar (paid out) desde la embarcación: Mientras esta inicia un alejamiento paulatino para comenzar con el tendido.

El ROV monitorea el punto de contacto, asegurando que el cable se tienda de manera uniforme y mantenga la tensión correcta, mientras el CEM permanece estable en su posición.

- ✓ El ROV verifica la posición final instalada del CEM antes de que el ROV sea recuperado a cubierta y el tendido del cable continúe.
- ✓ El tendido del cable se llevará a cabo utilizando el software MakaiLay: El cual modela la catenaria del cable en la columna de agua y estima la ubicación del punto de contacto a lo largo de la ruta.
- ✓ Durante la instalación del cable, el personal del buque instalador genera reportes diarios de la operación y la ruta de tendido final.

4. **Verificación de la Integridad del Cable**

- ✓ Se verifica la integridad del cable utilizando un sistema de prueba de cable.
- ✓ Se comprueba que el cable esté funcionando correctamente y que no haya daños.

5. **Conexión del Cable**

- ✓ Se conecta el cable a los equipos de infraestructura del cliente final y se realizan pruebas para posteriormente poner el sistema en funcionamiento.
- ✓ Se verifica la conexión y se prueba el cable.

1.6.6.1. PERSONAL ESPECIALIZADO

El personal que se encontrará a bordo del buque cablero está altamente especializado para realizar los trabajos de tendido del cable submarino.

- ✓ Ingenieros de cable submarino de fibra óptica.
- ✓ Técnicos de ROV.

- ✓ Operadores del buque cablero.
- ✓ Especialistas en seguridad y medio ambiente.

1.6.7. INSUMOS Y EQUIPO

1.6.7.1. BUQUE CABLERO CECON VIGOR

El Buque cablero que será utilizado para el despliegue del cable submarino será el CECON VIGOR. Esta embarcación está altamente especializada y diseñada específicamente para los trabajos que serán realizados por el Proyecto.

El CECON VIGOR es un buque de instalación de cables de vanguardia, con tecnología de punta. Está equipado con un sistema de baterías para el almacenamiento de energía híbrida y generadores de combustible dual para el uso de metanol, la embarcación presenta una reducción significativa de emisiones nocivas en comparación con el tonelaje convencional existente. A continuación, se muestran la capacidades técnicas y especificaciones del CECON VIGOR:

- ✓ **Capacidad de Almacenamiento de Cable**: La embarcación puede albergar más de 2,800 toneladas de cable en un tanque de almacenamiento bajo cubierta, adicional al tanque de almacenamiento modular CECON ubicado sobre cubierta.
- ✓ **Área de Cubierta**: Cuenta con un área de cubierta abierta de 1,020.00 m², lo que proporciona un amplio espacio para equipo submarino especializado.
- ✓ **Grúa con Compensación Activa de Oleaje (AHC) en 3D**: Equipada con una grúa AHC de 70 toneladas, la embarcación puede colocar el CEM con extrema precisión en el lecho marino, neutralizando eficazmente los efectos del movimiento del barco causados por el oleaje.
- ✓ **Alojamiento y Seguridad**: El CECON Vigor tiene una capacidad de alojamiento para 100 personas, construido bajo los estándares de seguridad del Código para Buques de Propósitos Especiales (Código SPS).

En la Figura 1.10 se muestra una ilustración del CECON VIGOR, buque cablero que será utilizado para la instalación del CEM y el tendido del cable.

Figura 1.10 Ilustración del CECON VIGOR



Fuente: Ficha técnica CECON VIGOR

DIMENSIONES Y CAPACIDAD DE CARGA

Las dimensiones y diseño del CECON VIGOR permiten soportar la carga necesaria para realizar los trabajos de tendido del cable submarino y la colocación del CEM. En las Tablas Tabla 1.7Tabla 1.8 se muestran las dimensiones principales y la capacidad de carga del CECON VIGOR respectivamente.

Tabla 1.7 Dimensiones principales del CECON VIGOR

Componente	Dimensión
Eslora total	99.90 m
Eslora entre perpendiculares	92.90 m
Manga de trazado	21.00 m
Puntal a la cubierta principal	9.00 m
Calado de diseño	6.10 m
Calado máximo	7.35 m
Calado mínimo	4.00 m

Fuente: Ficha técnica de CECON VIGOR

Tabla 1.8 Capacidad de carga del CECON VIGOR

Insumos	Capacidad
Capacidad de la bodega de carga de cable	2,650.00 T
Combustible	1,300 m^3
Metanol	700 m^3
Agua potable	400 m^3
UREA	80 m^3
Capacidad de carga en cubierta	10 T/m^2

Fuente: Ficha técnica de CECON VIGOR

En las Figuras delFigura 1.11 alFigura 1.14 se muestran vistas del buque cablero CECON VIGOR que será utilizado para el tendido del cable submarino.

Figura 1.11 Vista lateral del CECON VIGOR

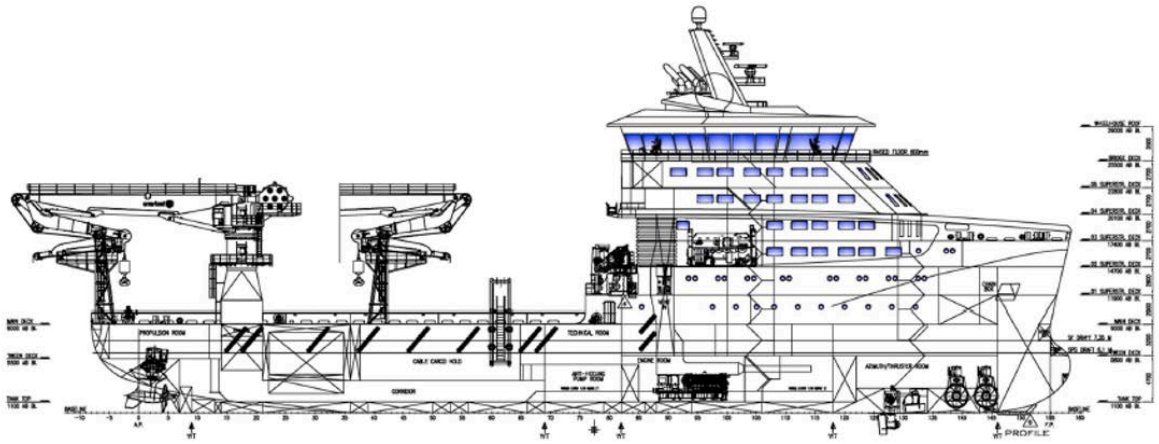


Figura 1.12 Vista superior del CECON VIGOR

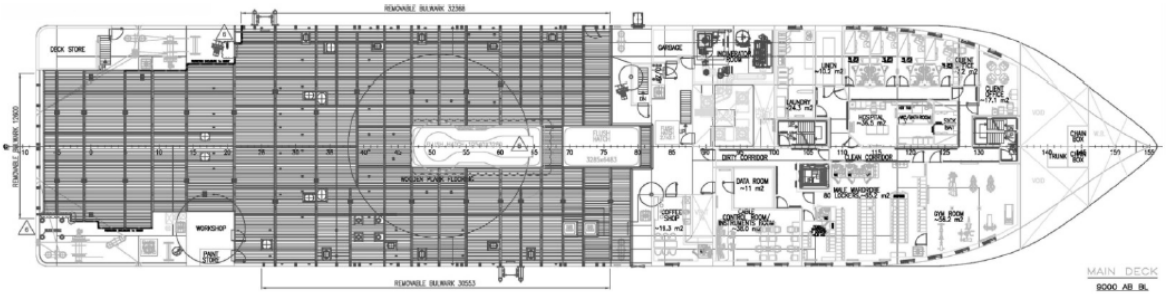


Figura 1.13 Vista frontal del CECON VIGOR

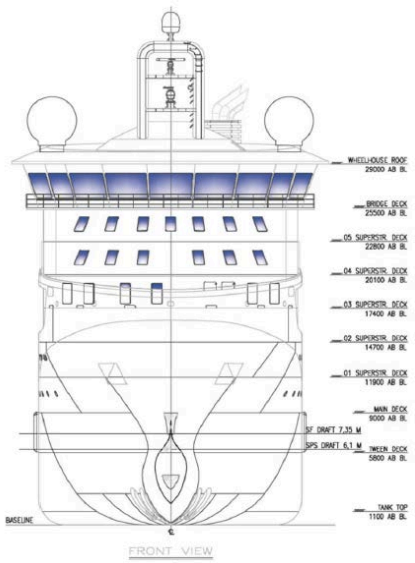
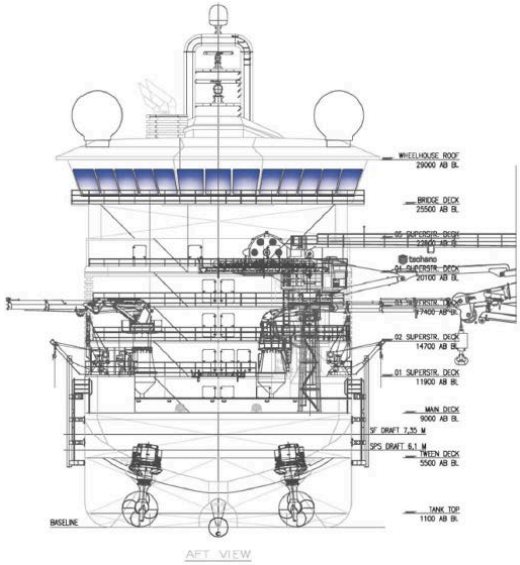


Figura 1.14 Vista trasera del CECON VIGOR



Fuente: Ficha técnica CECON VIGOR

ANEXOS ADJUNTOS

- ✓ Anexo 1.6 Ficha técnica CECON VIGOR

ROV

Se utilizará un ROV de trabajo Merlin WR200 (WROV) para asistir y garantizar la instalación precisa del CEM y el cable de fibra óptica en el centro de operaciones de Trion. El Merlin WR200 es un ROV eléctrico, menos intrusivo con el medio ambiente que los sistemas ROV tradicionales, y reduce el consumo de aceite hidráulico durante las operaciones. (Figura 1.15).

A continuación se presentan las características principales del Merlin WR200::

- ✓ **Profundidad máxima de operación**: 3000 m – adecuada para soportar la instalación del CEM a aproximadamente 2560.00 m.

- ✓ **Manipuladores**: o 1 manipulador Schilling Rig Master de 5 funciones – adecuado para guiar el CEM a su posición y orientación finales o 1 manipulador Schilling Titan-4 de 7 funciones – adecuado para la desconexión del equipo de elevación. **Cámaras y luces**: El WROV está equipado con numerosas cámaras y luces para garantizar una buena visibilidad del operador durante todas las operaciones a cualquier profundidad.

- ✓ **Sistema de propulsión**: El WROV es de vuelo libre y está equipado con 8 propulsores de 12” (4 verticales y 4 horizontales), que proporcionan una fuerza de tracción de 8 kN en cualquier dirección, adecuada para guiar el CEM a su posición y orientación finales.

- ✓ **Sensores**: El WROV está equipado con sensores de profundidad, rumbo, cabeceo y balanceo para permitir un control preciso de la posición durante las operaciones. También está equipado con un sonar para asistir a los operadores. Visibilidad de los obstáculos circundantes durante la operación**.**

- ✓ **Comunicación**: El ROV está conectado mediante un cable central a la sala de control de Cecon Vigor, para una comunicación precisa entre el operador de superficie y el ROV.

Figura 1.15 ROV Modelo Merlin WR200



Fuente: Información proporcionada por el Promovente

ANEXOS ADJUNTOS

- ✓ Anexo 1.7 Ficha técnica ROV Modelo Merlin WR200

1.6.8. OPERACIÓN Y VERIFICACIÓN

El Proyecto cuenta con una vida útil proyectada de 30 años. Durante su etapa operativa, la infraestructura no requiere de intervenciones de mantenimiento preventivo rutinario; su integridad y correcto funcionamiento se supervisan mediante el monitoreo continuo de la señal de telecomunicaciones en las estaciones terminales terrestres, donde la ausencia de intermitencias valida la estabilidad del sistema.

Una vez instalado, el cable permanecerá inerte e inalterable ante la acción de las corrientes marinas, asegurando su funcionalidad y durabilidad en el entorno submarino. Esto se debe a que el cable está diseñado específicamente para soportar las condiciones del sitio, minimizando el riesgo de rupturas y la necesidad de reparaciones correctivas a futuro.

Sin embargo, en caso de ocurrir algún corte o ruptura en el cable se procederá con realizar las reparaciones necesarias.

1.6.9. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

La vida útil del Proyecto se prospecta en 30 años, pudiendo incluso extenderse el periodo

en condiciones adecuadas, durante este periodo, la fauna marina propia de las zonas abisales habría colonizado la estructura del recubrimiento del cable, generando un sustrato para un número importante de especies marinas de hábitos sésiles o incrustantes (briozoos, hidrozoos, anémonas), y en el caso de que se requiriera retirar el cable se tendría una alteración, que aunque fuera abrupta, en términos generales es pequeña debido al diámetro del cable y la diminuta superficie que representa en el lecho marino.

El protocolo para su abandono se considera de la siguiente manera:

- ✓ Desconexión y Aseguración: El sistema se desconecta del equipo de transmisión a través de un conector especial en el extremo del cable. Este conector tiene un sello automático que se cierra al separarse para proteger el sistema. Tanto el cable como su módulo final se quedan fijos en su lugar. Si fuera necesario, el cable se puede cortar para recuperar el módulo, mientras que el cable se sube al barco para sellar su punta y se vuelve a bajar al fondo del mar para dejarlo ahí de forma segura.

- ✓ Documentación: Se realizará un último registro documental asentando las coordenadas donde quedara el cable, para evitar perturbaciones no necesarias ya no será necesario remover ni analizar la condición del cable.

- ✓ Permitir que el ecosistema continúe desarrollándose sobre la estructura. Con el tiempo (decenas de años), los sedimentos lograrán cubrirlo por completo, integrándolo en el lecho marino, para cuando el tiempo de vida útil del cable haya terminado (30 años), esto ya habrá ocurrido.

1.6.10. RESIDUOS

1.6.10.1. TENDIDO E INSTALACIÓN DEL CABLE SUBMARINO

Conforme al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), se prohíbe la descara de casi todos los residuos, privilegiando el principio de “retener a bordo y entregar en puerto”. Durante el tendido de cable, los residuos seguirán el siguiente protocolo:

PROTOCOLO DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO A BORDO

El buque cablero posee un Plan de Gestión de Residuos, aprobado por la administración del país bandera, con los detalles que se describen a continuación:

Segregación en la Fuente: Los residuos se separan en contenedores diferentes desde el momento de su generación.

- ✓ Plásticos (bolsas, envolturas, botellas).

- ✓ Residuos alimenticios (preferiblemente en su propio contenedor).

- ✓ Papel y cartón (pueden compactarse).
- ✓ Metales (latas, tapas).
- ✓ Vidrio.

Residuos especiales: Productos químicos, baterías, lámparas fluorescentes (se almacenan en su respectivo sitio, para su disposición en puerto).

Residuos oleosos (trapos, mechas): Se gestionan bajo el Anexo I de MARPOL y NO pueden mezclarse con basura común. Se almacenarán en contenedores cerrados y a prueba de fugas.

Sistemas de Almacenamiento a Bordo: Los contenedores debidamente etiquetados y con tapa: Claramente identificados (pictogramas y texto) según el tipo de residuo (plásticos, papel, etc.).

Cuartos o cámaras de residuos: Almacén designado.

- ✓ Compactadoras y Trituradoras: Se usan para reducir el volumen de residuos como cartón, plásticos (solo para reducir volumen, NO para descargarlos) y restos de comida (para permitir su posible descarga).
- ✓ Sistema de tratamiento de aguas residuales (Aguas Sucias): Regulado por el Anexo IV de MARPOL. Las aguas tratadas pueden descargarse en ciertas condiciones; los lodos resultantes deben almacenarse para su descarga en puerto.

1. **Registro y Documentación Obligatoria**: Se mantiene un registro de los residuos generados en el buque cablero.

- ✓ Libro de Registro de Residuos (Garbage Record Book).
- ✓ Se debe anotar cada operación de descarga, incineración o entrega de residuos a instalaciones portuarias.
- ✓ Cada entrada debe ser fechada, firmada por el oficial a cargo y por el capitán.
- ✓ El libro debe conservarse a bordo por 24 meses después de la última anotación.
- ✓ Entrega a Instalaciones Portuarias (Recepción en Tierra).
- ✓ Al llegar a puerto, los residuos almacenados deben entregarse a las instalaciones receptoras de residuos autorizadas.
- ✓ El capitán debe obtener y conservar un recibo o certificado de la instalación receptora, indicando el tipo y volumen de residuos entregados.

DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

Es importante mencionar que los residuos que se generen dentro del buque instalador durante la ejecución del Proyecto serán dispuestos en sitios portuarios fuera de Mexico, (EUA). Por lo tanto, no se dispondrá de ningún residuo dentro del territorio mexicano ni en la zona marina dentro de la ZEE. Dado que el buque cablero cumple con el Convenio MARPOL, incluidos los requisitos generales sobre el control del aceite usado, las descargas de aceite de motor y las descargas de aguas residuales; la prevención de la contaminación por la basura procedente de los buques y la prevención de la contaminación atmosférica; y mantener procedimientos operativos para hacer frente a incidentes como derrames accidentales y desechos que puedan amenazar el medio marino.

1.6.11. GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

La generación de gases de efecto invernadero (GEI) serán únicamente los emitidos por la combustión propia del buque CECON VIGOR durante los 3 días programados para las actividades de instalación del cable submarino. El buque está equipado con un sistema híbrido de propulsión que combina lo siguiente:

- ✓ Generadores dual-fuel capaces de operar con metanol (en el caso de tener disponibilidad), un combustible con menor huella ambiental que los combustibles fósiles tradicionales.

- ✓ Un paquete de baterías para almacenamiento de energía con una potencia de 1372 kW y capacidad de descarga rápida (2C), lo que permite reducir las emisiones y optimizar el consumo energético durante operaciones.

- ✓ El sistema de propulsión principal incluye dos azimutales de tracción (2200 kW cada uno) con control de velocidad por frecuencia, más varios propulsores adicionales para maniobrabilidad eficiente.

- ✓ Propulsión con 2 thrusters de 1100 kW y un azimut retráctil de 1000 kW.

- ✓ Esta configuración reduce significativamente las emisiones de gases contaminantes frente a buques convencionales, cumpliendo estándares ambientales como TIER lll y la etiqueta de clase Clean Design de DNV.

Es importante mencionar que el buque inicia su recorrido en puerto bajo la administración de EUA, y una vez terminado su recorrido, regresa nuevamente a este mismo, en ningún momento liberaría ancla en puerto mexicano, para ninguna actividad. A continuación se presenta la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de características del Proyecto.

Tabla 1.9. Características del Proyecto

Concepto	Preparación del sitio y construcción (Instalación – 3 días)	Operación (30 años)
Consumo de energía eléctrica	No aplica. La energía necesaria para las operaciones del buque proviene de motores de combustión (diésel/metanol) y baterías híbridas, sin consumo de energía eléctrica externa.	No aplica. El cable de fibra óptica no requiere repetidores y por lo tanto no requiere amplificadores de señal y no consume energía eléctrica durante la transmisión de datos; los repetidores (si los hubiera) son alimentados por el propio cable mediante energía óptica o eléctrica de muy baja intensidad, pero no se consideran consumos significativos ni se miden en la infraestructura submarina.
Consumo de agua	Agua potable para la tripulación (aproximadamente 100 personas durante 3 días): consumo estimado de 12 m³ (basado en 40 L/persona/día). El agua se almacena en tanques del buque (capacidad 400 m³) y se gestiona a bordo; no se realizan descargas al mar.	No aplica. No hay consumo de agua asociado a la operación del cable.
Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	Emisiones generadas por la combustión del buque CECON VIGOR durante 3 días. Estimación conservadora: ≈ 120 tCO_2eq (considerando operación con combustible dual metanol/diésel y sistema híbrido de baterías, que reduce emisiones en ≈30% frente a buques convencionales). Las emisiones se dispersan en la atmósfera sin afectación a zonas pobladas.	No aplica. No hay emisiones durante la operación.
Aprovechamiento de otros recursos naturales	Ninguno.	Ninguno.
Generación de residuos		
– **Peligrosos**	Residuos oleosos (trapos con aceite, filtros usados, lodos de sentina): ≈ 0.5 m³ estimado. Se almacenan en contenedores estancos y se entregan en puerto (EUA) conforme al Anexo I de MARPOL. No se generan residuos peligrosos en	No genera.

	territorio mexicano.	
– **Manejo especial**	Baterías usadas, lámparas fluorescentes, envases de productos químicos: cantidad marginal (<0.1 m³). Almacenados por separado y entregados en puerto de EUA.	No genera.
– **Sólidos urbanos**	Plásticos, papel, cartón, vidrio, residuos alimenticios: ≈1.5 m³ estimado. Separados, compactados y entregados en puerto conforme al Anexo V de MARPOL. No se descargan al mar.	No genera.
Descargas de agua residual y/o de proceso	Aguas grises (duchas, lavamanos) y aguas negras (sanitarios): ≈15 m³ estimado. Se almacenan en tanques especiales y se entregan en puerto (Anexo IV de MARPOL). No se realizan descargas al mar durante la instalación.	No aplica. No hay descargas.
Otros (especificar)	Ruido subacuático: generado por la propulsión y maniobras del buque durante 3 días, con niveles atenuados por velocidad reducida (≤10 nudos en tendido). No se considera un impacto significativo.	No aplica.

Fuente: Elaboración propia

PROYECTO STX CABLE SYSTEM TRAMO DE CONEXIÓN TRANSFRONTERIZA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO 2. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.



2026

TABLA DE CONTENIDO

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

2.1. INTRODUCCIÓN....1

2.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) 3

2.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)....3

2.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE 3

2.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 14

2.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD....15

2.4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)....15

2.4.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)....15

2.4.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)....15

2.4.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP) 16

2.5. PLANES Y PROGRAMAS....17

2.5.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 17

2.5.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE TAMAULIPAS DE 2023-2028....18

2.5.3. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO VISIÓN 10-20-40 (ENCC) 18

2.5.4. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT) 2025-2030 19

2.5.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS....21

2.5.6. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTE....24

2.5.7. LEY FEDERAL DEL MAR 25

2.5.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE....26

2.5.9. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 28

2.5.10. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.....28

2.5.11. CONVENIO INTERNACIONAL MARPOL (CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR LOS BUQUES).....29

2.5.12. CONVENCIÓN SOBRE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS MATERIAS 29

2.5.13. DECRETO POR EL QUE SE APRUEBA LA CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR.....30

2.6. CONCLUSIÓN.....31

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Distribución de las zonas de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (UGAS).....4

Figura 2.2. Ubicación del Proyecto respecto a la RMP "Giro Tamaulipeco" 17

Figura 2.3 Ubicación del Proyecto respecto a la ZEE 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Acciones Generales de la UGA aplicable al proyecto**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2. 2 Acciones Específicas aplicables en la UGA 196 12

Tabla 2. 3 Vinculación del Proyecto al Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 19

Tabla 2. 4 Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas 21

Tabla 2. 5 Vinculación del Proyecto a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....24

Tabla 2. 6 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGVS 27

Tabla 2. 7 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....28

Tabla 2. 8 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LAN.....29

Tabla 2. 9 Vinculación del Proyecto con la Convención de la Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar 31

LISTA DE ACRÓNIMOS

AICAS	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
ANP	Área Natural Protegida
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
DOF	Diario Oficial de la Federación
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
EUA	Estados Unidos de América
GEI	Gases de Efecto Invernadero
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LFM	Ley Federal del Mar
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGVS	Ley General de Vida Silvestre
MIA-P	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
MARPOL	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques
NOM	Norma Oficial Mexicana
POEGT	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
POEM	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
POET	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio
PROMARNAT	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
REIA	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
RHP	Regiones Hidrológicas Prioritarias
RMP	Regiones Marinas Prioritarias

SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
UAB	Unidades Ambientales Biofísicas
UGA	Unidad de Gestión Ambiental
ZEE	Zona Económica Exclusiva

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

2.1. INTRODUCCIÓN

En el cruce entre el desarrollo tecnológico y la protección del medio ambiente, la evaluación de impacto ambiental se vuelve esencial para garantizar la armonización entre la ejecución de proyectos y la conservación de los ecosistemas. En este contexto, el proyecto “STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza”, en adelante El Proyecto, que implica la instalación de un cable de fibra óptica submarino en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México, cerca del estado de Tamaulipas, adquiere una relevancia crucial.

Es así, que mediante Oficio [redacted] de fecha 05 de noviembre del 2025, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental señaló que el Proyecto de referencia se ajusta al supuesto previsto en el artículo 28 fracción de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5, Inciso B) del Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), preceptos que a la letra disponen:

> *"ARTICULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables... Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de*
>
> *impacto ambiental de la Secretaría:*
>
> *I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación…”*

Por su parte, el artículo 5, incisos B) del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), establece lo siguiente:

> *"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:*
>
> *B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:*
>
> *Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales..."*

En consecuencia, dicha Autoridad determinó que las obras y actividades del Proyecto se encuadran en los supuestos normativos antes referidos, por lo que deberán ser evaluadas mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Particular (MIA-P).

Resulta pertinente señalar que las Oficinas de Representación Estatales (ORE) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) carecen de competencia para conocer de obras y actividades que se desarrollen dentro de la Zona Económica Exclusiva. Esta conclusión deriva de una interpretación sistemática del Reglamento Interior de la SEMARNAT, el cual establece que las ORE únicamente pueden ejercer sus atribuciones dentro de su ámbito territorial, delimitando así el espacio físico en el que dichas facultades resultan aplicables.

Sirva de referencia lo previsto en el artículo 41 del Reglamento en cita:

> ***"Artículo 41.-*** *La Secretaría, para el ejercicio de las atribuciones que tiene conferidas, cuenta con oficinas de* ***representación en las entidades federativas****, con la* ***circunscripción territorial que corresponde a cada una de ellas*** *o con la que se determine mediante acuerdo de la persona titular de la Secretaría que se publique en el Diario Oficial de la Federación."*

Énfasis propio

Por lo anterior, y en cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como en los artículos 9, 10 fracción II y 12 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), se presenta a esta Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) el trámite CONAMER SEMARNAT-04-002-A, relativo a la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, sin actividad altamente riesgosa, correspondiente al proyecto denominado **"STX Cable System Tramo de Conexión Transfronteriza",** el cual consiste en una obra de infraestructura de telecomunicaciones submarinas, específicamente en el tendido de un cable de fibra óptica en aguas ultra profundas, destinado a la transmisión de datos a alta velocidad.

En dicho tenor, y con la finalidad de dar cumplimiento a la obligación legal previamente referida, se presenta para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, instrumento técnico-jurídico mediante el cual se identifican, describen y valoran los impactos ambientales derivados del Proyecto. En ese sentido, y en observancia de lo dispuesto por el artículo 12, fracción III, del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se desarrolla el presente Capítulo II, relativo a la vinculación del Proyecto con los ordenamientos jurídicos y demás disposiciones normativas aplicables, a efecto de acreditar su congruencia, compatibilidad y cumplimiento con el marco jurídico ambiental vigente y en atención a los principios de prevención y precaución.

2.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

Un Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) es un instrumento de planeación de política ambiental, fundamentado en la LGEEPA, con el que se prioriza un balance entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales, considerando los tres órdenes de gobierno y la participación social, promoviendo la preservación, protección y aprovechamiento sustentable, así como medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por actividades humanas.

2.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de septiembre de 2012, es de acatamiento para administración federal para la formulación e instrumentación de programas sectoriales.

A través del POEGT se clasificaron por unidades territoriales mediante la integración de factores biofísicos como: clima, relieve, vegetación y suelo, resultando 145 unidades diferenciadas denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), entendiendo que el conjunto de la interacción de estos factores determina la homogeneidad del territorio hacia cada unidad y la heterogeneidad con las demás unidades. Para cada UAB se asignaron lineamientos y estrategias ecológicas.

Los 10 lineamientos ecológicos formulados reflejan el estado deseable para cada región ecológico o unidad biofísica ambiental, que se instrumentan a través de las diferentes directrices generales en lo ambiental, social y económico; las estrategias ecológicas fueron construidas a partir del diagnóstico, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos por las dependencias correspondientes de Administración Pública Federal que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Debido a las características del proyecto, considerando su origen en el Sur de la Isla del Padre, Texas (EUA), con una longitud de 24.62 km, hasta la ZEE, se localiza fuera de alguna Unidad Ambiental Biofísica, por lo que no es aplicable algún POEGT.

2.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

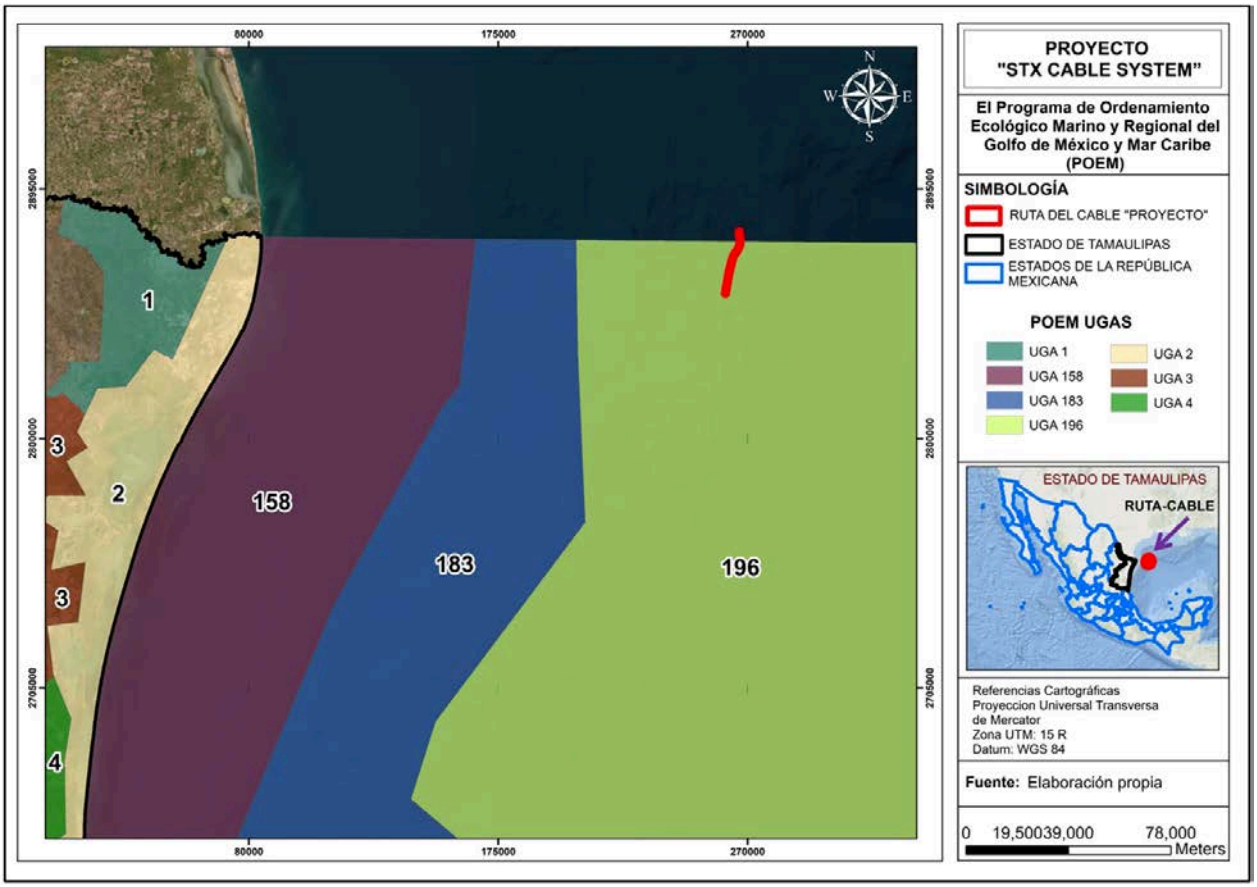
El Golfo de México es un mar semi-cerrado que forma parte de la región del Gran Caribe, se considera la cuenca de aguas protegidas más grande del océano Atlántico, con una gran diversidad biológica, sin embargo, presenta amenazas como la sobreexplotación, contaminación, degradación de zonas costeras y los efectos del cambio climático global.

Su extensión abarca los mares territoriales y las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) de México, Estados Unidos de América (EUA) y Cuba, su superficial total es de 1,553,288 km^2. La mayor proporción corresponde a la zona marítima de México, que incluye su mar territorial y ZEE, con una extensión de 740,475 km^2.

A través del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre

de 2012, propone los lineamientos generales de política pública para la gestión integrada de las zonas costera y marina del país, donde se firmó el Convenio Marco con la participación de once entidades de la Administración Pública Federal (nueve Secretarías y dos paraestatales) y los Gobiernos de los estados ribereños de la región, que tiene como objetivo regular el uso de los recursos naturales y las actividades productivas, con el fin de proteger al medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable s de los recursos naturales. Respectivo al proyecto, se pretende desarrollar dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 196, denominada Zona Marina de Competencia Federal, abarca una superficie de 8,886,746.845 ha.

Figura 2.1. Distribución de las zonas de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (UGAS)



Fuente: Consorcio de Investigación de Golfo de México-Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

En esta UGA se aplican las Acciones Generales que se describen en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Acciones Generales de la UGA aplicable al Proyecto.

Clave	Acción General	Vinculación
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.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante. El Proyecto no pretende la ejecución de actividades de aprovechamiento extractivo y no extractivo de ejemplares de flora y sus derivados, o cualquier otro recurso natural; o la introducción de ejemplares de flora o fauna.
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 la fase de planificación de la ruta del cable submarino, se prioriza la minimización de impactos potenciales sobre el lecho marino y las comunidades bióticas asociadas. No obstante, dadas las características técnicas del Proyecto (tendido superficial sin zanjeo) y su ubicación en aguas ultraprofundas (≥1,500 m), no se prevén afectaciones significativas sobre la flora y fauna bentónica. En lo que respecta a especies de alta sensibilidad ecológica, tales como tortugas y mamíferos marinos, el Proyecto contempla detectar oportunamente la presencia de estos organismos, permitiendo la implementación de medidas preventivas —como ajustes de velocidad o cambios de rumbo— para evitar interacciones adversas con la embarcación.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El Buque CECON VIGOR cuenta con un sistema híbrido de propulsión que

Clave	Acción General	Vinculación
		consiste en generadores dual-fuel, capaces de operar con methanol, combustible con menor huella ambiental que los combustibles fósiles tradicionales. También un sistema de propulsión que incluye dos azimutales de tracción con control de velocidad por frecuencia. Esta configuración reduce significativamente las emisiones de gases contaminantes frente a buques convencionales, cumpliendo con estándares ambientales como TIER III y la etiqueta Clean design de DNV.
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.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante. No se pretende la implementación de OGM.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Debido a las características del material y el proyecto, no representan un riesgo a los organismos bentónicos, ya que pueden fijarse sin representar algún riesgo.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Durante la planificación de ruta se busca minimizar cualquier impacto al lecho marino y las comunidades bióticas locales.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	Se contempla como medida preventiva la limpieza de maquinaria y equipo para evitar la introducción de especies exóticas o potencialmente invasora.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.

Clave	Acción General	Vinculación
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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.	Dicho criterio resulta vinculante a la Autoridad facultada para la ejecución y aprobación de planes y programas de desarrollo urbano.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G022	Promover el uso de tecnología productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El Proyecto contribuye indirectamente al fomentar la actualización y uso de tecnologías como herramienta para diversas actividades en el sector de las telecomunicaciones.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En el caso del Proyecto, el buque no representa riesgo de introducción de especies exóticas, dado que circula dentro del mismo golfo de México.
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.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.

Clave	Acción General	Vinculación
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El Buque CECON VIGOR cuenta con un sistema híbrido de propulsión compuesto por generadores dual-fuel, capaces de operar con metanol, combustible con menor huella de carbono en comparación con combustibles fósiles convencionales. Asimismo, incorpora un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías, lo que permite optimizar la demanda energética durante las distintas fases operativas, reducir el consumo innecesario de combustible y evitar el funcionamiento continuo de los generadores cuando no se requiere plena potencia. En este sentido, la configuración tecnológica del Buque favorece una operación más eficiente desde el punto de vista energético, disminuyendo emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), óxidos de nitrógeno (NOx) y otros contaminantes atmosféricos regulados, en comparación con embarcaciones convencionales que dependen exclusivamente de combustibles fósiles tradicionales. Adicionalmente, el Buque cumple con el estándar internacional TIER III en materia de emisiones atmosféricas, lo que implica el nivel más estricto de control de NOx establecido por la normativa marítima internacional. De igual forma, cuenta con la etiqueta de clase “Clean Design” otorgada por DNV, certificación que acredita la incorporación de medidas adicionales de protección ambiental en su diseño y operación, incluyendo sistemas orientados a la reducción de riesgos de contaminación y descargas al medio marino. En conjunto, dichas características reflejan la adopción de mejores tecnologías disponibles en el sector marítimo, alineadas con el principio preventivo y con los objetivos de
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	
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	

Clave	Acción General	Vinculación
		reducción de huella ambiental en proyectos de infraestructura y servicios offshore.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El presente criterio resulta vinculante para la Autoridad encargada de formular, elaborar y ejecutar los programas de desarrollo urbano.
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	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta

Clave	Acción General	Vinculación
	Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	particularmente vinculante.
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.	El Proyecto no incide de manera directa en la actividad pesquera ni en los procesos de captura, transformación o comercialización de especies; sin embargo, constituye infraestructura estratégica de telecomunicaciones que fortalece las condiciones estructurales para el desarrollo de actividades productivas especializadas. En ese sentido, el tendido de fibra óptica puede incidir de manera indirecta en la eficiencia logística, comercial y operativa de diversas actividades económicas, incluyendo aquellas vinculadas al sector pesquero.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas	Se destaca que el proyecto de tendido de fibra óptica puede servir como medio para impulsar el flujo de información para el cumplimiento de este criterio.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para a prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El proyecto de tendido de cable de fibra óptica servirá como una herramienta actualizada para disponer de tecnologías que permitan abordar las eventualidades derivadas de tales desastres.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Se destaca que el proyecto de tendido de fibra óptica puede servir como medio para impulsar el flujo de información para el cumplimiento de este criterio.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el	El buque instalador cumple con los protocolos y tecnologías estipulados por

Clave	Acción General	Vinculación
	manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	la normativa internacional vigente en materia de gestión de residuos, en partículas con las disposiciones del Convenio MARPOL (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto se apega a la normativa establecida por el convenio MARPOL, por lo que no existirán tiros de aguas tratadas en el mar.
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 cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Debido a la naturaleza del proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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 con la normatividad vigente.	El Proyecto se apega a la normativa establecida por el convenio MARPOL, por lo que no existirán tiros de aguas tratadas en el mar, RSU, RP, o RME.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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.	El buque instalador cuenta con los protocolos y la tecnología necesaria para atender la gestión de Residuos Peligrosos.
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.	El Proyecto no está inmerso a alguna Área Natural Protegida (ANP).
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El presente Proyecto no contempla la construcción de infraestructura costera ni la intervención en zonas litorales, toda

Clave	Acción General	Vinculación
		vez que el tendido del cable submarino se desarrolla exclusivamente en la ZEE, fuera de áreas someras donde exista vegetación acuática sumergida asociada a ecosistemas costeros. En consecuencia, no se configura el supuesto aquí señalado.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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.	Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente criterio no resulta particularmente vinculante.
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 se localiza fuera de los límites de las ANP, por lo que el presente criterio no le resulta vinculante.

Fuente: Elaboración propia

Además de las siguientes acciones específicas:

Tabla 2.2. Acciones Específicas aplicables en la UGA 196

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El Proyecto no contraviene la presente acción, en virtud de que solo trata del tendido de cable de fibra óptica en el lecho marino el cual no afecta los elementos o recursos naturales, ecosistemas u otros presentes en el sitio.
A-0013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los	No existe riesgo de introducir especies exóticas, dado que el buque se traslada dentro de la misma zona ecológica

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
	términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	territorial.
A-0018	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).	El Proyecto no tiene como finalidad la ejecución de programas de recuperación o conservación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, reconoce la presencia potencial de especies marinas bajo alguna categoría de riesgo dentro del ámbito regional marino. En virtud de que las actividades consisten exclusivamente en el tendido de un cable submarino en Zona Económica Exclusiva, sin generación de vertimientos ni modificación permanente del hábitat marino, no se prevé una afectación significativa a especies bajo régimen de protección. No obstante, lo anterior, las operaciones se desarrollarán bajo un enfoque preventivo, implementando medidas operativas orientadas a evitar interacciones con fauna marina, tales como protocolos de monitoreo visual durante las maniobras, control de velocidad de navegación y cumplimiento de normativa marítima internacional. En este sentido, el Proyecto mantiene congruencia con la finalidad del criterio, al incorporar medidas que buscan evitar impactos y contribuir a la protección indirecta de especies bajo estatus de riesgo.
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	Las actividades pretendidas no corresponden a dicho sector, por lo que la presente acción no resulta vinculante al proyecto. No se pretende actividades de aprovechamiento extractivo o no extractivo de especies de fauna marina u otros.
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A-045	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A-046	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.	A fin de prevenir la contaminación del medio marino, el buque de instalación del cable cumplirá con los estándares internacionales establecidos en este Convenio (MARPOL), que incluyen los requisitos generales sobre el control de aceite usado, descargas de aceite de motor y descargas de aguas residuales grises y negras; prevención de la contaminación por basura de los barcos y prevención de la contaminación del aire, por lo tanto, en circunstancias normales, el buque no representa ningún riesgo como fuente de contaminación marina. Además de que su estancia será temporal, únicamente durante la operación de tendido del cable, lo anterior sin menoscabo de cualquier otra medida propuesta.
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	Las actividades pretendidas no corresponden a dicho sector, por lo que la presente acción no resulta vinculante al Proyecto
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	

Fuente: Elaboración propia

2.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son definidas como “zonas de territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas”, establecido en el Artículo 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Las ANP pueden clasificarse de la siguiente manera: Reserva de la Biosfera, Parque Nacional, Monumento Natural, Área de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuario y Área Destinada Voluntariamente a la Conservación.

El Proyecto no se encuentra inmerso dentro de ninguna ÁNP, la más cercana se ubica a 17.8 km que corresponde a “Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo”, en el estado de Tamaulipas.

2.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA BIODIVERSIDAD

Como atención a la acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales dada en las últimas décadas en el país, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad genera el Programa de Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, mediante el cual se detectan áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes de biodiversidad. Consideran el ámbito terrestre, Regiones Terrestres Prioritarias; el marino, Regiones Marinas Prioritarias; y el acuático epicontinental: Regiones Hidrológicas Prioritarias. Con este marco de planeación se pretende orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

2.4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

Las regiones terrestres prioritarias cubren 515 558.00 km^2 (corresponde a más de una cuarta parte del territorio), se delimitaron 152 polígonos en función a criterios biológicos y la amenaza para su mantenimiento, que representaban una oportunidad para la conservación y su correspondencia espacial con rasgos topográficos, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación.

Debido a la ubicación del Proyecto, que es marítimo, no se encuentra inmerso dentro de ninguna ÁNP, la más cercana se ubica a aproximadamente 177.00 km, que corresponde a “Laguna Madre”, en el estado de Tamaulipas.

2.4.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), son sitios identificados por la Institución de BirdLife International que albergan poblaciones clave de aves. Ocupan el 8% de la tierra y el 2% del mar, su importancia radica en la conservación y protección de especies de aves amenazas, con distribución reducida o zonas de concentración masiva de aves migratorias.

En México se han ubicado 236 áreas de importancia, abarcando 372,240.00 km^2 destacando estados como Chihuahua, Sonora, Oaxaca, Veracruz, Yucatán y Chiapas. El Proyecto se localiza fuera de algún AICA, la más cercana se encuentra a aproximadamente 177.00 km, denominada “Delta del Río Bravo”.

2.4.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

Dentro del país se identifican 110 regiones hidrológicas prioritarias para las cuales se consideraron criterios como la biodiversidad en relación con el valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, valor económico, así como los riesgos y amenazas a los que está sujeta la biodiversidad que se representa en ambientes limnológicos, y las características físicas y químicas de los cuerpos de agua epicontinentales.

Los RHP abarcan un área de 777,240.00 km^2, las áreas de mayor concentración y extensión se encuentran a lo largo de la Sierra Madre Occidental y cuencas aluviales al norte del país. El Proyecto no se contempla dentro de alguna RHP, las más cercanas se

ubican a más de 169.2 km y son el Río Bravo Internacional, ubicado en la delimitación entre los países de México y los Estados Unidos, y Río San Fernando, ubicado en el estado de Tamaulipas.

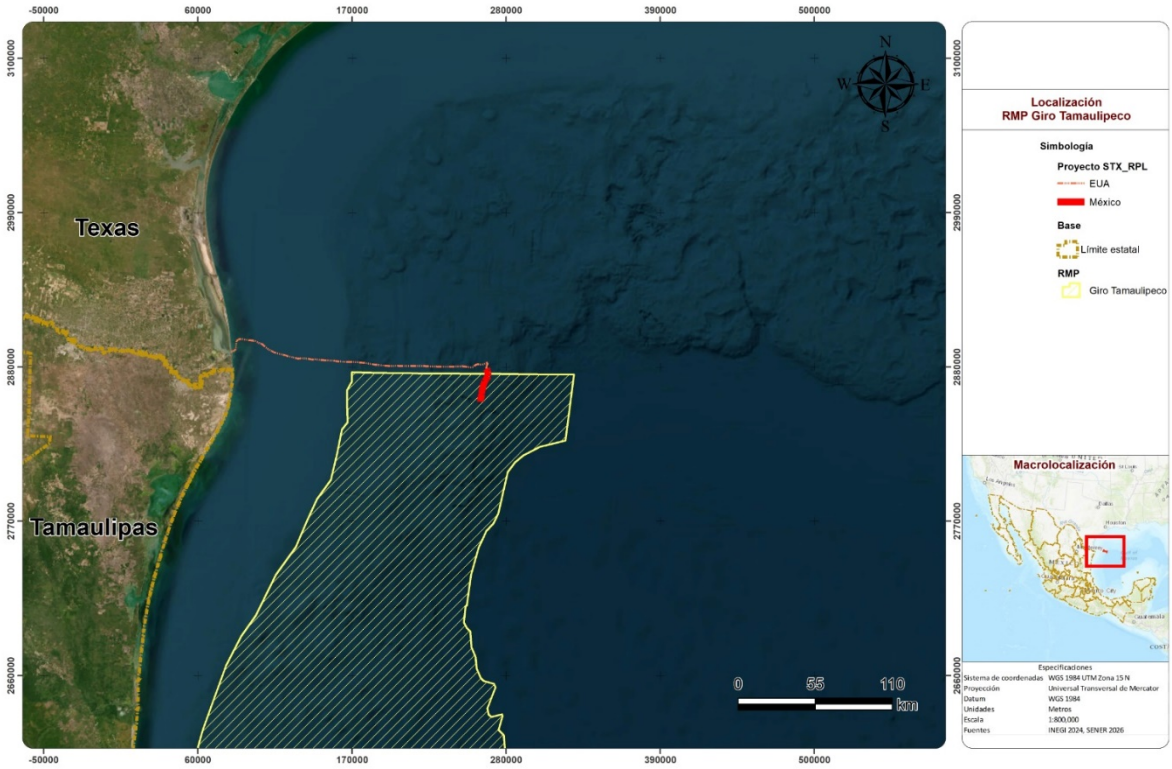
2.4.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP)

Para la delimitación de las RMP se utilizaron diversos criterios ambientales específicos de ambientes marinos, se consideraron los procesos oceánicos relevantes y las zonas de migración, crecimiento, reproducción y refugio. Entre los criterios económicos, se pueden mencionar los relacionados a las especies de importancia comercial, las zonas pesqueras y las zonas importantes para actividades económicas como turismo y extracción de recursos.

Se contemplan 70 polígonos, que comprenden 1,378,620 km^2 de las zonas costeras y oceánicas incluidas zonas económicas exclusivas. Se encuentran en ambas costas del país: 43 en el Pacífico y 27 en el Golfo de México-Mar Caribe.

Correspondiente a las RMP, el Proyecto se encuentra dentro de la Región No. 54 “Giro Tamaulipeco”, perteneciente al estado de Tamaulipas. Esta región tiene una extensión de 90,145 km^2, de las problemáticas ambientales que se presentan es la contaminación por hidrocarburos y por industria, así como conflictos internacionales en zona pesquera. De las actividades de importancia económica se presenta la explotación de tiburón, atún y sardina. En la Figura 2.2 se muestra la ubicación del Proyecto con respecto a la RMP “Giro Tamaulipeco”.

Figura 2.2. Ubicación del Proyecto respecto a la RMP "Giro Tamaulipeco"



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

2.5. PLANES Y PROGRAMAS

2.5.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

El Plan Nacional de Desarrollo de 2025-2030, publicado el 28 de febrero de 2025, es un instrumento en el cual se da a conocer los objetivos y las estrategias prioritarias durante el sexenio en curso, se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto:

- ✓ Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
- ✓ Desarrollo con bienestar y humanismo.
- ✓ Economía moral y trabajo.
- ✓ Desarrollo sustentable.
- ✓ Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
- ✓ Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
- ✓ Derecho de las comunidades indígenas y afromexicanas.

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, en el Eje General número 4: Desarrollo Sustentable, donde se establece que se pretende lograr un equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo de buscar evitar el agotamiento de recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras.

Aunado a lo anterior, se concluye que el presente Proyecto coadyuva al cumplimiento de las estrategias planteadas para Eje General 4, al ser concordante con la normatividad ambiental, los instrumentos de ordenamiento ecológico y los de planeación urbana.

2.5.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE TAMAULIPAS DE 2023-2028

El plan Estatal de Desarrollo es un instrumento de planeación que los gobiernos utilizan para dar rumbo a los objetivos, estrategias y proyectos para el desarrollo de la entidad con una visión a largo plazo.

En el Eje 3. Progreso Económico Inclusivo y Sostenible, el gobierno estatal impulsará el progreso económico de las personas mediante el desarrollo sostenible de la entidad en coordinación con la Federación y los Ayuntamientos, con el fin de sumar esfuerzos y recursos para crear un entorno que, con mejores condiciones que permita el crecimiento económico estatal. De igual forma, se procurará el crecimiento urbano ordenado de los municipios, así como la ejecución de obras que mejoren la infraestructura de comunicaciones para facilitar la movilidad de la población y el comercio tanto nacional como internacional.

En relación con lo establecido en el Eje 3, se reconoce como una necesidad para el impulso de las ciudades el acceso a las tecnologías de información y comunicaciones, señalando que las inversiones en infraestructura y tecnología de la información y las comunidades son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible, y a su vez, facilitar el acceso a la información, asociado al crecimiento económico, estabilidad social, educación, salud y resiliencia el cambio climático. Por lo que se tiene que el Proyecto al impulsar de manera directa cierto sector, de manera indirecta contribuye al impulso de otros sectores de la economía, beneficiando así a la sociedad en general.

2.5.3. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO VISIÓN 10-20-40 (ENCC)

La Estrategia Nacional de Cambio Climático, publicado en el DOF el 03 de junio de 2013 y de conformidad con el artículo 61 de la Ley General de Cambio Climático deberá someterse a revisión cada 10 años en materia de mitigación y cada 6 años en materia de adaptación, por lo que su última actualización se realizó en mayo de 2025.

El objetivo del ENCC es ser un instrumento rector de la política nacional en mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar a hacia una económica competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Para cada actualización se contempla la progresión de la política y ciencia climática a nivel internacional.

En el Eje Estratégico de Infraestructura estratégica y patrimonio, establece la infraestructura estratégica provee los medios técnicos, instalaciones necesarias y distribución de servicios para el desarrollo de actividades esenciales y representa un soporte fundamental para la salud, seguridad, integridad física, bienestar y desarrollo sostenible del país.

Las líneas de acción para este Eje, las que se encuentran relacionadas con el Proyecto son las siguientes:

- ✓ **A5.2**: Diseñar y fortalecer políticas públicas para proteger la infraestructura estratégica nueva y existente, de salud, educación, comunicación y transporte, de energía e hídrica, ante los efectos adversos del cambio climático, con un enfoque de adaptación basada en reducción de riesgos asociado.
- ✓ **A5.3**: Fortalecer la implementación de medidas de adaptación al cambio climático en las políticas públicas enfocadas en reducir riesgos de la infraestructura estratégica, nueva y existente, de salud, educación, de comunicación y transporte, energía e hídrica, comprendiendo sus instalaciones, sistemas y redes.

Ya que el Proyecto consiste en la instalación de cable submarino de fibra óptica, se vincula al presente Instrumento al fortalecer y optimizar el acceso a las tecnologías de información y comunicación que son fundamentales para lograr un desarrollo sostenible y empoderar a la sociedad en general, al facilitar el acceso a la información generando herramientas para crecimiento económico.

2.5.4. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT) 2025-2030

Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 08 de septiembre de 2025, mediante el cual se busca la conservación, protección, restauración y uso sustentable del patrimonio natural de México con un enfoque de derechos humanos y justicia ambiental. Sus metas clave incluyen la reducción del 35% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la restauración de ecosistemas y cuencas, la gestión integral del agua y la protección de biodiversidad, buscando que al menos el 30% del territorio sea superficie protegida para 2030.

Sus ejes principales son:

- ✓ Conservación y Restauración
- ✓ Acción climática y Economía Circular
- ✓ Gestión Hídrica
- ✓ Gobernanza Ambiental

Tabla 2.3. Vinculación del Proyecto al Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030

Estrategia	Línea de Acción	Vinculación
Estrategia 1.2: Detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, combatiendo sus causas, con la coordinación de la Administración Pública Federal y la participación de otros órdenes de gobierno y la sociedad.	1.2.5 Fortalecer e implementar acciones preventivas para frenar y revertir la degradación y contaminación costera y marina, mediante una estrategia de conservación, manejo sustentable, restauración, fortalecimiento de la normatividad, monitoreo e inspección y vigilancia, con participación intersectorial, social y privada, otros órdenes de	Aun que el Proyecto se desarrolla en área marítima, los efectos adversos al medioambiente son mínimos, puntuales y reversibles, por lo que no representa un riesgo significativo a ecosistemas marinos.

Estrategia	Línea de Acción	Vinculación
	gobierno y comunidades.	
Estrategia 1.3 Impulsar los esquemas existentes de manejo sustentable de la biodiversidad para proteger ecosistemas naturales y sus servicios ambientales, fomentando el incremento de la productividad, la ampliación de las cadenas de comercialización y la mejora de los medios de vida de las comunidades.	1.3.4. Impulsar herramientas para la valoración de criterios de sustentabilidad a productos y servicios, generados por organizaciones o empresas nacionales y locales para promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y su conservación	La instalación de fibra óptima representa una mejora para los sistemas de comunicación y flujo de información, lo que se valora como una herramienta para promover el aprovechamiento sustentable desde niveles internacionales a locales.
Estrategia 4.4 Promover políticas que impulsen la economía circular para reducir la presión sobre los recursos naturales, mejorar la gestión de los residuos, evitar la contaminación y crear oportunidades económicas, con la participación de los diferentes sectores sociales, productivos y otros órdenes de gobierno.	4.4.5. Promover acciones de manejo adecuado de residuos peligrosos (incluyendo plaguicidas, agroquímicos y sus residuos) y de manejo especial para su minimización, valorización y reciclaje, así como establecer medidas de control de los movimientos transfronterizos	El buque instalador cumple con los protocolos y tecnologías estipulados por la normativa internacional vigente en materia de gestión de residuos, en partículas con las disposiciones del Convenio MARPOL (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques).
Estrategia 5.1 Fortalecer el sistema de justicia ambiental restaurativa y participativa, procurando el acceso de todas las personas, a fin de contribuir al derecho a un medio ambiente sano.	5.1.4. Contribuir a la creación de leyes que promuevan la justicia ambiental mediante la incorporación del principio de interés superior en la protección del medio ambiente y sus recursos naturales, que motiven la correcta aplicación de las normas.	La vinculación a esta estrategia es la entrega de este Estudio de Impacto Ambiental para someterse a evaluación y cumplir con las leyes correspondientes.
Estrategia 5.4 Fortalecer y fomentar la investigación científica que realiza el sector y el uso del conocimiento tradicional en materia ambiental, con el fin de generar información que apoye el diseño de la política pública y la toma de decisiones y contribuya al desarrollo sostenible y la protección al ambiente.	5.4.3. Consolidar el acceso a datos, información, conocimiento y herramientas sobre la biodiversidad, facilitando la toma de decisiones participativa y promoviendo una cultura de conservación y uso sustentable de la biodiversidad.	La instalación de fibra óptima representa una mejora para los sistemas de comunicación y flujo de información, lo que se valora como una herramienta para facilitar el acceso a la información.
Estrategia 5.5 Contribuir a garantizar el acceso a información ambiental relevante,	5.5.1. Fortalecer los sistemas de información ambiental del sector, aprovechando las tecnologías de	La instalación de fibra óptima representa una mejora para los sistemas de comunicación y flujo

Estrategia	Línea de Acción	Vinculación
veraz, oportuna y útil para la ciudadanía y la toma de decisiones de la política pública.	la información para mejorar la recopilación, digitalización, sistematización, análisis, difusión e interoperabilidad de su información, con el fin de mantener informada de manera oportuna a la ciudadanía y apoyar la toma de decisiones.	de información, lo que se valora como una herramienta para facilitar el acceso a la información

Fuente: Elaboración propia

2.5.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental, son regulaciones técnicas expedidas por las dependencias competentes que tienen como finalidad establecer las características que debe reunir los procesos o servicios cuando puedan constituir un riesgo para el medio ambiente.

A continuación, se identificarán las Normas Oficiales aplicadas al Proyecto:

Tabla 2.4. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas

NOM	Objetivo	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-2021	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.	Considerando que el Proyecto tiene ubicación en el medio marino, debido a sus características y de sector de telecomunicaciones, no existe posibilidad de descargas de aguas residuales. En lo que respecta a las embarcaciones utilizadas para la instalación, y que navegan por aguas internacionales, resulta preciso señalar que las mismas están sujetas a cumplir con las regulaciones establecidas en el Protocolo de la Convención Internacional de Contaminación en Embarcaciones, conocido como Protocolo MARPOL 73/78, por lo que su presencia en aguas mexicanas no representará ningún riesgo de contaminación o deterioro ambiental.
NOM-022-SEMARNAT-2003	Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración. Las disposiciones del presente son de	El Proyecto no implica la construcción de infraestructura costera, solo considera el tendido o deposito del cable sobre el suelo marino. En su ruta se evitan áreas sensibles como arrecifes coralinos,

NOM	Objetivo	Vinculación
	observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que, por sus características, puedan influir negativamente en éstos.	pastos marinos y zonas de manglar.
NOM-044-SEMARNAT-2006	El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana es el de establecer los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes de hidrocarburos (HC), hidrocarburos no metano (HCNM), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno (HCNM+NOx), partículas (Part) y opacidad del humo proveniente 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 a 3,857 kilogramos; así como provenientes del escape de unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	El Buque CECON VIGOR cuenta con un sistema híbrido de propulsión que consiste en generadores dual-fuel, capaces de operar con methanol, combustible con menor huella ambiental que los combustibles fósiles tradicionales. También un sistema de propulsión que incluye dos azimutales de tracción con control de velocidad por frecuencia. Esta configuración reduce significativamente las emisiones de gases contaminantes frente a buques convencionales, cumpliendo con estándares ambientales como TIER III y la etiqueta Clean design de DNV.
NOM-052-SEMARNAT- 2005	Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.	El buque instalador cumple con los protocolos y tecnologías necesaria para el cumplimiento de la normatividad internacional en materia de residuos, así como llevar a bordo recursos y equipos humano y materiales necesarios para atender potenciales derrames accidentales. Es así que el mismo cumple con estándares ambientales como TIER III y la etiqueta Clean design de DNV.
NOM-059-SEMARNAT- 2010.	Esta Norma Oficial Mexicana 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 categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas	De acuerdo con la consulta bibliográfica se identifican las siguientes especies con posible presencia cerca del área del Proyecto: • Tiburón ballena *(Rhincodon typus*) (A) • Garza Rojiza (*Egretta rufescens*) (P) • Charrán mínimo (*Sternula antillarum*) (Pr) • Picopando canelo (*Limosa*

NOM	Objetivo	Vinculación
	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. Categorías de riesgo: *Probablemente extinta en el medio silvestre (E)* Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano. *En peligro de extinción (P)* Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. *Amenazadas (A)* Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. *Sujetas a protección especial (Pr)* Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	*fedoa*) (A) • Tortuga Lora (*lepodpchelys kempii)* (P) • Tortuga Verde (*Chelonia mydas)* (P) • Delfín mular (*Tursiops truncatus*) (Pr). Sin embargo, es importante mencionar que, debido a la durabilidad y la ubicación de la ejecución del Proyecto, no se considera una amenaza para comunidades de fauna, así también se menciona que el trazado de la ruta para la instalación se consideró que no pasara por zonas con presencia de especies o comunidades de fauna y flora sensibles a la perturbación humana.

Fuente: Elaboración propia

2.5.6. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTE

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es un ordenamiento reglamentario de disposición 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 cuales la nación ejerce su soberanía. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

La LGEEPA constituye el principal marco normativo en México para la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales, así como para la protección integral del medio ambiente. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y última reforma el 24 de enero de 2024, con el propósito de asegurar el desarrollo sustentable del país. Esta ley establece las bases legales y las políticas ambientales que regulan las actividades humanas con el fin de prevenir la degradación ambiental y promover la calidad de vida de la población presente y futura.

La LGEEPA aborda una amplia gama de aspectos ambientales, incluyendo la preservación de la biodiversidad, la gestión integral de residuos, la prevención y control de la contaminación, y la evaluación de impacto ambiental de proyectos públicos y privados.

A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto a la LGEEPA:

Tabla 2.5. Vinculación del Proyecto a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Artículo	Estipulo	Vinculación
Artículo 28, Fracción I	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación…”	Referente a lo mencionado debido a su ubicación, dimensión, características o alcances no el Proyecto no produce algún impacto significativo que pueda causar algún desequilibrio ecológico, ni rebasa los límites y condiciones establecidos, en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. No obstante, lo anterior, y de conformidad a lo señalado en el Oficio SRA/DGIRA/DG-08881-25 de fecha 05 de noviembre del 2025, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental se presenta de manera preventiva para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular.

Artículo	Estipulo	Vinculación
Artículo 30	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Se da cumplimiento a lo indicado por este artículo, lo anterior con la presentación de esta manifestación de impacto ambiental modalidad particular, en la cual se describen los impactos ambientales a generarse y se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación que serán aplicadas.
Artículo 113	No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las Disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	El buque instalador cumple con los protocolos y tecnologías estipulados por la normativa internacional vigente en materia de gestión de residuos, en partículas con las disposiciones del Convenio MARPOL (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, así como estándares ambientales (TIER III y la etiqueta DNV Clean Design).
Artículo 150.	Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final	No se prevé la generación de residuos peligrosos derivados de la instalación, operación y mantenimiento, Buque que respecta a la operación del Buque CECON VIGOR cumple con los protocolos y tecnologías necesaria para el cumplimiento de la normatividad internacional en materia de residuos, así como llevar a bordo recursos y equipos humano y materiales necesarios para atender potenciales derrames accidentales.

Fuente: Elaboración propia

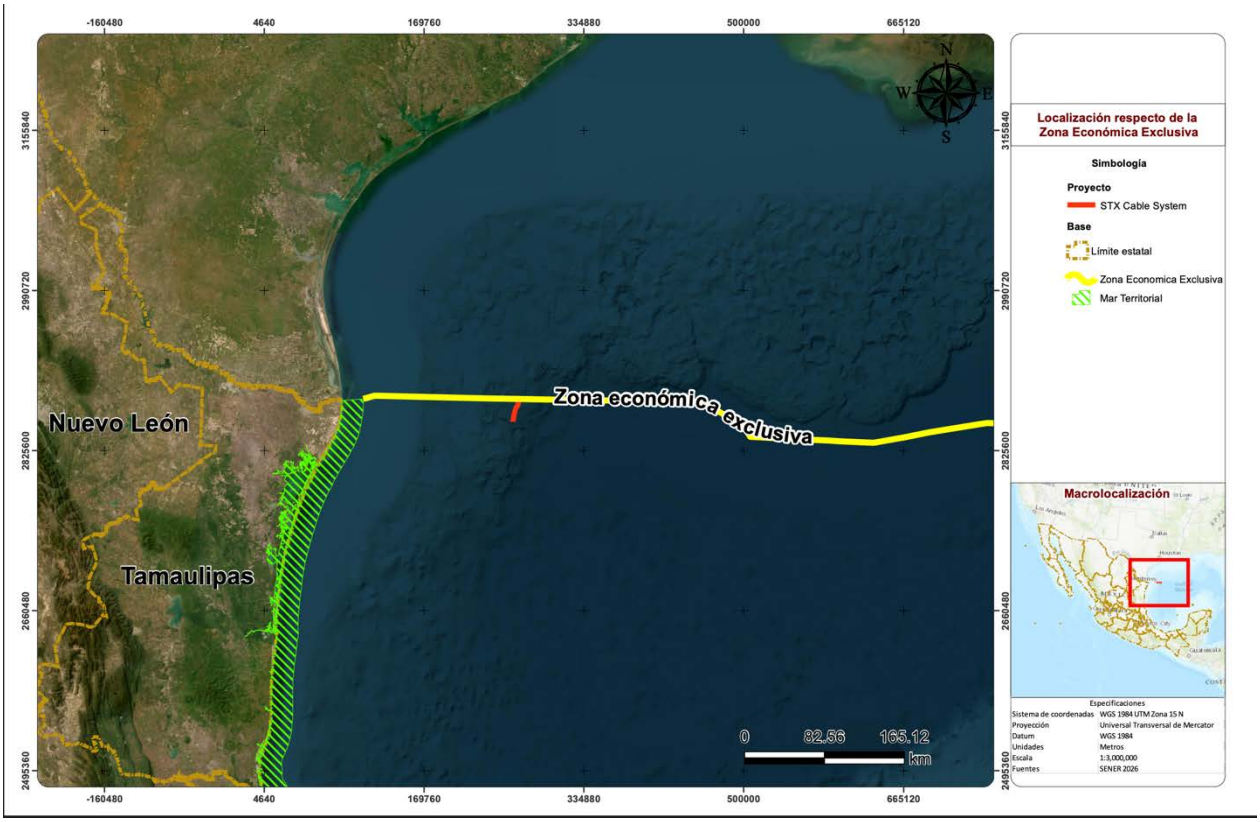
2.5.7. LEY FEDERAL DEL MAR

La Ley Federal del Mar (LFM) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1986, y rige sobre zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. Se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ El Mar Territorial
- ✓ Las Aguas Marinas Interiores
- ✓ Zona Contigua
- ✓ Zona Económica Exclusiva
- ✓ Plataforma Continental y Plataformas insulares
- ✓ Cualquier otra permitida por el derecho internacional

Con relación a la ubicación del Proyecto se encuentra inmersa en Zona Económica Exclusiva marina, es un área marítima que se extiende hasta 200 millas náuticas (370.4 km) desde la costa, donde un estado ribereño ejerce derechos de soberanía para explorar, explotar, conservar y gestionar los recursos naturales, tanto vivos como no vivos, incluyendo el lecho y subsuelo marino. El impacto potencial sobre los organismos bentónicos debido al tendido de cables es limitado y restringido, ya que área de contacto del cable será de 454.06 m^2 y la ruta planeada para su instalación evita zonas de alta densidad de comunidades, por lo que no hay riesgo de afectación a poblaciones o comunidades marinas y bentónicos.

Figura 2.3 Ubicación del Proyecto respecto a la ZEE



Fuente: Elaboración propia

2.5.8. REGLAMENTO DE LA 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, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En la siguiente tabla se presentan los preceptos de la LGVS vinculantes con el Proyecto.

Tabla 2.6. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGVS

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 4.	Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Para el proyecto de tendido de cables marinos no se requiere llevar a cabo captura, manipulación, remoción, extracción, retención o apropiación de vida silvestre. El Proyecto no implica la construcción de infraestructura costera, solo considera el tendido o deposito del cable sobre el suelo marino y colocación del CEM. En su ruta se evitan áreas sensibles como arrecifes coralinos, pastos marinos y zonas de manglar. Es importante destacar que el proyecto se llevará a cabo sin alterar o destruir, de ninguna manera ni por ninguna acción, los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres.
Artículo 27 Bis.	No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	EL proyecto no prevé la introducción de especies de flora o fauna exótica invasora, ni de ningún tipo de especie.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 31	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Para el proyecto de tendido de cables marinos no se requiere llevar a cabo captura, manipulación, remoción, extracción, retención o apropiación de vida silvestre.el presente precepto normativo.

Fuente: Elaboración propia

2.5.9. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. Al respecto, se señalan los artículos correlativos vinculantes al Proyecto.

Tabla 2.7. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Articulo	Contenido	Vinculación
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: … B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de: …”	Referente a lo mencionado debido a su ubicación, dimensión, características o alcances no el Proyecto no produce algún impacto significativo que pueda causar algún desequilibrio ecológico, ni rebasa los límites y condiciones establecidos, en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. No obstante, lo anterior, y de conformidad a lo señalado en el Oficio SRA/DGIRA/DG-08881-25 de fecha 05 de noviembre del 2025, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental se presenta de manera preventiva para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular.

Fuente: Elaboración propia

2.5.10. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) es un documento complementario a la ley misma que establece las disposiciones específicas para la gestión, conservación, uso y aprovechamiento del agua en un país determinado. Este reglamento es fundamental para asegurar una administración eficiente y sostenible de los recursos hídricos, así como para garantizar el acceso equitativo y la protección del medio

ambiente.

Tabla 2.8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LAN

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 151	Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	El buque instalador cumple con los protocolos y tecnologías estipulados por la normativa internacional vigente en materia de gestión de residuos, en partículas con las disposiciones del Convenio MARPOL (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques.

Fuente: Elaboración propia

2.5.11. CONVENIO INTERNACIONAL MARPOL (CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR LOS BUQUES)

Fue adoptado el 2 de noviembre de 1973. Este convenio fue modificado posteriormente por el Protocolo de 1978 que entró en vigor el 2 de octubre de 1983. En cuanto a la adhesión de México al MARPOL, México ratificó este convenio el 13 de enero de 1989.

Durante el desarrollo de las actividades de tendido de cable de fibra óptica en el suelo marino y terrestre, se tomarán todas las precauciones y medidas necesarias para garantizar el cumplimiento del Convenio Internacional MARPOL (Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques).

A fin de prevenir la contaminación del medio marino, el buque de instalación del cable cumplirá con los estándares internacionales establecidos en este Convenio (MARPOL), que incluyen los requisitos generales sobre el control de aceite usado, descargas de aceite de motor y descargas de aguas residuales grises y negras; prevención de la contaminación por basura de los barcos y prevención de la contaminación del aire, por lo tanto, en circunstancias normales, el buque no representa ningún riesgo como fuente de contaminación marina. Además de que su estancia será temporal, únicamente durante la operación de tendido del cable, lo anterior sin menoscabo de cualquier otra medida propuesta.

2.5.12. CONVENCIÓN SOBRE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS MATERIAS

Conocida como el Convenio de Londres, es un tratado internacional diseñado para prevenir la contaminación marina causada por el vertimiento de desechos y otras sustancias en el medio marino. Este convenio establece normas y regulaciones para controlar y mitigar los impactos negativos de los vertimientos en los océanos y mares del

mundo.

El Convenio de Londres fue adoptado el 29 de diciembre de 1972 y entró en vigor el 30 de agosto de 1975. México ratificó este convenio el 23 de junio de 1986, demostrando así su compromiso con la protección del medio ambiente marino y la conservación de los recursos marinos.

La Convención busca proteger los ecosistemas marinos y la vida acuática al regular el vertimiento de desechos, incluidos materiales como desechos industriales, desechos radiactivos y otros tipos de desechos que pueden tener efectos perjudiciales en el medio ambiente marino. Además, promueve prácticas seguras de gestión de desechos y fomenta la cooperación internacional para abordar la contaminación marina en un contexto global.

Desde su entrada en vigor, el Convenio de Londres ha sido enmendado en diversas ocasiones con el propósito de fortalecer sus disposiciones y adecuarlas a los avances científicos y tecnológicos en materia de protección ambiental marina. Actualmente, cuenta con una amplia participación de Estados Parte que han asumido el compromiso de prevenir la contaminación de los océanos derivada del vertimiento de desechos y otras materias. Si bien la Convención de Londres no regula de manera específica el tendido de cables submarinos de fibra óptica, su enfoque preventivo en materia de protección del medio marino incide en la planeación y ejecución de actividades que se desarrollan en ambientes marinos. En ese sentido, sus principios refuerzan la necesidad de evitar descargas deliberadas, prevenir la contaminación y adoptar prácticas ambientalmente responsables en el uso y aprovechamiento del espacio marino.

En el caso del presente Proyecto, se precisa que las actividades de tendido de cable submarino no contemplan vertimientos, descargas intencionales ni disposición de materiales al mar; por lo que solo se prevén las actividades inherentes a la instalación física del cable conforme a estándares técnicos internacionales. Las operaciones se realizarán mediante equipos especializados que permiten el despliegue controlado del cable sobre el lecho marino, sin generar descargas contaminantes al medio acuático.

Adicionalmente, el buque y las operaciones asociadas cumplirán con el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), particularmente en lo relativo a la gestión de residuos, aguas oleosas, emisiones atmosféricas y descargas operacionales, garantizando que cualquier manejo de desechos se realice conforme a los anexos aplicables y bajo sistemas de control certificados.

En este contexto, las labores de tendido de cable marino de fibra óptica se ejecutarán en estricto apego a la legislación ambiental nacional e instrumentos internacionales aplicables, bajo un enfoque preventivo y precautorio, implementando medidas de control operacional y gestión ambiental orientadas a minimizar cualquier riesgo de afectación al ecosistema marino.

2.5.13. DECRETO POR EL QUE SE APRUEBA LA CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR

El 10 de diciembre de 1982, marcó un momento significativo para la política exterior y las

normativas internacionales marítimas de México con la firma ad-referéndum de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Este tratado, concluido en Montego Bay, Jamaica, establece derechos y responsabilidades de los estados en los mares y océanos, abarcando aspectos como la delimitación, el ambiente marino, la investigación científica y la explotación de recursos. Este decreto, emitido el 18 de febrero de 1983, formaliza la aprobación de la Convención por parte de México, reafirmando el compromiso del país con el derecho internacional y la gobernanza de los espacios marítimos. La Convención sobre el Derecho del Mar establece las guías para la utilización de los mares y océanos, la conservación de sus recursos, y la protección del medio ambiente marino, proporcionando así un equilibrio entre la explotación económica y la conservación ambiental. asegurando así el respeto y la cooperación internacionales en el marco de este acuerdo global.

Tabla 2.9. Vinculación del Proyecto con la Convención de la Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar

Artículo	Contenido	Vinculación
112	Derecho a tender cables y tuberías submarinos 1. Todos los Estados tienen derecho a tender cables y tuberías submarinos en el lecho de la alta mar más allá de la plataforma continental. 2. El párrafo 5 del artículo 79 se aplicará a tales cables y tuberías.	En el contexto del desarrollo de infraestructuras de telecomunicaciones, actualmente se están llevando a cabo los trabajos necesarios para obtener las autorizaciones pertinentes para la instalación de cables de fibra óptica en el fondo marino dentro de la ZEE. De conformidad con el Artículo 112 de la CONVEMAR, todos los Estados tienen el derecho soberano a tender cables y tuberías submarinos en la alta mar más allá de la plataforma continental. Este derecho garantiza la libre navegación y el uso de la alta mar para actividades como el tendido de cables submarinos.

Fuente: Elaboración propia

2.6. CONCLUSIÓN

Al vincular un proyecto con el marco normativo que lo condiciona, es posible establecer o definir respecto de los alcances y las limitantes de este, así como lograr un estado de congruencia entre lo permitido y lo pretendido. Es así el caso de este Proyecto “STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza”, en donde a partir del presente Capítulo 3 se vincula con los Instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables y se identificaron los diversos instrumentos jurídicos, normativos y

administrativos que regulan las actividades que comprenden el Proyecto, estableciéndose las formas en las se adecua a las disposiciones de dichos instrumentos.

Por lo anterior, y tras el análisis realizado es posible concluir fehacientemente que el Proyecto se ajusta al requerimiento de las disposiciones correspondientes, resultando viable jurídicamente al satisfacerse plenamente el supuesto previsto en el Artículo 12, fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Adicionalmente se destaca, el Proyecto contempla el uso de tecnología y técnicas que cumplen con legislación internacional, con bajos impactos ambientales significativos y respetuosa con el medio ambiente, que permitirá la mejora en las comunicaciones, mismos que reconocen que el acceso a las tecnologías de información y las comunicaciones, son un elemento indispensable para el desarrollo sostenible y empoderamiento de las comunidades, por lo que se asocia al crecimiento económico, la estabilidad social, el incremento de la productividad, la resiliencia al cambio climático, la educación y la salud, así como al acceso de oportunidades.

PROYECTO STX CABLE SYSTEM TRAMO DE CONEXIÓN TRANSFRONTERIZA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.



2026

TABLA DE CONTENIDO

3. Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada 1
3.1. Introducción 1
3.2. Definición del sistema ambiental 2
3.3. Caracterización y análisis del sa 3
3.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sa 3
3.3.2. Medio socioeconómico 23
3.3.3. Paisaje 26
3.4. Diagnóstico ambiental 26
3.4.1. Calidad ambiental del sistema 28
3.5. Conclusión 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.Ubicación del proyecto dentro de la ZEE 1
Figura 3.2 Proyecto dentro de la zona RMP “Giro Tamaulipeco” 3
Figura 3.3 Temperaturas medias registradas en las estaciones climatológicas 5
Figura 3.4 Promedios mensuales de temperatura en la superficie del mar en la zona del Proyecto 6
Figura 3.5 Precipitaciones medias en estaciones climatológicas en el SA 7
Figura 3.6. Batimetría en el SA del proyecto 10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Estaciones climatológicas cercanas al SA 4
Tabla 3.2. Temperaturas promedio registradas en las estaciones climatológicas cercanas al SA 5
Tabla 3.3. Historial de ciclones tropicales en el Golfo de México de 1851 al 2022 8
Tabla 3.4. Especies de peces con distribución potencial dentro del SA del Proyecto 17
Tabla 3.5. Especies de testudines con distribución potencial dentro del SA del Proyecto 19
Tabla 3.6. Especies de aves marinas con distribución potencial dentro del SA del Proyecto 20
Tabla 3.7. Especies de mamíferos marinos con distribución potencial dentro del SA del Proyecto 22
Tabla 3.8. Cercanía de puertos al SA 24
Tabla 3.9. Volúmenes pesqueros aportados por el estado de Tamaulipas 25
Tabla 3.10. Características estructurales y funcionales del ecosistema marino del SA 29
Tabla 3.11. Características del SA y las superficies de incidencia 32

LISTA DE ACRÓNIMOS

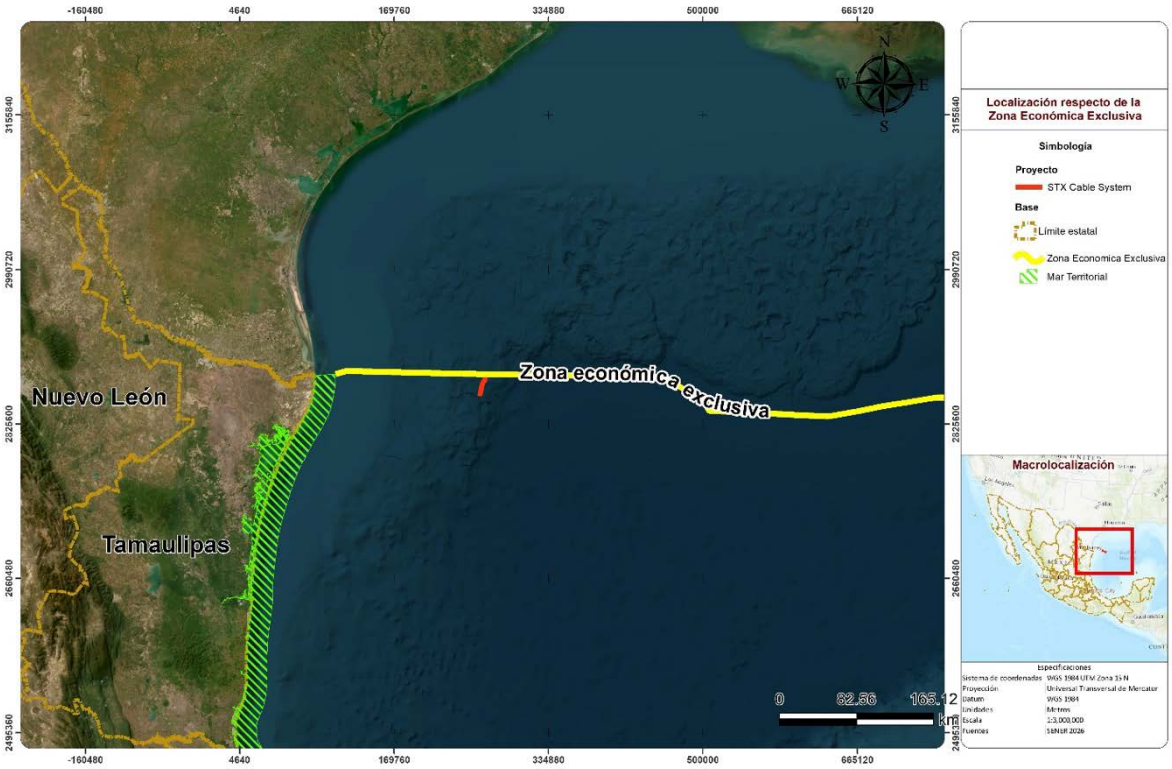
AATC	Agua del Atlántico Tropical Central
ANP	Áreas Naturales Protegidas
BOEM	Bureau of Ocean Energy Management
CEM	Cable End Module (Módulo Final del Cable)
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAPESCA	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
EUA	Estados Unidos de América
GBIF	Global Biodiversity Information Facility (Sistema Global de Información sobre Biodiversidad)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
NOM	Norma Oficial Mexicana
OD	Oxígeno Disuelto
P	Peligro de Extinción
Pr	Sujeta a Protección Especial
RMP	Regiones Marinas Prioritarias
SA	Sistema Ambiental
SATMO	Sistema Satelital de Monitoreo Oceánico
SIG	Sistema de Información Geográfica
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMN	Sistema Meteorológico Nacional
ZEE	Zona Económica Exclusiva

3. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

3.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza”, en adelante El Proyecto, se pretende desarrollar dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) en el sitio conocido Campo Trion en el Norte del Golfo de México. El Proyecto consiste en un tramo de cable de fibra óptica submarino que tendrá una longitud de 24.62 km, con una superficie de contacto con el lecho marino de 454.06 m^2. El Proyecto tendrá conexión desde el sur de la Isla del Padre, Texas (EUA) hasta un Módulo Final de Cable (CEM). Como se mencionó anteriormente, el Proyecto se ubicará dentro de la ZEE de México, y dentro de una Región Marina Prioritaria “Giro Tamaulipeco”. En la se muestra la ubicación del Proyecto respecto a la ZEE de México.

Figura 3.1. Ubicación del proyecto dentro de la ZEE



Fuente: Elaboración propia

La importancia de estos sistemas reside en la alta diversidad de especies de interés comercial, zonas pesqueras y zonas importante para actividades económicas como turismos, extracción de recursos y recursos estratégicos (nódulos de manganeso, cobalto, gas, petróleo, entre otros), por lo que estas zonas están en constante amenaza por modificación de entorno, contaminación, prácticas de manejo inadecuadas, daño al ambiente por embarcaciones, entre otras.

Ante estos antecedentes tenemos por consideración la importancia de conocer las características abióticas como bióticas y socioeconómicas de los sistemas inmersos en el desarrollo de proyectos para posteriormente generar las estrategias de control y mitigación ambiental adecuadas para un equilibrio en el desarrollo poblacional y conservación del medio ambiente.

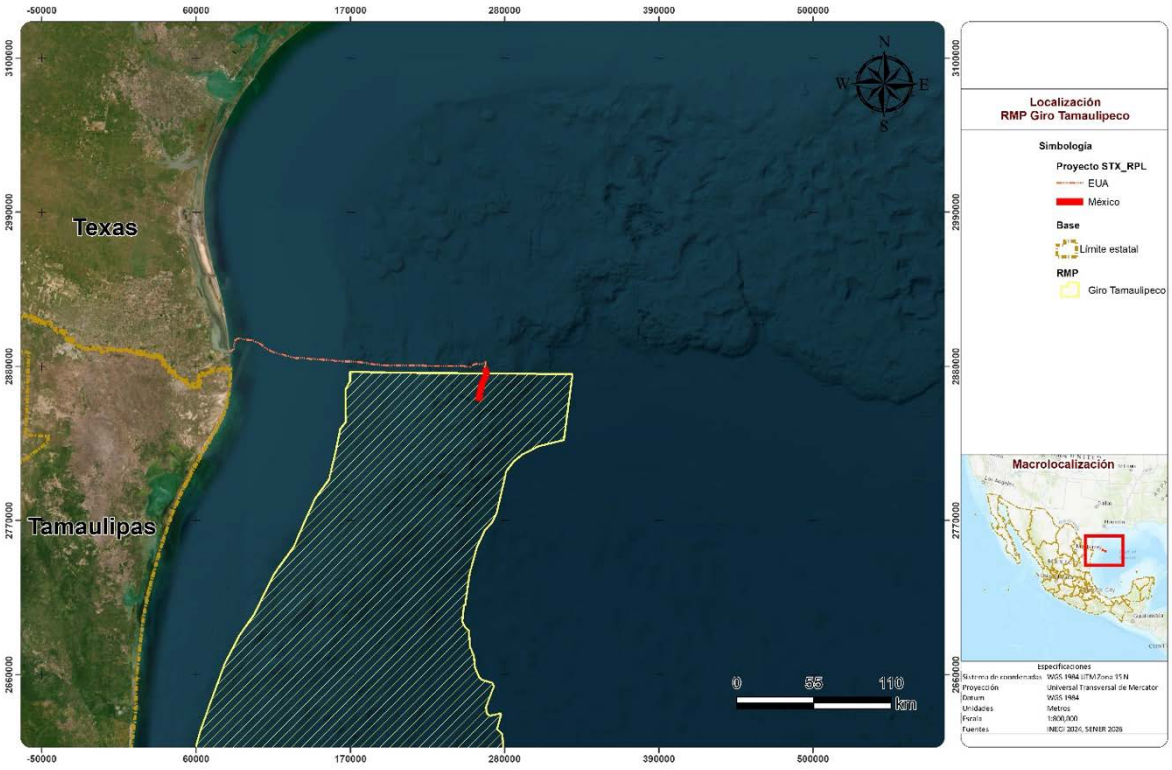
3.2. DEFINICIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

El Sistema Ambiental (SA) se define como el espacio marino que potencialmente puede ser afectado de manera directa o indirecta por los componentes y acciones del desarrollo del Proyecto, por lo que está conformado por las áreas de influencia directa e indirecta previamente delimitadas. En el presente caso, el SA se circunscribe a la Región Marina Prioritaria (RMP) denominada "Giro Tamaulipeco" (identificador 54), de conformidad con la clasificación establecida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), si bien se debe resaltar que el área de influencia se determina únicamente a una porción circundante del trazo del Proyecto. Esta región se localiza en el norte del Golfo de México, frente a las costas del estado de Tamaulipas, y abarca una extensión aproximada de 90,145 km², caracterizada por una alta productividad biológica y la presencia de especies de interés comercial y de conservación, incluyendo hábitats de relevancia para tortugas y mamíferos marinos.

El trazo del Proyecto (que comprende un cable submarino de fibra óptica de 24.62 km de longitud dentro de la ZEE mexicana) se inserta en el contexto de esta RMP. Por lo tanto, se integra tanto la columna de agua como el lecho marino en el ámbito de influencia del Proyecto, considerando las interacciones ecológicas y socioeconómicas propias de la región. La delimitación espacial por describir se ha realizado con base en la superposición de las áreas de influencia directa e indirecta definidas en el Capítulo 1 y 2, (corredor de instalación, área de maniobra del buque de 1 km² y franja de 100.00 m para efectos de ruido y turbidez),[1] tomando como referencia la poligonal de la RMP Giro Tamaulipeco. Esta delimitación permite analizar de manera integral los componentes ambientales y las posibles afectaciones derivadas del Proyecto en un contexto regional de importancia ecológica.

[1] Datos calculados a partir de los niveles de emisión de la embarcación de diseño (130-170 dB). La delimitación de 100 m (impacto directo) y 1 km (influencia general) se establece como una cota máxima de control para las medidas de mitigación, considerando la naturaleza del ruido generado durante las maniobras de instalación

Figura 3.2 Proyecto dentro de la zona RMP “Giro Tamaulipeco”



Fuente: Elaboración propia

3.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SA

3.3.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA

A continuación, se describen los elementos ambientales (bióticos y abióticos) que se presentan en el polígono delimitado como SA. Se realiza la determinación de la calidad ambiental del ecosistema marino en donde se llevará a cabo el Proyecto para realizar un análisis técnico-científico para identificar los posibles riesgos al ambiente.

3.3.1.1. MEDIO ABIÓTICO

El SA se encuentra en el norte del Golfo de México, dentro de la ZEE de México, donde se presentan vientos alisios provenientes del sureste y la presencia de la corriente de Lazo, la cual viaja desde el sur, Canal de Yucatán, hasta el Este entre Cuba y Florida. En invierno pueden existir olas de hasta 5.0 m, mientras que en las demás estaciones no son superiores 2.0 m. La temperatura superficial del océano es de 20°C en invierno y 30°C en verano.

Las aguas presentes son típicamente oligotróficas (improductivas), los nutrientes (nitrato, nitritos, fosfatos y silicatos) son cercanos a cero en la parte superficial, pero incrementan con la profundidad.

CLIMA

El clima presente en el Giro Tamaulipeco es de tipo cálido a semicálido subhúmedo, se caracteriza por una temporada de secas de febrero a mayo y de lluvias de junio a octubre, donde se presentan depresiones tropicales y frentes fríos anticiclónicos conocidos como nortes en los meses de octubre a febrero.

Para la caracterización de la temperatura y precipitación se tomaron los datos disponibles de dos estaciones meteorológicas localizadas en tierra en el estado de Tamaulipas.

Tabla 3.1. Estaciones climatológicas cercanas al SA

Nombre	Número	Latitud	Longitud	Altitud
Matamoros	28131	25.83	-97.43	5
Santa Isabel	28188	24.07	-97.84	13

Fuente: CONAGUA, 2021

La dinámica oceanográfica de la región se encuentra fuertemente influenciada por la Corriente de Lazo, la cual ingresa al Golfo de México a través del Canal de Yucatán y genera una alta variabilidad de mesoescala. Estudios regionales como el Proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) han confirmado que esta corriente es responsable del desprendimiento de remolinos anticiclónicos que se desplazan hacia el oeste, interactuando con el talud continental de Tamaulipas y Veracruz. Esta dinámica tiene implicaciones importantes en la distribución de propiedades biogeoquímicas, nutrientes y organismos planctónicos en la columna de agua de la zona profunda del Golfo de México.

TEMPERATURA

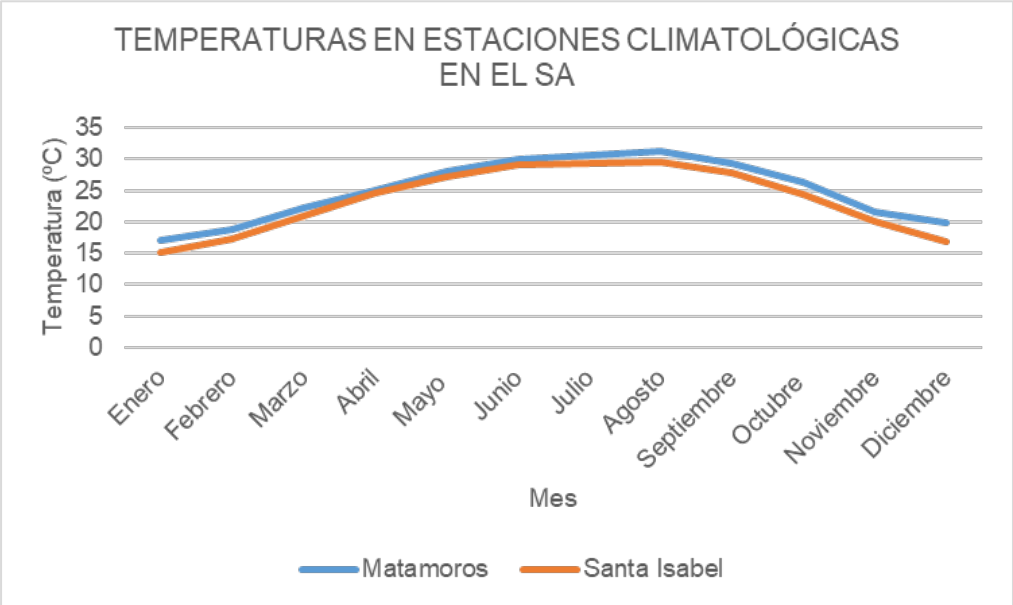
Con base en los datos de las dos estaciones se obtuvo una temperatura media anual del SA de 24.3 °C, donde las menores temperaturas registradas en promedio son durante diciembre-febrero (16.8ºC a 19.9ºC) y las más altas durante junio-agosto (31.2ºC a 29.0ºC). Como se puede observar en la Figura 3.3 no hay variación significativa entre las estaciones.

Tabla 3.2. Temperaturas promedio registradas en las estaciones climatológicas cercanas al SA

Mes / Estación	Matamoros	Santa Isabel
Enero	17.1	15.2
Febrero	18.8	17.3
Marzo	22.2	21
Abril	25.1	24.6
Mayo	28.1	27.1
Junio	30.0	29.0
Julio	30.6	29.4
Agosto	31.2	29.6
Septiembre	29.2	27.9
Octubre	26.2	24.4
Noviembre	21.5	20.1
Diciembre	19.9	16.8

Fuente: (SMN, 2026)

Figura 3.3 Temperaturas medias registradas en las estaciones climatológicas

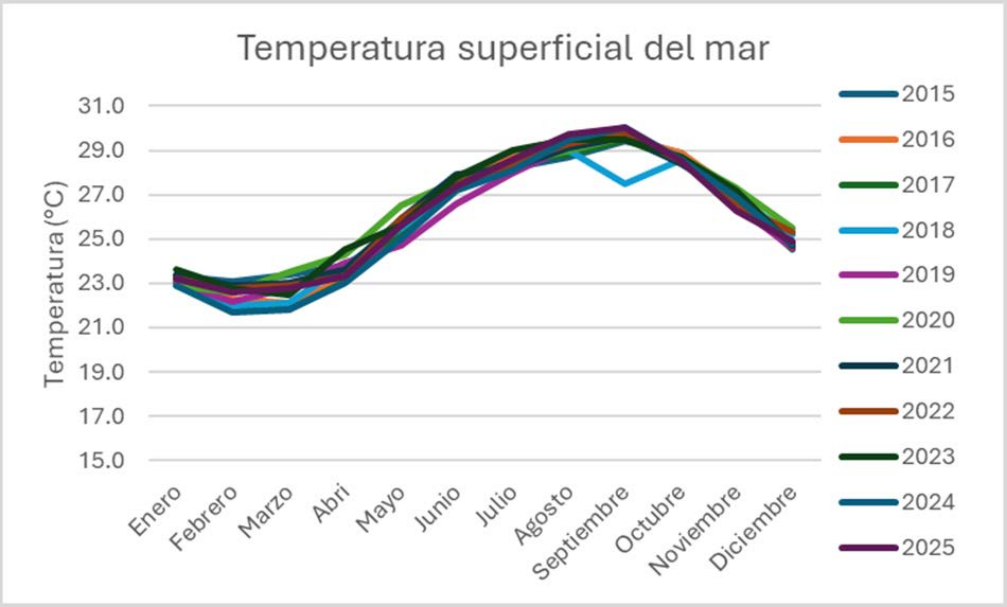


Fuente: (SMN, 2026)

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

La temperatura superficial del mar se puede medir a través de sensores colocados en los satélites de observación y que monitorean la variabilidad temporal y espacial. Se utilizó o la plataforma de Sistema Satelital de Monitoreo Oceánico (SATMO-CONABIO), y se realizó una base de datos de 10 años (2015-2025), con temperatura media mensual donde, las temperaturas más bajas se presentan durante enero-marzo (22.4ºC – 23.2ºC) y las más altas en julio – septiembre (28.4ºC – 29.5ºC). La disminución de temperatura podría estar influenciada por la temporada de nortes. En la Figura 3.4 se muestran los promedios mensuales de temperatura en la superficie del mar en la zona del Proyecto.

Figura 3.4 Promedios mensuales de temperatura en la superficie del mar en la zona del Proyecto

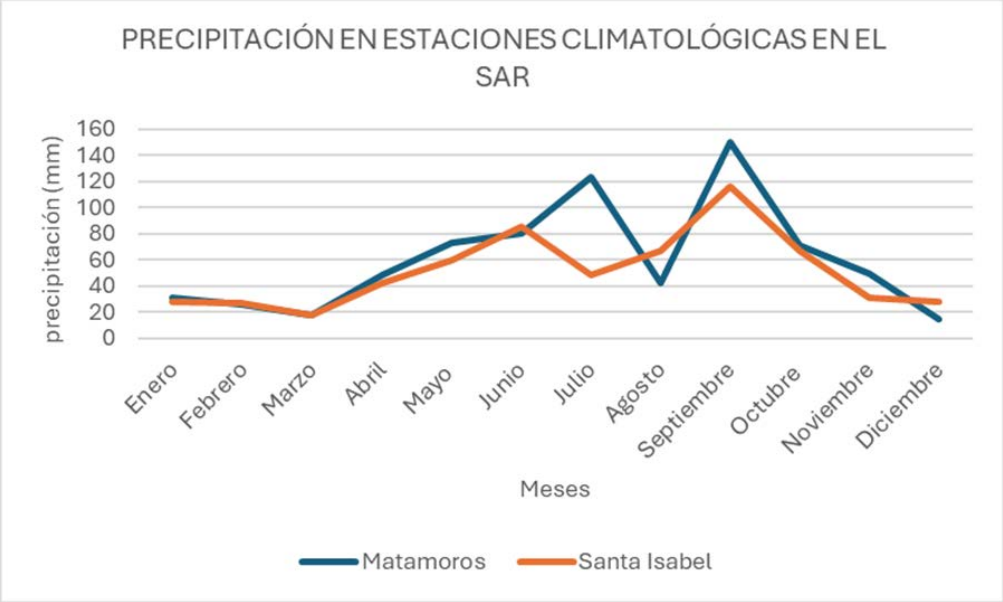


Fuente: SATMO-CONABIO

PRECIPITACIÓN

De acuerdo con los registros de las estaciones contempladas la precipitación media anual es de 669.9 mm, las mayores precipitaciones se registraron en los meses de julio y septiembre, entre los 122.8 y 150.0 mm, en la estación de Matamoros; en cambio el periodo de los meses de diciembre a marzo las precipitaciones fueron menores a 50 mm, lo que hace evidente la presentación de una temporada de lluvias y secas. En la Figura 3.5 se muestran las precipitaciones medias en estaciones climatológicas ubicada en el SA.

Figura 3.5 Precipitaciones medias en estaciones climatológicas en el SA



Fuente: SATMO-CONABIO

CICLONES TROPICALES

Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos que se forman en los océanos cuando la temperatura superficial del agua es superior a los 26ºC, además de la existencia de una zona baja de presión atmosférica, donde convergen vientos originados de diferentes direcciones.

En el Golfo de México existe la Corriente de Lazo que se localiza entre las costas occidentales de Cuba y la zona centro-oriental del Golfo de México, al este del estrecho de Yucatán y al oeste del estrecho de Florida que, debido a sus características de contenido de calor latente y sensible, la densidad del mar y la evaporación presentan parámetros altos que favorecen la intensificación de los ciclones tropicales. En la Tabla 3.3 se muestra el historial de ciclones tropicales para el Golfo de México en un periodo de 1851 al 2022.

Según el análisis realizado por Valdera, Marcelo y Victorero (2024), del año 2000 al 2022 se originaron 360 ciclones tropicales sobre la cuenca atlántica, de los cuales 63 ocurrieron sobre el área geográfica del Golfo de México, a razón de 2.7 por año. El 23.8% alcanzó la categoría de huracán.

La mayor ocurrencia de ciclones tropicales fue durante el mes de septiembre y la más baja durante el mes de noviembre. En los meses de agosto-septiembre ocurrió el 58.3%. La mayoría de los organismos provienen del área caribeña.

Tabla 3.3. Historial de ciclones tropicales en el Golfo de México de 1851 al 2022

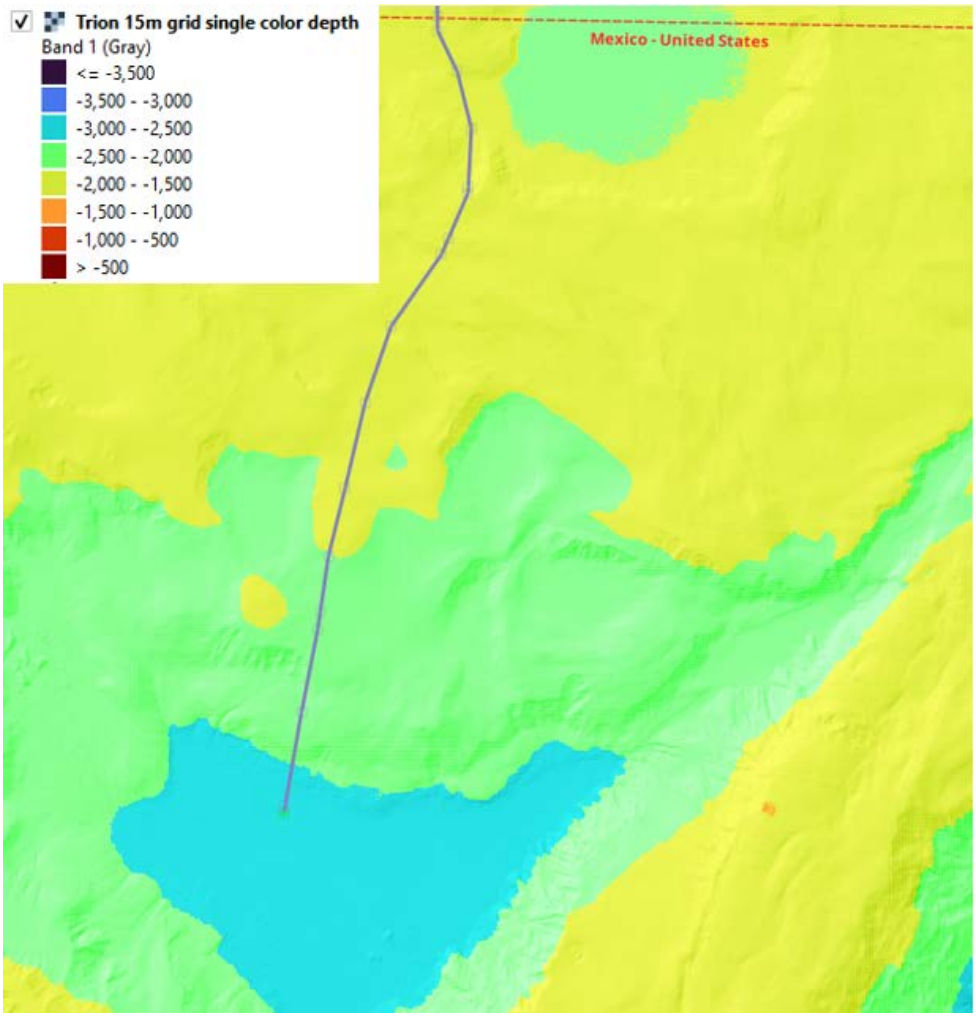
No.	Nombre	Categoría Saffir-Simpson	Fecha de aproximación más cercana	Año	Vientos (km/h)	Duración (h)	Recorrido (km)
1	SN	Huracán de categoría 1	5 de julio	1851	-	-	-
2	SN	Huracán de categoría 1	18 de agosto	1878	-	-	-
3	SN	Huracán de categoría 4	13 de agosto	1880	-	-	-
4	SN	Huracán de categoría 2	23 de agosto	1886	-	-	-
5	SN	Huracán de categoría 1	15 de octubre	1892	-	-	-
6	SN	Huracán de categoría 2	30 de agosto	1895	-	-	-
7	SN	Huracán de categoría 1	16 de agosto	1903	-	-	-
8	SN	Huracán de categoría 3	27 de agosto	1909	-	-	-
9	SN	Huracán de categoría 1	7 de septiembre	1921	-	-	-
10	SN	Huracán de categoría 1	8 de julio	1933	-	-	-
11	SN	Huracán de categoría 1	5 de agosto	1933	-	-	-
12	SN	Huracán de categoría 1	15 de septiembre	1933	-	-	-
13	SN	Huracán de categoría 2	25 de septiembre	1933	-	-	-
14	SN	Huracán de categoría 1	19 de agosto	1936	120	-	-
15	SN	Huracán de categoría 1	28 de agosto	1938	195	-	-
16	Charlie	Huracán de categoría 2	15 de agosto	1947	175	-	-
17	Charlie	Huracán de categoría 3	22 de agosto	1951	215	-	-
18	Alicia	Huracán de categoría 1	25 de junio	1954	175	-	-

No.	Nombre	Categoría Saffir-Simpson	Fecha de aproximación más cercana	Año	Vientos (km/h)	Duración (h)	Recorrido (km)
19	Gladys	Huracán de categoría 1	5 de septiembre	1955	150	-	-
20	Hilda	Huracán de categoría 3	19 de septiembre	1955	195	-	-
21	Inés	Huracán de categoría 3	10 de octubre	1966	260	-	-
22	Beulah	Huracán de categoría 3	20 de septiembre	1967	260	-	-
23	Ella	Huracán de categoría 3	12 de septiembre	1970	185	-	-
24	carolino	Huracán de categoría 2	1 de septiembre	1975	185	-	-
25	Anita	Huracán de categoría 5	2 de septiembre	1977	280	-	-
26	Barry	Huracán de categoría 1	21 de agosto	1983	130	-	-
27	Gilbert	Huracán de categoría 3	16 de septiembre	1988	295	-	-
28	Keith	Huracán de categoría 1	5 de octubre	2000	210	180	2,330
29	Erika	Huracán de categoría 1	16 de agosto	2003	95	54	1,055
30	Emily	Huracán de categoría 3	21 de julio	2005	250	246	6,623
31	Alex	Huracán de categoría 2	1 de julio	2010	165	150	2,460
32	Ingrid	Huracán de categoría 1	16 de septiembre	2013	120	108	1,400

BATIMETRÍA

La mayoría de los sedimentos que se encuentran en la región se componen de material fino terrígeno con aportes biogénicos de foraminíferos con algunas diatomeas. En el Golfo de México se registran profundidades hasta 3,500m, mientras que en el Giro Tamaulipeco se presentan valores de 1,000 m hasta 2,500 m. En la Figura 3.6 se muestra la batimetría en el sitio del Proyecto.

Figura 3.6. Batimetría en el SA del proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos de [redacted]

GEOLOGÍA DEL SISTEMA AMBIENTAL: CINTURÓN PLEGADO PERDIDO

El SA se localiza en el sector del Cinturón Plegado Perdido, una prominente provincia fisiográfica y estructural de aguas profundas en el norte del Golfo de México. Esta provincia constituye la porción central de un sistema de pliegues compresivos mayores de edad Cenozoica, conocido como sistema de pliegues del Golfo de México, que se extiende desde aguas mexicanas hasta el noroeste del Golfo.

El Cinturón Plegado Perdido se formó durante el Oligoceno como resultado de un deslizamiento gravitacional sobre un desprendimiento de sal, asociado a la tectónica de la sal del Jurásico (Formación Louann). La presencia de una gruesa capa de sal autóctona (con espesores variables que pueden superar los 4.5 km en algunas áreas) actuó como nivel de despegue, permitiendo que la carga sedimentaria suprayacente se deslizara y deformara, generando un cinturón de pliegues por compresión en la porción distal del margen continental.

La evolución tectónica del área ha sido compleja, con una fase principal de deformación compresiva durante el Oligoceno-Mioceno, seguida de etapas posteriores de diapirismo salino y reactivación estructural hasta el presente. Esta historia geológica ha dado lugar a la configuración actual, caracterizada por una serie de pliegues paralelos de gran escala.

El conocimiento de la geología de esta formación es relevante para el Proyecto al darnos información sobre la estabilidad del lecho marino, la composición de los sedimentos superficiales (limo-arcilloso), y sobre todo nos genera un contexto de presión antropogénica en la región, la cual es de actividad industrial preexistente en el área, con presencia de infraestructura de exploración y producción de hidrocarburos que coexiste con el proyecto de cableado submarino.

GRANULOMETRÍA

Los sedimentos de aguas profundas del Golfo de México se clasifican como limo o limo-arcillosos y como arcilla o arcilla-limo. En ambos casos con fracciones bajas de arenas (<2%). Las partículas finas, especialmente las arcillas, presentan una superficie de adsorción mayor, es decir presenta una mayor capacidad para retener iones y agua, y liberarlos por demanda de organismos. Estas condiciones granulométricas (predominio de limos y arcillas) determinan la disponibilidad de hábitat para la infauna (organismos que viven dentro del sedimento) y la capacidad de retención de materia orgánica, lo que influye en la estructura de las comunidades bentónicas profundas, caracterizadas por especies detritívoras adaptadas a sedimentos finos (Rowe y Kennicutt, 2009).

OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto (OD) constituye un parámetro fundamental para evaluar procesos de oxidación de materia orgánica en la columna de agua. Conforme a los resultados de la campaña oceanográfica XIXIMI-1 (CICESE, 2012), realizada en la zona profunda del Golfo de México, se estableció un perfil característico de OD para la región. Las concentraciones son relativamente altas en los primeros 200.00 m (4.7-5.00 ml/L), reflejando el intercambio océano-atmósfera y la producción fotosintética. Entre los 350.00 y 500.00 m de profundidad se localiza un mínimo de oxígeno que alcanza valores de hasta 2.45 ml/L. Este mínimo se atribuye a la entrada de Agua del Atlántico Tropical Central (AATC) a través del Canal de Yucatán, naturalmente empobrecida en oxígeno, así como a la oxidación de materia orgánica procedente de la zona fótica y, en menor medida, de aportes continentales y emanaciones naturales de hidrocarburos (chapopoteras).

Por debajo de los 1,300.00 m de profundidad, las concentraciones de OD se incrementan y se mantienen prácticamente constantes entre 4.95 y 5.00 ml/L hasta las profundidades abisales. Este comportamiento se explica por la ventilación de aguas profundas del Atlántico Norte que ingresan a través del Canal de Yucatán, las cuales se caracterizan por su origen en altas latitudes, bajas temperaturas y alto contenido de oxígeno. La cuasi constancia de los valores por debajo de los 1,500 m sugiere una relativa alta tasa de intercambio con las aguas profundas del Caribe y bajas tasas de oxidación de materia orgánica en estas profundidades (CICESE, 2012).

NUTRIENTES

La distribución de nutrientes inorgánicos en la columna de agua sigue los patrones típicos de ambientes oceánicos oligotróficos. Las mediciones realizadas durante el Proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) en 44 estaciones de aguas profundas del Golfo de México establecen una línea base para la región. Las concentraciones máximas registradas fueron de 33.00 µmol/L para nitratos, 2.30 µmol/L para fosfatos y 35.00 µmol/L para silicatos. Estos máximos se localizan principalmente entre los 400.00 y 1,000.00 m de profundidad, coincidiendo con la zona del mínimo de oxígeno y reflejando los procesos de remineralización de la materia orgánica que se hunde desde la superficie.

Por debajo de los 600.00 m, las concentraciones de silicatos se mantienen elevadas hasta el fondo, producto de la disolución del ópalo biogénico. Las distribuciones observadas son consistentes con las reportadas para el Atlántico Norte y no presentan anomalías que sugieran procesos asociados a eventos de derrame de hidrocarburos en la columna de agua profunda (CICESE, 2012).

El Proyecto no se localiza en las zonas de profundidades menores a 1500 m.

METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

La caracterización del Sistema Ambiental (SA) presentada en este capítulo se ha elaborado con base en fuentes secundarias de información, todas ellas de reconocido prestigio técnico-científico y validez oficial en el ámbito nacional e internacional. No se realizaron muestreos de campo primarios (*in situ*) durante la elaboración de esta Manifestación de Impacto Ambiental, debido a la robustez y especialización de la información existente para las condiciones del área de estudio, bajo las siguientes consideraciones:.

Naturaleza del área de estudio y condiciones de acceso: El SA se localiza a profundidades comprendidas entre -1,800.00 y -2,600.00 metros, dentro del Cinturón Plegado Perdido. Las condiciones de esta zona se caracteriza por condiciones extremas (oscuridad total, presiones hidrostáticas superiores a 180.00 atmósferas, temperaturas cercanas a los 4-6 °C). Dadas las condiciones oceanográficas particulares de esta región en la Zona Económica Exclusiva, la caracterización se fundamenta en el estado del conocimiento científico más sólido disponible, garantizando una línea base de alta fidelidad técnica sin duplicar esfuerzos de muestreo ya validados institucionalmente.

Existencia de información confiable y actualizada: Para la región del Giro Tamaulipeco y el Cinturón Plegado Perdido se dispone de información ambiental de alta calidad generada por instituciones científicas de primer nivel. En particular, los resultados del proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) constituyen la línea base más completa y rigurosa para las aguas profundas mexicanas del Golfo de México, abarcando variables físicas, químicas, microbiológicas y ecológicas. Dicho estudio incluyó 44.00 estaciones de muestreo distribuidas en la zona profunda, con análisis de núcleos de sedimento,

comunidades bentónicas, bacterianas, fúngicas, planctónicas y perfiles de oxígeno disuelto y nutrientes. Complementariamente, se utilizaron las bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y del Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF), así como la plataforma SATMO para variables satelitales. Estas fuentes proporcionan información representativa, georreferenciada y validada por pares, suficiente para la caracterización requerida en una Manifestación de Impacto Ambiental de modalidad particular.

Validez y suficiencia de la información secundaria: De conformidad con el artículo 12 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Manifestación de Impacto Ambiental debe contener una "descripción del sistema ambiental" basada en "estudios específicos". Dichos estudios pueden ser propios o apoyarse en información existente, siempre que sean técnicamente sólidos y suficientes para la evaluación. La información secundaria aquí utilizada cumple con los criterios de representatividad espacial, actualidad (dentro de los últimos 15 años) y relevancia temática, por lo que constituye una línea base robusta y suficiente para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto.

3.3.1.2. MEDIO BIÓTICO

El Giro Tamaulipeco se caracteriza por presentar aguas oligotróficas, es decir, de baja productividad derivado de las temperaturas, oxígeno disuelto y turbidez. Esto tiene como resultado que las algas verdeazules sean el principal componente del fitoplancton, ya que pueden aprovechar eficientemente el contenido de nitratos y nitritos de la capa superficial de la columna de agua. Ya que existe una baja densidad de zooplancton, también se registran densidades bajas de ictioplancton y meiofauna.

FITOPLANCTON

El fitoplancton de la zona fótica en el área de estudio fue caracterizado durante el proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) mediante el análisis de muestras recolectadas a profundidades de 10, 20, 50, 100 y 150 m en 45 estaciones de la región profunda del Golfo de México. Se identificaron un total de 81 taxones, incluyendo 18 géneros de diatomeas y 23 géneros de dinoflagelados (con 52 especies identificadas).

Los dinoflagelados constituyeron el grupo más diverso, destacando el género Ceratium con 13 especies. Las diatomeas, por su parte, fueron el grupo más abundante, representando el 55% del total de células contadas, con dominancia de los géneros Navicula, Nitzschia (penadas) y Coscinodiscus (céntricas). La mayor abundancia de fitoplancton se registró a los 50.00 m de profundidad, lo que indica que es en ese nivel donde confluyen las condiciones óptimas de luz y nutrientes para el crecimiento fitoplanctónico en la región oceánica. La región noreste del Golfo de México presentó las mayores abundancias en comparación con la región central y el borde de la plataforma continental (CICESE, 2012).

FAUNA
COMUNIDADES BENTÓNICAS

Las comunidades bentónicas de aguas profundas en el Giro Tamaulipeco han sido objeto de estudios sistemáticos como el proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012), cuyos resultados permiten establecer una línea base sólida para la región del Cinturón Plegado Perdido, donde se ubica el presente proyecto. En dicho estudio se analizaron núcleos de sedimento en 10 estaciones localizadas entre 1,200 y 3,700 m de profundidad, abarcando el área de interés.

El hábitat bentónico profundo (1,800–2,600 m) se desarrolla sobre sedimentos blandos de tipo limo-arcilloso, característicos del sector mexicano del Cinturón Plegado Perdido (Pequegnat et al., 1990; Rowe y Kennicutt, 2009). En este ambiente predominan invertebrados adaptados a condiciones extremas: altas presiones, bajas temperaturas (4-6°C), ausencia total de luz solar y limitada disponibilidad de alimento, que depende del flujo de materia orgánica particulada desde la superficie (nieve marina) (Rowe y Kennicutt, 2009).

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES

El bentos profundo está conformado por una diversidad de grupos taxonómicos adaptados a estas condiciones. Entre los más representativos se encuentran:

- ✓ Porifera (esponjas): Organismos filtradores que pueden establecer comunidades en fondos blandos cuando existen sustratos duros aislados.
- ✓ Annelida (gusanos poliquetos): Dominantes en la infauna, con familias como Spionidae, Lumbrineridae, Capitellidae y Paraonidae, que procesan el sedimento y reciclan nutrientes.
- ✓ Arthropoda (crustáceos): Principalmente anfípodos, isópodos y decápodos bentónicos.
- ✓ Cnidaria (anémonas de aguas frías): Pueden presentarse de forma dispersa cuando existen elementos de sustrato duro.
- ✓ Echinodermata (estrellas, ofiuros y pepinos de mar): Grupo conspicuo en la megafauna bentónica profunda, con especies detritívoras que recorren el fondo en busca de materia orgánica.
- ✓ Mollusca (bivalvos y gasterópodos): Principalmente bivalvos infaunales adaptados a sedimentos blandos (Pequegnat et al., 1990; Cordes et al., 2008).

Estas comunidades se caracterizan por una biomasa relativamente baja, pero con alta especialización ecológica y tasas lentas de renovación, lo que las hace particularmente vulnerables a perturbaciones físicas del sedimento.

El análisis detallado de las muestras recolectadas durante el proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) permitió caracterizar con mayor precisión la estructura comunitaria:

- ✓ Meiofauna (organismos de 45.00 a 500.00 µm): Se contabilizaron 2,596 organismos, con una clara dominancia de los nemátodos de vida libre, que representaron el 81% del total. Otros grupos relevantes fueron los copépodos y ostrácodos. La mayor parte de la biomasa se concentró en los primeros 6 cm del sedimento, con patrones de distribución vertical típicos. Se observaron diferencias espaciales significativas: la estación frente a Tamaulipas presentó una abundancia notablemente mayor que las estaciones de la Sonda de Campeche y la plataforma de Yucatán, mientras que esta última mostró una comunidad con mayor presencia de foraminíferos, asociada a sedimentos carbonatados.

- ✓ Macrofauna (>0.5 mm): La densidad fue baja, característica de ambientes profundos y oligotróficos con limitada disponibilidad de alimento. Los grupos identificados incluyeron anélidos poliquetos (familias Glyceridae, Paraonidae y Spionidae), oligoquetos, crustáceos peracáridos (isópodos, anfípodos), nemátodos y moluscos bivalvos. Las familias de poliquetos identificadas presentan diferentes estrategias alimenticias —Paraonidae como deposívoros de superficie, Spionidae como deposívoros o suspensívoros, y Glyceridae como carnívoros— lo que indica una complejidad trófica funcional a pesar de la baja densidad.

COMUNIDADES BACTERIANAS

El componente microbiano del ecosistema profundo del Giro Tamaulipeco fue caracterizado en el proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) mediante técnicas moleculares (PCR en tiempo real) aplicadas a muestras de columna de agua (>150 m) y sedimentos. Esta caracterización constituye la primera línea base para grupos bacterianos funcionales en la región.

En la columna de agua, se observó un predominio general de Arqueobacterias sobre Eubacterias en el 72% de las muestras analizadas, con porcentajes de abundancia relativa superiores al 65%. Sin embargo, se detectó un incremento en la proporción de Eubacterias con la profundidad, particularmente en estaciones cercanas a zonas con reportes de emanaciones naturales de hidrocarburos (chapopoteras), como las localizadas en el paralelo 25°N y en la boca del Cañón de Campeche. Este patrón sugiere una respuesta de la comunidad bacteriana a la presencia de hidrocarburos de origen natural.

Dentro de las Eubacterias, el análisis de proteobacterias reveló que los grupos alfa y beta fueron los predominantes en la mayoría de las estaciones (60% y 29%, respectivamente), mientras que los grupos gamma y delta, que incluyen géneros con capacidad degradadora de hidrocarburos (ej. Vibrio), presentaron una abundancia relativa menor pero consistente. Se identificó una correlación positiva entre la presencia de bacterias del género Vibrio y bacterias portadoras del gen del alcano monooxigenasa (bacterias hidrocarbonoclásticas), particularmente en profundidades de 1,200 a 2,500 m en estaciones del norte del área de estudio (CICESE, 2012).

En los sedimentos profundos, la abundancia bacteriana fue variable. Estaciones alejadas de zonas de emanaciones naturales (ej. E3, E15, E19) presentaron baja presencia bacteriana, posiblemente por escasez de nutrientes. En contraste, estaciones localizadas en el talud continental y en zonas con emanaciones naturales de hidrocarburos (ej. E35, E40) mostraron una alta abundancia y diversidad de todos los grupos bacterianos analizados, incluyendo gamma y delta proteobacterias, lo que indica un enriquecimiento natural de la comunidad microbiana en respuesta a los hidrocarburos de origen geológico (CICESE, 2012).

HONGOS EN SEDIMENTOS

El estudio de la diversidad fúngica en sedimentos marinos profundos es un campo de conocimiento emergente. El proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) proporciona los primeros datos para la región del Golfo de México, analizando la presencia de hongos mediante técnicas moleculares (PCR anidada y clonación de la región ITS del ADNr) en 10 estaciones de muestreo.

Se logró amplificar ADN fúngico en tres estaciones: E3 (cuenca oceánica), E19 (paralelo 25°N) y E35 (boca del Cañón de Campeche). Los resultados mostraron patrones de diversidad contrastantes. En la estación E19, ubicada en una zona con influencia de emanaciones naturales de hidrocarburos, se encontró una alta diversidad y abundancia de especies de los géneros Candida (incluyendo C. albicans y C. dubliniensis) y Penicillium (P. citrinum), ambos con capacidad documentada para degradar hidrocarburos y compuestos orgánicos complejos. En la estación E35, también cercana a chapopoteras, se observó una marcada dominancia de Candida sake.

En contraste, la estación E3, localizada en la planicie abisal alejada de emanaciones conocidas, presentó una diversidad fúngica dominada por Dotideomicetos (hongos típicamente terrestres), con géneros como Didymella, Phoma y Alternaria, y una presencia mucho menor del género Candida. Estas diferencias sugieren que la composición de la comunidad fúngica puede estar influenciada por la presencia de hidrocarburos de origen natural. La falta de caracterización previa al derrame de Deepwater Horizon impide atribuir estos patrones a dicho evento, pero establece una línea base esencial para el monitoreo futuro de posibles impactos antrópicos (CICESE, 2012).

ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica de aguas profundas (>1,000 m) del Golfo de México fue analizada en el marco del proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012) a partir de 44 muestras recolectadas con red bongo. Los biovolúmenes fueron relativamente bajos, típicos de ambientes oligotróficos, con valores ligeramente superiores en estaciones cercanas a la plataforma de Campeche, asociados a temperaturas más bajas, menor salinidad y mayores concentraciones de clorofila-a.

Se cuantificaron 30 grupos taxonómicos, de los cuales seis constituyeron el 88.00% de la abundancia total. Los copépodos fueron el grupo dominante, representando el 53.50% de los individuos (promedio de 31,463 ind/1000 m^3), seguidos por los quetognatos (13.40%),

ostrácodos (11.2%), terópodos (3.9%), sifonóforos (3.20%) y eufásidos (3.10%). Las larvas de peces constituyeron aproximadamente el 1.00% de la comunidad. Esta estructura comunitaria refleja las condiciones tróficas limitadas de la zona de estudio y constituye una línea base para futuras evaluaciones de impacto ambiental en la región (CICESE, 2012).

PECES

En aguas profundas del Golfo de México se encuentran familias de peces de aleta que se encuentran en hábitats pelágicos de aguas abiertas y peces demersales en hábitats del fondo del talud continental. Dentro de las familias reportadas como de potencial aparición en la zona del SA se encuentran Istiophoridae representada en cuatro géneros y cinco especies entre las que destacan el marlín y el pez vela; y Scombridae con ocho géneros y quince especies de las que destacan las caballas y atunes (Hopkins & Sutton, 1998).

Se obtuvieron registros puntuales de avistamientos para el SA dados de alta en Global Biodiversity Information Facility (GBIF), de los cuales se seleccionaron aquellos registros realizados en los últimos 20 años y depuraron con la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Se obtuvo una lista de las especies con mayor probabilidad de ocurrencia en el SA, dando un total de 56 especies, representada en 17 órdenes y 35 familias, ninguna de las especies con distribución potencial se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Especies de peces con distribución potencial dentro del SA del Proyecto

No.	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Squaliformes	Etmopteridae	*Etmopterus bullisi*	Tiburón lucero enano	-
2	Squaliformes	Somniosidae	*Somniosus microcephalus*	Tiburón boreal	-
3	Rajiformes	Rajidae	*Bathyraja ridgwayi*	Raya de Ridgway	-
4	Chimaeriformes	Rhinochimaeridae	*Harriotta raleighana*	Quimera narizona	-
5	Anguilliformes	Synaphobranchidae	*Synaphobranchus affinis*	Anguila de fondo	-
6	Anguilliformes	Nettastomatidae	*Hoplunnis macrura*	Serpentina cola grande	-

7	Anguilliformes	Nettastomatidae	*Hoplunnis tenuis*	Serpentina dientona	-
8	Osmeriformes	Alepocephalidae	*Alepocephalus agassizii*	Cabeza lisa de Agassiz	-
9	Osmeriformes	Platytroctidae	*Sagamichthys abei*	-	-
10	Stomiiformes	Sternoptychidae	*Argyropelecus affinis*	Pez hacha plateado	-
11	Stomiiformes	Sternoptychidae	*Sternoptyx diaphana*	Pez hacha transparente	-
12	Stomiiformes	Stomiidae	*Stomias affinis*	Pez dragón	-
13	Stomiiformes	Phosichthyidae	*Vinciguerria attenuata*	-	-
14	Aulopiformes	Paralepididae	*Lestidiops affinis*	Lestidium	-
15	Aulopiformes	Ipnopidae	*Bathypterois quadrifilis*	Pez trípode	-
16	Myctophiformes	Myctophidae	*Diaphus dumerilii*	Pez linterna de Dumeril	-
17	Myctophiformes	Myctophidae	*Lampanyctus alatus*	Pez linterna alado	-
18	Gadiformes	Macrouridae	*Coryphaenoides mexicanus*	Granadero mexicano	-
19	Gadiformes	Macrouridae	*Nezumia aequalis*	Granadero liso	-
20	Gadiformes	Moridae	*Laemonema barbatulum*	Mora barbada	-
21	Gadiformes	Phycidae	*Urophycis cirrata*	Merluza barbona del Golfo	-
22	Ophidiiformes	Ophidiidae	*Lepophidium brevibarbe*	Congriperla clarín	-
23	Ophidiiformes	Ophidiidae	*Bassozetus compressus*	-	-
24	Ophidiiformes	Aphyonidae	*Meteoria pauciradiatus*	-	-

25	Lophiiformes	Ogcocephalidae	*Ogcocephalus parvus*	Murciélago lomo áspero	-
26	Lophiiformes	Ceratiidae	*Ceratias holboelli*	Rape marino	-
27	Beryciformes	Trachichthyidae	*Hoplostethus occidentalis*	Reloj de occidente	-
28	Beryciformes	Diretmidae	*Diretmus argenteus*	Pez plata	-
29	Zeiformes	Oreosomatidae	*Allocyttus folletti*	-	-
30	Scorpaeniformes	Peristediidae	*Peristedion gracile*	Vaquita blindada flaca	-
31	Scorpaeniformes	Triglidae	*Prionotus stearnsi*	Rubio pequeño	-
32	Perciformes	Acropomatidae	*Synagrops bellus*	-	-
33	Perciformes	Epigonidae	*Epigonus pandionis*	-	-
34	Perciformes	Bramidae	*Pterycombus brama*	-	-
35	Pleuronectiformes	Bothidae	*Monolene sessilicauda*	Lenguado de fondo	-
36	Pleuronectiformes	Cynoglossidae	*Symphurus plagiusa*	Lengua gris	-
37	Tetraodontiformes	Triacanthodidae	*Paratriacanthodes retrospinis*	-	-

Fuente: McEachran, J. D. (2009), Robins, C.R. y G.C. Ray (1986), y datos seleccionados del proyecto "OGMEX X" (1990) a través del portal IBUNAM (Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México)

TORTUGAS MARINAS

Para obtener el listado con las especies de tortugas marinas con distribución potencial con se consultó la base de datos de CONABIO, se registraron cinco especies pertenecientes a un orden y dos familias, las cuales se encuentran bajo la categoría de En Peligro de extinción bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 3.5. Especies de testudines con distribución potencial dentro del SA del Proyecto

No.	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-

					2010
1	Testudines	Cheloniidae	*Lepidocheyls kempii*	Tortuga lora	P
2			*Caretta caretta*	Tortuga caguama	P
3			*Chelonia mydas*	Tortuga verde	P
4			*Eretmochelys imbricata*	Tortuga carey	P
5		Dermochelyidae	*Dermochelys coriacea*	Tortuga laúd	P

Fuente: CONABIO

Debido a la naturaleza del Proyecto los momentos de ocurrencia con estas especies pueden presentarse durante la instalación del Proyecto, la cual se tiene prevista que se ejecute durante tres días, por lo que el impacto que pudiera ocasionar es prácticamente nulo.

AVES MARINAS

En el área del Golfo de México se registras más de 400 especies de aves, ya que es una zona de transición de aves migratorias. Las especies con mayor presencia son el Charrán real (*Thalasseus maximus*), Gaviota argéntea (*Larus smithsonianus*) y el Piquero común (*Sula leucogaster*).

Para el listado de especies con distribución potencial en el SA se consultó la base de datos de CONABIO, se registraron 19 especies pertenecientes a 4 órdenes y 8 familias (, solo una de ellas, el Charrán Mínimo (*Sturnella antillarum*) se encuentra bajo la categoría de Sujeta bajo protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 3.6. Especies de aves marinas con distribución potencial dentro del SA del Proyecto

No.	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Charadriiformes	Laridae	*Anous stolidus*	Charrán Café	-
2			*Chlidonias niger*	Charrán negro	-
3			*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	-
4			*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	-

No.	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
5			*Onychoprion anaethetus*	Charrán embridado	-
6			*Onychoprion fuscatus*	Charrán Albinegro	-
7			*Sterna hirundo*	Charrán común	-
8			*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr
9			*Thalasseus maximus*	Charrán real	-
10			*Thalasseus sandvicensis*	Charrpan de Sandwich	-
11		Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero solitario	-
12		Stercorariidae	*Stercorarius longicaudus*	Salteador cola larga	-
13			*Stercorarius pomarinus*	Salteador robusto	-
14	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano café	-
15	Procellariiformes	Hydrobatidae	*Hydrobates castro*	Paíño de Madeira	-
16		Procellariidae	*Calonectris diomedea*	Pardela de Cory	-
17			*Puffinus lherminieri*	Pardela de Audubon	-
18	Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	-
19		Sulidae	*Sula dactylatra*	Bobo enmascarado	-

Fuente: CONABIO

MAMÍFEROS MARINOS

Para el último grupo de fauna, el listado de especies con posible distribución en el SA contempla 21 especies, todos cetáceos distribuidos en cuatro familias. Todas las especies se encuentran bajo protección bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. (CONABIO y especies seleccionadas en el registro de especies del proyecto "OGMEX X" (1990) en la plataforma

continental de Tamaulipas y "PROGMEX II" (1999) en el Golfo de México).

Tabla 3.7. Especies de mamíferos marinos con distribución potencial dentro del SA del Proyecto

No.	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Cetacea	Balaenopteridae	*Balaenoptera acutorostrata*	Rorcual minke	Pr
2			*Balaenoptera edeni*	Rorcual tropical	Pr
3		Delphinidae	*Delphinus delphis*	Delfín común	Pr
4			*Feresa attenuata*	Orca pigmea	Pr
5			*Grampus griseus*	Delfín de Risso	Pr
6			*Lagenodelphis hosei*	Delfín de Fraser	Pr
7			*Orcinus orca*	Orca	Pr
8			*Pseudorca crassidens*	Falsa orca	Pr
9			*Stenella attenuata*	Delfín moteado	Pr
10			*Stenella clymene*	Delfín de Clymen	Pr
11			*Stenella coeruleoalba*	Delfín listado	Pr
12			*Stenella frontalis*	Delfín moteado del Atlántico	Pr
13			*Stenella longirostris*	Delfín tornillo	Pr
14			*Steno bredanensis*	Delfín de dientes rugosos	Pr
15			*Tursiops truncatus*	Delfín mular	Pr
16		Physeteridae	*Kogia breviceps*	Cachalote pigmeo	Pr
17			*Kogia sima*	Cachalote enano	Pr
18			*Physeter*	Ballena de	Pr

No.	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
			macrocephalus	esperma	
19		Ziphiidae	*Mesoplodon densirostris*	Ballena-ícuda de Blainsville	Pr
20			*Mesoplodon europaeus*	Ballena de pico de Gervais.	Pr
21			*Ziphius cavirostris*	Ballena picuda de Couvier	Pr

*Pr: Sujeta a Protección Especial; P: Peligro de Extinción Fuente: CONABIO y NOAA Fisheries - Southeast Fisheries Science Center

3.3.2. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La caracterización del medio socioeconómico es fundamental para comprender el contexto en el que se desarrollará el Proyecto y para identificar potenciales interacciones con las actividades humanas en la región. El área de estudio se localiza en el norte del Golfo de México, dentro de la ZEE de México, en una región caracterizada por una intensa actividad pesquera, presencia de infraestructura para la extracción de hidrocarburos y rutas de navegación comercial.

3.3.2.1. CONTEXTO REGIONAL Y DEMOGRÁFICO

El SA se ubica frente a las costas del estado de Tamaulipas, cuya línea costera se extiende aproximadamente 370.00 km. Los municipios con influencia en la zona son aquellos con puertos y comunidades pesqueras que desarrollan sus actividades en el norte del Golfo de México, destacando:

- ✓ Matamoros: Cabecera municipal con 541,979.00 habitantes (INEGI, 2020), puerto pesquero y de altura.
- ✓ San Fernando: Con 57,220.00 habitantes, incluye el puerto pesquero de Carbonera.
- ✓ Soto la Marina: Con 33,578.00 habitantes, puerto pesquero de La Pesca.
- ✓ Aldama: Con 28,725.00 habitantes, incluye el puerto de Barra del Tordo.

Estas localidades dependen en diferente grado de las actividades marítimas, principalmente la pesca, el turismo costero y, en menor medida, servicios asociados a la industria petrolera.

3.3.2.2. ACTIVIDADES PESQUERAS

La pesca constituye una de las actividades económicas más relevantes en la región, tanto

por su valor productivo como por su importancia cultural y social. El SA se localiza dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) "Giro Tamaulipeco", reconocida por su alta productividad pesquera derivada de las condiciones oceanográficas que favorecen la concentración de especies de interés comercial.

FLOTA PESQUERA Y PUERTOS BASE

De acuerdo con la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), en Tamaulipas se encuentran registradas aproximadamente 3,500 embarcaciones menores (de hasta 10.50 m de eslora) y 200 embarcaciones mayores (mayores a 10.50 m). Los puertos con mayor actividad en la zona de influencia se muestran en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Cercanía de puertos al SA

Puerto	Tipo de flota	Principales especies	Distancia aproximada al SA
Matamoros (Puerto Bagdad)	Mayor (altura) y ribereña	Camarón, escama, tiburón	80-120 km
La Pesca (Soto la Marina)	Ribereña y mayor	Camarón, huachinango, pulpo	150-180 km
Carbonera (San Fernando)	Ribereña	Camarón, jaiba, escama	130-160 km
Barra del Tordo (Aldama)	Ribereña	Escama, camarón	180-200 km

** Pesca Ribereña o Artesanal (Hasta 20 millas náuticas de la costa, en profundidades menores a 50 m) Pesca de Altura (Mayor) (Hasta 200 millas náuticas (ZEE), incluyendo el área del SA (profundidades >1,800 m).

Fuente: Elaboración propia

ZONAS DE PESCA TRADICIONALES

A partir de consultas con la Federación de Cooperativas Pesqueras de Tamaulipas y cartas de pesca de la CONAPESCA, se han identificado zonas de pesca tradicionales que podrían traslaparse con el corredor del Proyecto:

- ✓ **Zona del "Giro Tamaulipeco"**: Área de alta concentración de camarón y especies demersales, localizada entre los 100.00 y 500.00 m de profundidad. El trazo del proyecto se localiza al este de esta zona, en aguas más profundas, minimizando el traslape con caladeros de camarón.

- ✓ **Caladeros de atún y pez vela**: Las especies pelágicas mayores se distribuyen en toda la columna de agua, incluyendo las profundidades del SA. La flota atunera de Mazatlán y Veracruz opera en esta región, aunque los mayores esfuerzos se concentran en frentes térmicos y zonas de surgencias.

- ✓ **Zonas de pesca deportiva**: Principalmente en la costa (hasta 50.00 m de profundidad), con captura de pez vela, dorado y marlín. El SA, por su profundidad, no es objetivo de esta flota.

VOLÚMENES DE CAPTURA Y VALOR ECONÓMICO

Según el Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA, 2024), Tamaulipas aporta aproximadamente los siguientes volúmenes pesqueros (Tabla 3.9). La pesca genera empleo directo para aproximadamente 8,000.00 pescadores en el estado, además de empleos indirectos en procesamiento, comercialización y servicios portuarios.

Tabla 3.9. Volúmenes pesqueros aportados por el estado de Tamaulipas

Grupo	Volumen anual (toneladas)	Valor (millones de pesos)	Principales puertos
Camarón	6,500	1,200	Matamoros, La Pesca
Escama marina	4,200	180	La Pesca, Carbonera
Tiburón y cazón	1,100	45	Matamoros
Jaiba	950	38	Carbonera, La Pesca
Atún	800	32	Matamoros (flora foránea)

Fuente: CONAPESCA

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

El diagnóstico del medio socioeconómico permite concluir los siguientes puntos:

- ✓ El SA se localiza en una zona de importancia pesquera, particularmente para la pesca de altura de camarón y atún, aunque el trazo propuesto se encuentra en aguas profundas (>1,800.00 m) donde la presión pesquera es menor que en el talud continental.

- ✓ La presencia de la industria petrolera en la región (Campo Trion y asignaciones aledañas) establece un contexto de actividad industrial previa.

- ✓ Las actividades de navegación comercial tienen una densidad moderada en la zona, requiriendo coordinación durante la fase de instalación, pero sin afectación significativa durante la operación.

- ✓ La principal interacción socioeconómica del Proyecto será con la flota pesquera de altura:

- ✓ El Proyecto no interfiere con el turismo ni con las actividades costeras, dada su

localización en aguas profundas alejadas de la costa.

3.3.3. PAISAJE

El paisaje se define como las condiciones morfológicas del terreno y su cubierta, integrando lo que sería desde el punto visual, el escenario en donde confluyen las condiciones naturales y antropológicas que son perceptibles a la vista; por lo que el escenario del paisaje no sólo es producto de los agentes naturales, sino también de la presencia del hombre y el destino que se le asigna al uso del suelo.

Dentro de la perspectiva fenosistémica se considera que una de las variables a evaluar es la visibilidad del paisaje, que según SEMARNAT 2022 se entiende como “el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada”. El Proyecto se ubicará en la zona marina del Golfo de México, en donde el paisaje está caracterizado por un cuerpo de agua constante, específicamente en una zona de extracción de hidrocarburos asignada para llevar a cabo actividades relacionadas con la industria petrolera.

3.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El presente diagnóstico ambiental se sustenta en la caracterización integrada de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos del SA. Esta caracterización se ve robustecida por los resultados de la campaña oceanográfica XIXIMI-1, realizada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE, 2012) en la misma región de aguas profundas del Golfo de México que ocupa el Proyecto. Dicho estudio representa el esfuerzo más completo realizado hasta la fecha para el establecimiento de una línea base ambiental en aguas profundas mexicanas, abarcando variables físicas, geoquímicas, microbiológicas y ecológicas. La concordancia entre la información recopilada en el presente capítulo y los resultados del proyecto XIXIMI-1 confirma la representatividad de las condiciones descritas y proporciona un marco de referencia sólido para la evaluación de impactos y el diseño de medidas de mitigación. El diagnóstico ambiental se conformó de la síntesis interpretativa de la caracterización del SA, permitiendo identificar el estado actual de sus componentes, las tendencias de evolución, las áreas de sensibilidad ecológica y los principales factores de presión existentes. Este análisis integrado proporciona la línea base sobre la cual se evaluarán posteriormente los impactos del Proyecto y se diseñarán las medidas de mitigación correspondientes.

Problemática

Con base en la caracterización integrada del Sistema Ambiental (SA) y en los resultados de la campaña oceanográfica XIXIMI-1 (CICESE, 2012), se identifican las principales problemáticas ambientales que afectan o pueden afectar la Región Ecológica "Giro Tamaulipeco". Estas problemáticas constituyen el contexto de presión preexistente sobre el cual se inserta el proyecto, y su análisis es fundamental para evaluar la significancia de los impactos acumulativos.

Contaminación por hidrocarburos y sustancias asociadas

La región del norte del Golfo de México, particularmente el Cinturón Plegado Perdido donde se localiza el Campo Trion, es un área de intensa actividad de exploración y producción de hidrocarburos. Esta actividad genera múltiples presiones ambientales:

Derrames crónicos y accidentales: Aunque los derrames mayores son eventos poco frecuentes, existen aportes eventuales de hidrocarburos asociados a operaciones de perforación, producción y transporte marítimo. La campaña XIXIMI-1 (CICESE, 2012) documentó un enriquecimiento natural de comunidades bacterianas hidrocarbonoclásticas (géneros *Vibrio*, *Alcanivorax*) en sedimentos y columna de agua de la región, particularmente en estaciones cercanas a zonas de emanaciones naturales (chapopoteras) y a áreas con actividad petrolera. Este hallazgo evidencia una respuesta adaptativa del microbiota a la presencia continua de hidrocarburos, ya sea de origen geológico o antrópico.

Ruido subacuático crónico: Las operaciones de perforación, el tráfico de embarcaciones de suministro y la exploración sísmica generan un paisaje acústico de fondo con niveles elevados de ruido de baja frecuencia. Este ruido puede interferir con la comunicación de cetáceos (especialmente rorcuales) y causar perturbación conductual en especies sensibles como los zífidos.

Infraestructura de fondo: La presencia de plataformas, ductos y otros elementos modifica localmente el hábitat bentónico, introduciendo sustratos duros en un ambiente dominado por fondos blandos, lo que favorece el establecimiento de comunidades incrustantes y puede alterar las cadenas tróficas locales.

Sobreexplotación pesquera y captura incidental

El Giro Tamaulipeco es reconocido como una zona de alta productividad pesquera, lo que ha llevado a una presión intensa sobre los recursos marinos:

Sobreexplotación de especies comerciales: Especies como el huachinango (*Lutjanus campechanus*), el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y diversas especies de tiburón han mostrado signos de sobreexplotación en el Golfo de México, con poblaciones reducidas respecto a sus niveles históricos.

Tráfico marítimo y riesgos asociados

El Golfo de México es una ruta de navegación comercial de importancia internacional. El tráfico marítimo en la región genera:

- ✓ **Contaminación por residuos operativos:** Aunque el Convenio MARPOL regula las descargas de buques, existen riesgos de derrames accidentales de combustibles, aguas oleosas y otros residuos.

- ✓ **Introducción de especies exóticas:** El agua de lastre y las incrustaciones en cascos pueden transportar especies no nativas, aunque no se han documentado establecimientos exitosos en las profundidades del Cinturón Plegado Perdido.

3.4.1. CALIDAD AMBIENTAL DEL SISTEMA

A partir del análisis retrospectivo de los componentes abióticos y bióticos, se establece el siguiente diagnóstico de calidad ambiental para el SA.

3.4.1.1. CALIDAD DEL MEDIO ABIÓTICO

Condiciones Oceanográficas y Climáticas: El SA se localiza en una región con condiciones oceanográficas dinámicas, determinadas por la influencia de la Corriente de Lazo y los vientos alisios del sureste. La temperatura superficial del mar presenta un rango estacional de 22.4°C a 29.5°C, con un promedio multianual de 26.1°C (2015-2025), lo que clasifica la zona como de aguas cálidas con variaciones moderadas. Esta temperatura, combinada con la profundidad del SA (1,800.00-2,600.00 m), genera una columna de agua estratificada térmicamente, con una capa de mezcla superficial que alcanza los 50.00-100.00 m de profundidad durante el invierno y se reduce en verano.

La región está sujeta a eventos meteorológicos extremos, particularmente ciclones tropicales durante junio-octubre y "nortes" (frentes fríos) entre octubre y febrero. El análisis histórico (1851-2022) registra 32 huracanes que han afectado el Golfo de México, con una frecuencia de 2.7 organismos por año en las últimas décadas, de los cuales el 23.8% alcanzó categoría de huracán. Esta condición implica que el Proyecto deberá considerar ventanas de instalación que eviten la temporada de mayor actividad ciclónica (agosto-septiembre), así como diseñar el cable para soportar condiciones de fondo marino extremas durante su vida útil de 30 años.

Calidad del Agua y Sedimentos: Las aguas del SA son típicamente oligotróficas (baja productividad), con concentraciones de nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos, silicatos) cercanas a cero en la capa superficial, incrementando con la profundidad. Esta condición limita la productividad primaria a la zona fótica superficial, restringiendo la biomasa fitoplanctónica y, consecuentemente, la disponibilidad de alimento para niveles tróficos superiores en la columna de agua.

Los sedimentos de aguas profundas se clasifican como limo-arcillosos y arcillo-limosos, con fracciones de arena inferiores al 2%. Las partículas finas (arcillas) presentan alta capacidad de adsorción de iones y materia orgánica, lo que favorece el desarrollo de comunidades bentónicas en el lecho marino. Esta característica granulométrica también implica que cualquier perturbación del sedimento durante la instalación del cable generará una pluma de finos con potencial de dispersión, aunque de alcance limitado por las bajas corrientes de fondo en aguas profundas.

3.4.1.2. CALIDAD DEL MEDIO BIÓTICO

El bento profundo del Giro Tamaulipeco, desarrollado sobre sedimentos limo-arcillosos del Cinturón Plegado Perdido a profundidades de 1,800.00-2,600.00 m, presenta una diversidad adaptada a condiciones de alta presión, bajas temperaturas y disponibilidad limitada de alimento. Los grupos dominantes incluyen poliquetos (con familias como *Spionidae, Lumbrineridae y Capitellidae*), crustáceos peracáridos (anfípodos, isópodos), equinodermos (holoturias, ofiuros) y moluscos bivalvos infaunales. Estas comunidades se caracterizan por una biomasa relativamente baja, alta especialización ecológica y tasas de renovación lentas, lo que las hace particularmente vulnerables a perturbaciones físicas del sedimento (Rowe y Kennicutt, 2009; Pequegnat et al., 1990):

Tabla 3.10. Características estructurales y funcionales del ecosistema marino del SA

Nivel Trófico	Componente	Estado	Productividad	Observaciones
Productores primarios	Fitoplancton	Oligotrófico	Baja	Dominado por algas verdeazules (cianobacterias) que fijan nitrógeno atmosférico
Consumidores primarios	Zooplancton	Oligotrófico	Baja	Densidades reducidas, limitan la transferencia energética
Consumidores secundarios	Necton (peces)	Moderado	Media	37 especies potenciales, dominancia de especies demersales y bentopelágicas
Consumidores terciarios	Depredadores tope	Moderado	Baja	Atunes, picudos, mamíferos marinos
Descomponedores	Bentos	Moderado	Media	Comunidades adaptadas a fondos blandos (poliquetos, equinodermos, crustáceos)

Fuente: Elaboración propia

El sistema presenta un flujo energético limitado por la baja productividad primaria, característica de aguas oceánicas oligotróficas. La biomasa se concentra en el bentos (aprovechando la sedimentación de materia orgánica) y en especies pelágicas con capacidad de realizar migraciones verticales para acceder a diferentes profundidades.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA BIOTA

Se identificaron 37 especies de peces con distribución potencial en el SA, pertenecientes a 17 órdenes y 35 familias. Ninguna de estas especies se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que indica que, a nivel poblacional, no presentan riesgo de extinción en territorio mexicano. Sin embargo, algunas especies como el huachinango (*Lutjanus campechanus)* y el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) son objeto de presión pesquera significativa en la región, con poblaciones que han mostrado signos de sobreexplotación en el pasado.

La diversidad íctica del SA se compone principalmente de especies demersales (lenguados, rubios, serpentinas) adaptadas a fondos blandos profundos, y especies pelágicas (atunes, jureles, pámpanos) que utilizan la columna de agua. Esta composición refleja un ecosistema funcional, pero de baja singularidad en términos de endemismos o especies amenazadas.

Las cinco especies de tortugas marinas con distribución potencial en el SA se encuentran bajo la categoría de En Peligro de Extinción (P) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa la máxima categoría de riesgo en México. Estas especies son:

- ✓ Tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) endémica del Golfo de México, la más crítica en su estado de conservación.
- ✓ Tortuga caguama (*Caretta caretta*)
- ✓ Tortuga verde (*Chelonia mydas*)
- ✓ Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*)
- ✓ Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)

La presencia de estas cinco especies en el SA convierte la zona en un área de sensibilidad ecológica, particularmente durante sus desplazamientos migratorios y en zonas de alimentación. Aunque el SA no constituye una zona de anidación (las playas de anidación se localizan en Tamaulipas y Veracruz), sí es un área de tránsito y alimentación potencial.

Adicional, se identificaron 22 especies de mamíferos marinos con distribución potencial, de las cuales 21 se encuentran bajo Protección Especial (Pr). La riqueza de cetáceos incluye:

- ✓ 3 especies de balenoptéridos (rorcuales)
- ✓ 13 especies de delfínidos (delfines oceánicos)
- ✓ 3 especies de fisetéridos (cachalotes)
- ✓ 3 especies de zífidos (ballenas de pico)

3.4.1.3. ÁREAS DE SENSIBILIDAD ECOLÓGICA

Del análisis de vulnerabilidad y la caracterización biofísica, se identifican las siguientes áreas de sensibilidad dentro del SA:

- ✓ **Zona de transición talud-llanura abisal (-1,800.00 a -2,000.00 m):** Área donde se concentran comunidades bentónicas de mayor diversidad relativa en comparación con otras profundidades de la columna de agua, debido a la recepción de aportes orgánicos procedentes del talud continental. Cabe precisar que esta mayor

diversidad se refiere al contexto del gradiente batimétrico local, sin que ello implique una declaración de alta biodiversidad en términos absolutos o en comparación con otros ecosistemas marinos someros o de mayor productividad.

- ✓ **Corredores migratorios de tortugas y mamíferos marinos**: Esta porción no es cartografiable, considerando entonces, que la columna de agua del SA constituye un área de tránsito para estas especies, particularmente durante los meses de marzo a junio, las actividades están previstas para ser ejecutadas en los meses de enero -febrero, por lo que la afectación seria aún más baja para este rubro.

- ✓ **Zona de posible presencia de corales de aguas frías**: No se confirman en el área, por lo tanto, la existencia de formaciones de corales profundos puede descartarse debido a la profundidad que interactúa el Proyecto.

3.5. CONCLUSIÓN

Como conclusión para la caracterización y análisis integral de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos del SA donde se desarrollará el Proyecto "STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza", se sintetiza lo siguiente; el SA se localiza en aguas ultraprofundas del norte del Golfo de México, dentro de la ZEE mexicana, en el sector conocido como Cinturón Plegado Perdido, a profundidades que oscilan entre -1,800.00 y -2,600.00 m. Esta área forma parte de la Región Marina Prioritaria "Giro Tamaulipeco" y se encuentra en las inmediaciones del Campo Trion, un área de desarrollo petrolero activo, lo que implica que el sistema se desenvuelve en un contexto de presión antrópica preexistente, caracterizado por la presencia de infraestructura industrial, tráfico marítimo asociado y exploración de hidrocarburos.

El SA del Proyecto presenta un estado de conservación funcional, con procesos ecológicos operando dentro de rangos naturales, con algunos elementos sensibles (tortugas y mamíferos marinos) que requieren atención por parte del proyecto. Es importante mencionar, la cercanía al Campo Trion que establece un contexto de presión antrópica preexistente que ha moldeado la respuesta del ecosistema, particularmente en comunidades microbianas y en la exposición de la megafauna a disturbios.

El Proyecto, por su naturaleza (cable de fibra óptica de 18-22 mm de diámetro, instalación de 3 días con tendido superficial sin zanjeo), representa una perturbación puntual, lineal y de baja magnitud en un sistema que ya experimenta presiones de origen industrial y pesquero. La adecuada planificación de la ventana de instalación (evitando temporada de ciclones y máximos migratorios), la implementación de medidas de mitigación (protocolos de evasión de especies sensibles, tendido controlado) y el cumplimiento de la normativa aplicable permitirán que la huella ambiental del Proyecto sea marginal y temporal en el contexto de las presiones existentes en la región.

La línea base establecida en este capítulo, particularmente los resultados del proyecto XIXIMI-1 (CICESE, 2012), proporciona un marco de referencia sólido para la evaluación de impactos y el diseño de medidas de mitigación proporcionadas a la sensibilidad de los componentes ambientales identificados, asegurando la compatibilidad del Proyecto con la

conservación de los ecosistemas marinos profundos del Giro Tamaulipeco y el Cinturón Plegado Perdido. En la Tabla 3.11 se presentan las características del SA del Proyecto.

Tabla 3.11. Características del SA y las superficies de incidencia

Componente	Elemento del proyecto que incide	Superficie de incidencia	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
Áreas de importancia ambiental (ANP, ADVC, sitio Ramsar, humedal, manglar, AICA, regiones prioritarias, UMA, etc.)	El Proyecto se localiza dentro de la Región Marina Prioritaria "Giro Tamaulipeco" (RMP 54), pero no interfiere con sus atributos ecológicos ni con ningún área natural protegida. La incidencia física es la ocupación del cable sobre el lecho marino.	454.06 m² (contacto del cable y CEM)	< 0.0001% (superficie insignificante dentro del polígono de la RMP)
Corrientes y cuerpos de agua	Proyecto desarrollado íntegramente en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Golfo de México, sin afectación a cuerpos de agua continentales. La incidencia física es mínima y no modifica la dinámica hídrica.	454.06 m² (superficie de contacto con el lecho marino)	< 0.0001% de la superficie total de la ZEE mexicana en el Golfo de México
Ecosistemas relevantes (ej. arrecifes coralinos, pastos marinos, manglares, corales de aguas frías)	No se afectan ecosistemas relevantes. Se confirmó la ausencia de corales de aguas frías, pastos marinos, manglares o arrecifes en el área de influencia directa.	0 m²	0%
Otro (especificar)	No aplica	—	—

Fuente: elaboración propia

PROYECTO STX CABLE SYSTEM TRAMO DE CONEXIÓN TRANSFRONTERIZA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

[redacted]

2026

TABLA DE CONTENIDO

4. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 1

4.1. Introducción 1

4.2. Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales 1

4.2.1. Enfoque metodológico 2

4.2.2. Criterios de valoración de impactos 2

4.2.3. Índice de importancia del impacto (iii) 3

4.3. Identificación de impactos prioritarios 3

4.4. Caracterización y evaluación de impactos ambientales 4

4.4.1. Impacto por posibles colisiones con mamíferos marinos y tortugas durante la fase de instalación 4

4.4.1.1. Descripción del impacto 4

4.4.1.2. Factores condicionantes 5

4.4.1.3. Caracterización del impacto 6

4.4.1.4. Índice de importancia del impacto 6

4.4.1.5. Medidas de mitigación propuestas 7

4.4.2. Impacto por afectaciones derivadas del tendido del cable sobre el lecho marino y las comunidades bentónicas 7

4.4.2.1. Descripción del impacto 7

4.4.2.2. Factores condicionantes 8

4.4.2.3. Caracterización del impacto 8

4.4.2.4. Índice de importancia del impacto 9

4.4.2.5. Medidas de mitigación propuestas 9

4.4.3. Impacto por posibles derrames de sustancias o combustibles durante la fase de instalación 9

4.4.3.1. Descripción del impacto 9

4.4.3.2. Factores condicionantes 9

4.4.3.3. Caracterización del impacto 10

4.4.3.4. Índice de importancia del impacto 11

4.4.3.5. Medidas de mitigación propuestas 11

4.5. Impactos residuales....11
4.5.1. Impacto residual por colisiones con mamíferos marinos y tortugas....12
4.5.2. Impacto residual por tendido del cable sobre el bentos....12
4.5.3. Impacto residual por derrames de sustancias o combustibles....12
4.6. Impactos acumulativos....14
4.6.1. Actividades con potencial de acumulación en la región....14
4.6.2. Evaluación de acumulación por impacto prioritario....15
4.6.2.1. Acumulación para el impacto por colisiones con fauna....15
4.6.2.2. Acumulación para el impacto por tendido del cable sobre el bentos....15
4.6.2.3. Acumulación para el impacto por derrames de combustibles....15
4.6.3. Conclusión sobre impactos acumulativos....15
4.7. Conclusión....16
4.8. Descripción del programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental....17
4.8.1. Medidas para la etapa de instalación....17
4.9. Responsabilidades y coordinación....21
4.9.1. Enfoque adaptativo durante la instalación....21
4.9.2. Enfoque adaptativo durante la operación....21
4.10. Programa de vigilancia ambiental (pva)....22
4.10.1. Reportes y comunicación....22
4.11. Cronograma....22
4.12. Conclusiones....23
4.13. Pronósticos ambientales....27
4.13.1. Introducción....27
4.14. Descripción y análisis del escenario sin proyecto....27
4.14.1. Evolución del medio abiótico sin proyecto....27
4.14.2. Evolución del medio biótico sin proyecto....28
4.14.3. Evolución del medio socioeconómico sin proyecto....29
4.14.4. Diagnóstico del escenario sin proyecto....29
4.15. Descripción y análisis del escenario con proyecto....29
4.15.1. Impactos esperados en el corto plazo (instalación)....30
4.15.2. Impactos esperados en el mediano y largo plazo (operación)....30

4.15.3. Impactos acumulativos 30
4.15.4. Diagnóstico del escenario con proyecto sin mitigación 30
4.16. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 31
4.16.1. Evolución esperada con mitigación 32
4.16.2. Impactos residuales 33
4.16.3. Diagnóstico del escenario con mitigación 33
4.17. Pronóstico ambiental 33
4.17.1. Pronóstico para el medio abiótico 33
4.17.2. Pronóstico para el medio biótico 34
4.18. Conclusiones 35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Matriz de identificación de impactos prioritarios 3
Tabla 4.2. Impactos presentes en la Región Ecológica 14
Tabla 4.3. Medida de mitigación 1 17
Tabla 4.4. Medida de mitigación 2 18
Tabla 4.5. Medida de mitigación 3 20
Tabla 4.6. Medida de mitigación 4 21
Tabla 4.7. Monitoreo durante la etapa de instalación 22
Tabla 4.8. Cronograma 22
Tabla 4.9. Impactos ambientales del Proyecto y medidas de prevención y mitigación 24
Tabla 4.10 Impactos evitados o reducidos 31

LISTA DE ACRÓNIMOS

CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPESCA	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
D	Duración
E	Extensión
M	Magnitud
P	Probabilidad
PVA	Programa de Vigilancia Ambiental
R	Reversibilidad
RE	Región Ecológica
ROV	Remote Operated Vehicle (Vehículo operado a distancia)
SEMAR	Secretaría de Marina
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMAA	Sistema de Manejo Ambiental Adaptativo
ZEE	Zona Económica Exclusiva

4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

4.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo identificar, caracterizar y evaluar los impactos ambientales potenciales derivados de la instalación y operación del proyecto "STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza", en adelante El Proyecto, correspondiente al tramo de conexión transfronteriza de un cable de fibra óptica submarino en aguas profundas del norte del Golfo de México. Este análisis se fundamenta en la caracterización de la Región Ecológica (RE) presentada en el Capítulo III, así como en el diagnóstico ambiental integrado que identificó los componentes de mayor sensibilidad en el área de influencia del Proyecto.

El proyecto consiste en el tendido de un cable de fibra óptica submarino con una longitud de 24.62 km dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México, a profundidades comprendidas entre -1,800 y -2,600 metros. La instalación se realizará en un período de tres días mediante un buque cablero especializado, colocando el cable directamente sobre el lecho marino sin zanjeo ni enterramiento, lo que determina la naturaleza y magnitud de las interacciones ambientales esperadas.

De conformidad con los lineamientos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental, y atendiendo a las observaciones técnicas recibidas, el presente capítulo se enfoca en la evaluación de tres impactos prioritarios identificados para el proyecto:

Posibles colisiones con mamíferos marinos y tortugas durante la fase de instalación.

Afectaciones derivadas del tendido del cable sobre el lecho marino y las comunidades bentónicas.

Posibles derrames de sustancias o combustibles durante la fase de instalación.

La evaluación se desarrolla considerando tanto la fase de instalación (3 días) como la fase de operación (30 años de vida útil), incorporando el análisis de impactos residuales y acumulativos en el contexto regional, con especial atención a la presencia del Campo Trion como área de desarrollo petrolero activo que establece un contexto de presión antrópica preexistente.

4.2. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología empleada para la identificación y evaluación de impactos ambientales se sustenta en los criterios técnicos establecidos por la SEMARNAT en la "Guía de evaluación de impacto ambiental ", y con experiencias documentadas en proyectos análogos a nivel internacional (Estudio del Cable Basslink -Estrecho de Bass, Australia-

y Proyecto East Micronesia Cable (Banco Mundial), además de la consulta de bibliografía que menciona la actividad a realizar (Lee, S. 2023, Instituto Nacional de Ciencias Pesqueras. 2017, Isus, D., Et al 2011).

4.2.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

La evaluación se desarrolla mediante un enfoque multimetodológico que integra:

Listas de verificación (checklists) específicas para cada fase del proyecto, elaboradas a partir de la identificación de acciones generadoras de impacto y componentes ambientales potencialmente afectados.

Matriz de identificación de impactos (adaptada del método de Leopold) que relaciona las acciones del proyecto con los componentes ambientales de mayor sensibilidad, permitiendo visualizar sistemáticamente las interacciones potenciales.

Criterios de valoración cualitativa y cuantitativa que permiten asignar un Índice de Importancia del Impacto (III) a cada interacción identificada, facilitando la jerarquización y priorización de medidas de mitigación.

4.2.2. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Para la caracterización y valoración de los impactos ambientales se aplican los siguientes criterios, definidos con base en la normativa ambiental mexicana y las mejores prácticas internacionales:

- ✓ **Naturaleza del impacto**: Hace referencia al efecto benéfico o perjudicial de la acción sobre el componente ambiental. Se clasifica como positivo (+) o negativo (-).

- ✓ **Extensión (E)**: Corresponde al área espacial de influencia del impacto. Se valora en una escala de 1 a 3, donde 1 corresponde a un efecto puntual (restringido al sitio de la acción), 2 a un efecto local (con influencia en el entorno inmediato) y 3 a un efecto regional (con alcance más allá del área de influencia directa).

- ✓ **Duración (D)**: Se refiere al tiempo de permanencia del impacto. Se valora como 1 para impactos temporales (duración inferior a un año), 2 para impactos permanentes de corta duración (entre 1 y 5 años) y 3 para impactos permanentes de larga duración (superior a 5 años).

- ✓ **Magnitud (M)**: Representa la intensidad de la alteración provocada sobre el componente ambiental. Se valora como 1 para magnitud baja (afectación mínima o reversible sin intervención), 2 para magnitud media (afectación moderada que requiere medidas de mitigación) y 3 para magnitud alta (afectación severa o irreversible).

- ✓ **Reversibilidad (R)**: Capacidad del sistema para retornar a las condiciones previas

al impacto. Se valora como 1 cuando el impacto es reversible (el sistema se recupera naturalmente), 2 cuando es parcialmente reversible (se requiere intervención para la recuperación) y 3 cuando es irreversible (no es posible recuperar las condiciones originales).

- ✓ **Probabilidad (P)**: Certeza de ocurrencia del impacto. Se valora como 1 para impactos improbables (baja probabilidad de ocurrencia), 2 para impactos probables (moderada probabilidad) y 3 para impactos ciertos (ocurren con seguridad).

4.2.3. ÍNDICE DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO (III)

El Índice de Importancia del Impacto se calcula como el promedio aritmético de los valores asignados a los cinco criterios anteriores:

$$III = (E + D + M + R + P) / 5$$

Con base en el valor obtenido, los impactos se clasifican en las siguientes categorías:

- ✓ **III de 1.0 a 1.5**: Impacto de significancia muy baja, no requiere medidas de mitigación específicas más allá de las buenas prácticas.
- ✓ **III de 1.6 a 2.0**: Impacto de significancia baja, poco significativo, susceptible de ser manejado con medidas de mitigación estándar.
- ✓ **III de 2.1 a 2.5**: Impacto de significancia moderada, requiere medidas de mitigación específicas para reducir su efecto.
- ✓ **III de 2.6 a 3.0**: Impacto de significancia alta, requiere medidas de mitigación especiales y justificación detallada para su aceptación.

4.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS PRIORITARIOS

A partir del análisis de las acciones del proyecto en sus diferentes fases y de la caracterización del Sistema Ambiental presentado en el Capítulo III, se identifican las interacciones potenciales entre el proyecto y los componentes ambientales de mayor sensibilidad. En la Tabla 4.1 se presenta la matriz de identificación de los impactos prioritarios objeto del presente capítulo.

Tabla 4.1. Matriz de identificación de impactos prioritarios

Etapa del	Acción del	Fauna marina	Bentos	Calidad del	

Proyecto	Proyecto	Necton (megafauna pelágica en tránsito)		agua	Aire
Instalación (3 días)	Navegación del buque cablero	X	-	-	X
	Emisiones y ruido durante la navegación	X			X
	Tendido del cable sobre lecho marino	-	X	-	
	Manejo de combustibles y sustancias peligrosas	-	-	X	
Operación (30 años)	Presencia física del cable sobre el lecho marino	-	X	-	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la matriz, las interacciones identificadas se concentran en la fase de instalación, que por su naturaleza presenta el mayor potencial de afectación sobre los componentes ambientales sensibles. Durante la fase de operación, únicamente se identifica la interacción permanente del cable con el lecho marino y las comunidades bentónicas asociadas.

4.4. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación, se presenta la caracterización y evaluación detallada de cada uno de los tres impactos prioritarios identificados, siguiendo los criterios metodológicos establecidos en la sección 4.2.

4.4.1. IMPACTO POR POSIBLES COLISIONES CON MEGAFAUNA MARINA NECTÓNICA DURANTE LA FASE DE INSTALACIÓN

4.4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO

Durante la fase de instalación del Proyecto, que se desarrollará en un período de tres días, la presencia y navegación del buque cablero en el área del Sistema Ambiental implica un riesgo potencial de colisión con ejemplares del necton, especialmente megafauna pelágica como mamíferos marinos y tortugas en tránsito. Este riesgo es inherente a cualquier operación marítima y adquiere especial relevancia en el contexto del Proyecto debido al estatus de protección de las especies presentes en la región.

De acuerdo con la caracterización de la Región Ambiental presentada en el Capítulo III, se identificaron 21 especies de mamíferos marinos con distribución potencial en el área, todas ellas catalogadas como Sujetas a Protección Especial (Pr) según la NOM-059-

SEMARNAT-2010. Asimismo, se identificaron cinco especies de tortugas marinas con distribución potencial, todas clasificadas en la categoría de Peligro de Extinción (P): tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).

El riesgo de colisión es mayor para las especies que pasan tiempo en la superficie o en aguas someras, como los delfínidos y las tortugas durante sus desplazamientos migratorios. La probabilidad de ocurrencia depende de diversos factores, entre los que destacan la velocidad de navegación del buque, la época del año (con mayor presencia de tortugas durante primavera-verano) y las condiciones de visibilidad y estado del mar.

4.4.1.2. FACTORES CONDICIONANTES

La evaluación del riesgo de colisión debe considerar los siguientes factores condicionantes que actúan como atenuantes del impacto potencial:

- ✓ **Velocidad de operación**: Durante las maniobras de tendido del cable, el buque navega a velocidades reducidas (inferiores a 5 nudos), lo que disminuye significativamente el riesgo de colisión y, en caso de ocurrir, reduce la probabilidad de lesiones graves.

- ✓ **Protocolos de evasión**: Como parte de las medidas de mitigación propuestas, se contará con protocolos de evasión en el caso de observar megafauna nectónica como mamíferos o tortugas marinas, entro otros, durante toda la operación, se mantendrá vigilancia continua y podrá alertar al capitán para tomar acciones evasivas.

- ✓ **Duración limitada**: El riesgo se circunscribe exclusivamente a los tres días de duración de la fase de instalación, lo que lo convierte en un riesgo temporal y acotado.

- ✓ **Experiencia de la tripulación**: La tripulación del buque cablero cuenta con experiencia en operaciones en aguas profundas y está capacitada en protocolos de avistamiento y protección de fauna marina.

- ✓ **Capacidad Sensorial y Locomotriz de la Megafauna Nectónica.** Estos organismos poseen sistemas sensoriales altamente especializados, como la ecolocalización en odontocetos, la sensibilidad vibratoria en tortugas marinas y la electrorrecepción en tiburones, que les permiten detectar la firma acústica y la onda de presión de un buque a grandes distancias. Dado que estos individuos presentan una locomoción activa e independiente de las corrientes, su comportamiento natural ante una fuente de ruido constante y de baja velocidad (menor a 5 nudos) es el desplazamiento preventivo fuera de la trayectoria del buque. Esta respuesta conductual de evitación, sumada a la alta maniobrabilidad de las especies, minimiza drásticamente la probabilidad de un encuentro físico

accidental durante las maniobras de tendido.

4.4.1.3. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO

Aplicando los criterios de valoración definidos en la metodología, el impacto por posibles colisiones con mamíferos marinos y tortugas se caracteriza de la siguiente manera:

- ✓ **Naturaleza**: Negativo. El impacto, aunque de baja probabilidad, tiene el potencial de causar lesiones o mortalidad de ejemplares pertenecientes a especies con estatus de protección, lo que constituye un efecto adverso sobre la biodiversidad.

- ✓ **Extensión**: Puntual (valor 1). El riesgo de colisión se limita al área de maniobra del buque durante la instalación, estimada en aproximadamente 1 km², y a la trayectoria de navegación dentro del Sistema Ambiental.

- ✓ **Duración**: Temporal (valor 1). El riesgo existe únicamente durante tres días que dura la fase de instalación. Una vez concluidas las operaciones, el riesgo desaparece por completo.

- ✓ **Magnitud**: Media (valor 2). Si bien la probabilidad de ocurrencia es baja, la magnitud potencial del impacto se califica como media debido a que las consecuencias de una colisión (lesión o muerte de un ejemplar de especie protegida) serían significativas desde el punto de vista de la conservación.

- ✓ **Reversibilidad**: Reversible (valor 1). El daño a un ejemplar individual es irreversible, pero el impacto sobre la población o el ecosistema es reversible, ya que no se compromete la viabilidad de las especies a nivel regional. El sistema ecológico en su conjunto retorna a su condición previa una vez que cesa la fuente de riesgo.

- ✓ **Probabilidad**: Improbable (valor 1). Con la implementación de las medidas de mitigación propuestas (observadores a bordo, protocolos de avistamiento, limitación de velocidad), la probabilidad de que ocurra una colisión se reduce a niveles extremadamente bajos, considerados improbables en términos de evaluación de impactos.

4.4.1.4. ÍNDICE DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO

El Índice de Importancia del Impacto (III) se calcula como el promedio de los valores asignados:

$$\mathbf{III = (1 + 1 + 2 + 1 + 1) / 5 = 6 / 5 = 1.2}$$

De acuerdo con la escala de valoración establecida, un III de 1.2 corresponde a la categoría de impacto de significancia muy baja.

4.4.1.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

Para reducir aún más el ya bajo riesgo de colisión, se implementarán las siguientes medidas de mitigación durante la fase de instalación:

a) Establecer protocolos de avistamiento que incluyan la notificación inmediata al puente de mando, la reducción de velocidad a mínimos de maniobra y, cuando sea seguro hacerlo, el cambio de rumbo para evitar la proximidad a ejemplares avistados.

b) Limitar la velocidad de navegación a menos de 10 nudos durante el tránsito en el área del Sistema Ambiental y a menos de 5 nudos durante las maniobras de tendido.

4.4.2. IMPACTO POR AFECTACIONES DERIVADAS DEL TENDIDO DEL CABLE SOBRE EL LECHO MARINO Y LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

4.4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO

El tendido del cable de fibra óptica sobre el lecho marino, aunque se realiza mediante la técnica de colocación superficial sin zanjeo ni enterramiento, genera un impacto físico directo sobre el bentos en el área de contacto. Este impacto se manifiesta de las siguientes formas:

- ✓ **Compresión de organismos bentónicos**: En la superficie de contacto directo del cable con el lecho marino (454.06 m²), los organismos sésiles (esponjas, cnidarios, briozoos) y la meiofauna asociada a los primeros centímetros del sedimento serán comprimidos o desplazados por el peso del cable, que presenta un diámetro de 18 a 22 mm y un peso en agua de 0.4 a 0.7 kg/m.

- ✓ **Resuspensión temporal de sedimentos**: El contacto del cable con el fondo genera una perturbación localizada del sedimento superficial, provocando la resuspensión de partículas finas (limo-arcillosas, características del área) y un aumento temporal de la turbidez en la columna de agua cercana al fondo. La pluma de sedimentos se estima que puede alcanzar algunos metros del punto de intervención, con concentraciones decrecientes con la distancia. No se considera una perturbación grave.

- ✓ **Alteración del microhábitat**: En el corredor de instalación definido como Área de Influencia Directa (es únicamente el grosor del cable a lo largo de los 24.62 km del trazado), se produce una alteración del microhábitat bentónico, aunque de intensidad decreciente desde la huella de contacto hacia los bordes del corredor.

De acuerdo con la caracterización de la Región Ecológica presentada en el Capítulo III, las comunidades bentónicas del área se desarrollan sobre sedimentos blandos de tipo limo-arcilloso y se caracterizan por una biomasa relativamente baja, alta especialización ecológica y tasas de renovación lentas. Los grupos dominantes incluyen poliquetos (familias *Spionidae, Lumbrineridae, Capitellidae*), crustáceos peracáridos (anfípodos,

isópodos), equinodermos (holoturias, ofiuros) y moluscos bivalvos infaunales.

4.4.2.2. FACTORES CONDICIONANTES

La magnitud y significancia de este impacto se ven moduladas por los siguientes factores:

- ✓ **Técnica de instalación**: La decisión de no realizar zanjeo ni enterramiento del cable en aguas profundas minimiza la perturbación del sedimento, limitándola al contacto superficial y evitando la remoción extensiva del sustrato.

- ✓ **Tipo de sedimento**: Los sedimentos limo-arcillosos del área, aunque susceptibles a la resuspensión, presentan una capacidad de recuperación relativamente rápida una vez que cesa la perturbación, permitiendo la recolonización por parte de la infauna.

- ✓ **Ausencia de hábitats bentónicos singulares**: Los estudios de prospección realizados y la caracterización del Sistema Ambiental no identificaron formaciones de corales de aguas frías u otros hábitats bentónicos de alta sensibilidad en el trazado del Proyecto, lo que reduce la significancia del impacto.

- ✓ **Profundidad**: La profundidad del área (-1,800.00 a -2,600.00 m) implica que la resuspensión de sedimentos no afecta la zona fótica, por lo que no se generan efectos sobre la productividad primaria.

4.4.2.3. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO

Aplicando los criterios de valoración definidos, el impacto por afectaciones derivadas del tendido del cable se caracteriza de la siguiente manera:

- ✓ **Naturaleza:** Negativo. El impacto implica una alteración física del bentos y la pérdida local de organismos, lo que constituye un efecto adverso sobre el componente ambiental.

- ✓ **Extensión:** Puntual (valor 1). El impacto se circunscribe al corredor de instalación de 1.00 m de ancho a lo largo de 24.62 km, lo que representa una superficie total de 0.0246 km². Aunque lineal, se considera de alcance puntual en el contexto regional.

- ✓ **Duración:** Permanente de larga duración (valor 3). El cable permanecerá sobre el lecho marino durante su vida útil de 30 años, con posibilidad de extensión. La recuperación de las comunidades bentónicas en la huella de contacto tomará poco tiempo antes de ser recolonizado.

- ✓ **Magnitud:** Baja (valor 1). La magnitud se califica como baja debido a que las comunidades bentónicas afectadas presentan una biomasa reducida y están adaptadas a condiciones de estrés natural en aguas profundas. La superficie afectada es mínima en comparación con la extensión total de hábitats similares en la región.

- ✓ **Reversibilidad:** Parcialmente reversible (valor 2). Fuera de la huella de contacto directo, es posible la recolonización por parte de la infauna en un período de 2 a 5 años. Sin embargo, en la superficie de contacto directo (454.06 m²), la comunidad original no se recuperará mientras el cable permanezca en su lugar.

- ✓ **Probabilidad:** Cierta (valor 3). El impacto ocurrirá con certeza en el área de contacto del cable, por lo que su probabilidad es cierta.

4.4.2.4. ÍNDICE DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO

El Índice de Importancia del Impacto (III) se calcula como:

III = (1 + 3 + 1 + 2 + 3) / 5 = 11 / 5 = 2.0

De acuerdo con la escala de valoración, un III de 2.0 corresponde a la categoría de impacto de significancia baja.

4.4.2.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

Para minimizar el impacto sobre las comunidades bentónicas y facilitar su recuperación, se implementarán las siguientes medidas:

Mantener la técnica de tendido superficial sin zanjeo, que ya ha sido incorporada en el diseño del Proyecto y constituye la principal medida de mitigación al evitar la remoción extensiva del sedimento.

4.4.3. IMPACTO POR POSIBLES DERRAMES DE SUSTANCIAS O COMBUSTIBLES DURANTE LA FASE DE INSTALACIÓN

4.4.3.1. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO

Durante la fase de instalación, el buque cablero llevará a cabo actividades que implican la manipulación de combustibles (gasóleo marino), aceites, lubricantes y otras sustancias potencialmente contaminantes. Existe un riesgo inherente de que, debido a fallos operativos, accidentes o condiciones meteorológicas adversas, se produzca un vertido de estas sustancias al medio marino.

El impacto potencial de un derrame dependería del volumen y tipo de sustancia liberada, de las condiciones oceanográficas y meteorológicas en el momento del incidente, y de la proximidad a áreas de sensibilidad ecológica. Los efectos potenciales incluyen la contaminación del agua y los sedimentos, la toxicidad aguda o crónica para la fauna marina (especialmente organismos planctónicos y larvas), y la afectación de la calidad del agua en el entorno inmediato.

4.4.3.2. FACTORES CONDICIONANTES

Diversos factores actúan como atenuantes del riesgo y la magnitud potencial de este impacto:

- ✓ **Características del buque**: El buque cablero previsto (Cecon Vigor o similar) cuenta con sistemas modernos de seguridad, doble casco en los tanques de

combustible y cumple con los estándares internacionales de prevención de contaminación.

- ✓ **Cumplimiento normativo**: La operación se sujetará estrictamente a lo dispuesto en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), particularmente su Anexo I (prevención de la contaminación por hidrocarburos), lo que implica la existencia de planes de contingencia, equipos de respuesta y procedimientos estandarizados.
- ✓ **Duración limitada**: El riesgo se circunscribe a los tres días de operación, lo que reduce la ventana de exposición.
- ✓ **Distancia a la costa**: Las operaciones se desarrollarán a más de 180 km de la costa, en aguas profundas con alta capacidad de dilución y dispersión de contaminantes, lo que reduce la probabilidad de afectación a ecosistemas costeros sensibles.
- ✓ **Volúmenes manejados**: Si bien el buque requiere combustible para su operación, los trasvases de combustible se realizarán en puerto, y los volúmenes almacenados a bordo durante la operación son los necesarios para la autonomía del buque.

4.4.3.3. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO

Aplicando los criterios de valoración definidos, el impacto por posibles derrames de sustancias o combustibles se caracteriza de la siguiente manera:

- ✓ **Naturaleza**: Negativo. Un derrame, de ocurrir, tendría efectos adversos sobre la calidad del agua, los sedimentos y potencialmente sobre la fauna marina.

- ✓ **Extensión**: Local (valor 2). La extensión de un eventual derrame dependería del volumen y las condiciones de dispersión, pero en el contexto de un incidente menor (el más probable), se limitaría a un área local alrededor del buque.

- ✓ **Duración**: Temporal (valor 1). Los hidrocarburos en mar abierto experimentan procesos de dilución, evaporación, dispersión y biodegradación que reducen su concentración a niveles no detectables en un período de días a semanas, dependiendo del tipo de combustible y las condiciones ambientales.

- ✓ **Magnitud**: Baja (valor 1). La magnitud se califica como baja debido a que, con las medidas de prevención y los protocolos de seguridad, la probabilidad de un derrame significativo es muy reducida. Además, las características del entorno marino profundo favorecen la rápida dilución de contaminantes.

- ✓ **Reversibilidad**: Reversible (valor 1). El medio marino tiene capacidad para recuperarse de derrames pequeños mediante procesos naturales de biodegradación y dilución, sin que se generen efectos persistentes en el ecosistema.

- ✓ **Probabilidad**: Improbable (valor 1). Con la implementación de las medidas de

prevención y el cumplimiento estricto de la normativa MARPOL, la probabilidad de que ocurra un derrame durante los siete días de operación se considera extremadamente baja, clasificándose como improbable.

4.4.3.4. ÍNDICE DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO

El Índice de Importancia del Impacto (III) se calcula como:

$$III = (2 + 1 + 1 + 1 + 1) / 5 = 6 / 5 = 1.2$$

De acuerdo con la escala de valoración, un III de 1.2 corresponde a la categoría de impacto de significancia muy baja.

4.4.3.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

Para reducir el ya bajo riesgo de derrames y garantizar una respuesta efectiva en caso de que ocurran, se implementarán las siguientes medidas:

- ✓ Cumplimiento estricto de todas las disposiciones del Convenio MARPOL, particularmente las relativas al Anexo I (hidrocarburos), incluyendo la documentación requerida (Libro de Registro de Hidrocarburos) y la inspección periódica de los equipos.
- ✓ Disponer a bordo de un plan de contingencia ante derrames de hidrocarburos, aprobado por la administración del pabellón del buque, que incluya procedimientos de respuesta inmediata, la identificación de funciones y responsabilidades, y una lista del equipo disponible (manual SOPEP facilitado por el responsable de la instalación).
- ✓ Mantener a bordo y en condiciones operativas los equipos de respuesta a derrames requeridos por la normativa (absorbentes, barreras de contención, dispersantes autorizados), con personal capacitado en su uso.
- ✓ Realizar las operaciones de trasvase de combustible en puerto.
- ✓ Inspeccionar periódicamente las mangueras, conexiones y sistemas de combustible antes y durante las operaciones, reemplazando inmediatamente cualquier componente que presente signos de desgaste o deterioro.
- ✓ Almacenar todos los residuos oleosos (trapos, filtros, lodos) en contenedores estancos y debidamente etiquetados para su disposición final en instalaciones portuarias autorizadas, quedando estrictamente prohibida su descarga al mar.

4.5. IMPACTOS RESIDUALES

Se definen como impactos residuales aquellos que permanecen después de la aplicación de las medidas de mitigación previstas. Para los tres impactos prioritarios evaluados, los impactos residuales son los siguientes:

4.5.1. IMPACTO RESIDUAL POR COLISIONES CON MEGAFAUNA NECTÓNICA.

A pesar de la implementación de medidas de protección a fauna sensible, subsiste un riesgo residual de colisión, aunque extremadamente bajo. Este riesgo residual se considera ambientalmente aceptable por las siguientes razones:

- ✓ La probabilidad de ocurrencia se reduce a niveles mínimos (improbable) con las medidas propuestas.
- ✓ La duración del riesgo es de solo tres días.
- ✓ Las medidas de mitigación incluyen protocolos de actuación que, en caso de avistamiento, permiten tomar acciones evasivas antes de que ocurra una colisión.

4.5.2. IMPACTO RESIDUAL POR TENDIDO DEL CABLE SOBRE EL BENTOS

El impacto residual en este caso es la alteración permanente de las comunidades bentónicas en la superficie de contacto directo del cable durante la vida útil del proyecto. Este impacto residual se considera ambientalmente aceptable por las siguientes razones:

- ✓ La superficie afectada es insignificante en el contexto regional del Golfo de México, que abarca millones de kilómetros cuadrados de hábitats bentónicos similares.
- ✓ Las comunidades bentónicas de aguas profundas presentan una amplia distribución regional, por lo que la afectación local no compromete su viabilidad poblacional.
- ✓ No se afectan hábitats bentónicos singulares (corales de aguas frías, comunidades quimiosintéticas) en el área del Proyecto.
- ✓ El cable, una vez colonizado, puede actuar como sustrato artificial para algunas especies, generando un efecto neutro o ligeramente positivo en términos de biodiversidad local.

4.5.3. IMPACTO RESIDUAL POR DERRAMES DE SUSTANCIAS O COMBUSTIBLES

El impacto residual en este caso es el riesgo remanente de que ocurra un derrame a pesar de las medidas de prevención. Este riesgo residual se considera ambientalmente aceptable por las siguientes razones:

- ✓ La probabilidad de ocurrencia se reduce a niveles extremadamente bajos (improbable) con el cumplimiento de la normativa MARPOL y las medidas de prevención.
- ✓ En el improbable caso de un derrame, los volúmenes potenciales serían limitados y el entorno marino profundo tiene capacidad de dilución y biodegradación.

- ✓ Existe un Plan de Contingencia para garantizar una respuesta rápida y efectiva que minimice los efectos de cualquier incidente.

4.5.4. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

Previo al análisis de los impactos acumulativos del Proyecto, es necesario identificar y caracterizar los impactos ambientales que ya se manifiestan en la Región Ecológica "Giro Tamaulipeco" (RMP 54) como resultado de actividades humanas actuales e históricas. Esta identificación permite establecer el contexto de presión preexistente sobre el Sistema Ambiental (SA) y evaluar adecuadamente la contribución adicional del Proyecto.

Con base en la caracterización presentada en el Capítulo III, se han identificado las siguientes fuentes de impacto y sus efectos ambientales en la región:

Actividades de exploración y producción de hidrocarburos

El SA se considera un área de desarrollo hidrocarburífero activo. Las operaciones asociadas generan:

Ruido subacuático crónico: Proveniente de perforación, tráfico de embarcaciones de suministro, operación de plataformas y, en el pasado, de exploración sísmica. Este ruido puede causar perturbación conductual, enmascaramiento de comunicaciones y, en casos extremos, daño auditivo temporal en mamíferos marinos (especialmente cetáceos sensibles como zífidos y cachalotes).

Riesgo de derrames de hidrocarburos: Aunque los derrames mayores son eventos poco frecuentes, existen derrames menores crónicos (aguas de producción, lubricantes, combustibles) que pueden afectar localmente la calidad del agua y los sedimentos. Las comunidades microbianas de la región muestran enriquecimiento de bacterias hidrocarbonoclásticas (géneros *Vibrio*, *Alcanivorax*) como respuesta adaptativa a emanaciones naturales (chapopoteras) y a aportes antrópicos (CICESE, 2012).

Modificación de hábitats bentónicos: La presencia de infraestructura de fondo (plataformas, ductos, anclajes) introduce sustratos duros en un ambiente de fondos blandos, alterando la composición de comunidades bentónicas y favoreciendo especies incrustantes.

Tráfico marítimo asociado: Incremento del riesgo de colisiones con megafauna nectónica (tortugas, mamíferos marinos) y de emisiones atmosféricas y acústicas.

Síntesis de impactos existentes

La Tabla 4.2 resume los principales impactos ambientales ya presentes en la Región Ecológica, clasificados por actividad fuente y componente afectado.

Tabla 4.2. Impactos presentes en la Región Ecológica

Actividad fuente	Componente afectado	Impacto existente	Intensidad relativa
Hidrocarburos (Campo Trion)	Megafauna nectónica	Ruido crónico, perturbación conductual	Media
Hidrocarburos	Sedimentos y agua	Riesgo de derrames, contaminación difusa	Baja (crónica)
Pesca de altura	Megafauna nectónica	Captura incidental, colisiones	Media-Alta
Tráfico marítimo	Megafauna nectónica	Ruido, riesgo de colisión	Baja-Media
Cambio climático	Todo el ecosistema	Calentamiento, acidificación, huracanes	Creciente
Hidrocarburos	Comunidades microbianas	Enriquecimiento de bacterias hidrocarbonoclásticas	Localizada

Fuente: Elaboración propia

4.6. IMPACTOS ACUMULATIVOS

El análisis de impactos acumulativos evalúa la interacción de los efectos del Proyecto con los impactos generados por otras actividades humanas presentes en la región, en el contexto de las presiones preexistentes identificadas en el diagnóstico ambiental del Capítulo IV.

4.6.1. ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE ACUMULACIÓN EN LA REGIÓN

En el área de influencia del proyecto y sus alrededores se desarrollan las siguientes actividades que pueden interactuar acumulativamente con los impactos del proyecto:

- ✓ **Exploración y producción de hidrocarburos en el Campo Trion**: El Proyecto se localiza en las inmediaciones del Campo Trion, un área de desarrollo petrolero activo que implica la presencia de infraestructura de fondo (plataformas, ductos), tráfico marítimo asociado y generación de ruido subacuático crónico.

- ✓ **Pesca de altura**: La región del Giro Tamaulipeco es una zona de importancia pesquera, con flotas que operan en el talud continental y aguas profundas, principalmente dirigidas a la captura de camarón, atún y escama.

- ✓ **Tráfico marítimo comercial**: Existen rutas de navegación comercial que atraviesan la región, con una densidad moderada de tráfico.

- ✓ **Cambio climático**: Como estresor de fondo, el cambio climático afecta a todos los ecosistemas marinos mediante el aumento de la temperatura superficial, la acidificación oceánica y la modificación de patrones de circulación.

4.6.2. EVALUACIÓN DE ACUMULACIÓN POR IMPACTO PRIORITARIO

4.6.2.1. ACUMULACIÓN PARA EL IMPACTO POR COLISIONES CON FAUNA

El tráfico marítimo existente en la región (embarcaciones petroleras, pesqueras y comerciales) ya genera un riesgo de colisión con megafauna nectónica. La adición del buque cablero durante tres días representa un incremento marginal y temporal de este riesgo. No se identifica un efecto sinérgico que magnifique el impacto, sino una suma simple de riesgos de baja magnitud. Dado que las medidas de mitigación del Proyecto son consistentes con las mejores prácticas internacionales, la contribución a impactos acumulativos sobre las poblaciones regionales se considera no significativa.

4.6.2.2. ACUMULACIÓN PARA EL IMPACTO POR TENDIDO DEL CABLE SOBRE EL BENTOS

La principal actividad que afecta al bentos en aguas profundas del Golfo de México es la pesca de arrastre, que impacta extensas áreas del talud continental a profundidades menores de 500 metros. El Proyecto se localiza a profundidades superiores a 1,800 metros, donde la presión de arrastre es nula. La infraestructura petrolera existente (plataformas, ductos) genera efectos locales sobre el bentos, pero de naturaleza diferente (sustrato duro en fondos blandos). No se identifica una interacción acumulativa entre la huella del cable y los efectos de otras actividades, dada la separación espacial y la diferente naturaleza de las perturbaciones.

4.6.2.3. ACUMULACIÓN PARA EL IMPACTO POR DERRAMES DE COMBUSTIBLES

Las operaciones petroleras en el Campo Trion implican un riesgo inherente de derrames, aunque con probabilidades muy bajas y sujetas a estrictos controles regulatorios. El riesgo asociado al Proyecto es independiente y de menor magnitud. No se identifica un efecto acumulativo o sinérgico, ya que los riesgos son independientes y las medidas de prevención son igualmente rigurosas.

4.6.3. CONCLUSIÓN SOBRE IMPACTOS ACUMULATIVOS

A partir del análisis realizado, se concluye que no se identifican impactos acumulativos significativos derivados de la interacción de los tres impactos prioritarios del Proyecto con otras actividades humanas en la región del norte del Golfo de México. La contribución del Proyecto a las presiones ambientales preexistentes es marginal, temporal (en el caso de los riesgos de colisión y derrame) y espacialmente restringida (en el caso de la afectación del bentos), sin alcanzar umbrales que puedan comprometer la integridad ecológica del

Sistema Ambiental o la viabilidad de las poblaciones de especies protegidas.

4.7. CONCLUSIÓN

La identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto, con enfoque en los tres impactos prioritarios definidos, permite establecer las siguientes conclusiones:

- ✓ **Primera**. El Proyecto presenta una alta compatibilidad ambiental con la Región Ecológica del norte del Golfo de México, derivada de sus características técnicas (instalación superficial sin zanjeo, baja duración de la etapa de instalación, buque cablero con tecnología de punta) y de la selección de un trazado que discurre por aguas ultraprofundas alejadas de ecosistemas costeros sensibles.

- ✓ **Segunda**. El posible impacto por colisiones con mamíferos marinos y tortugas durante la etapa de instalación ha sido evaluado con un índice de importancia del Impacto (III) de 1.2, correspondiente a la categoría de significancia muy baja. La probabilidad de ocurrencia es extremadamente baja aunado con la implementación de las medidas de prevención propuestas protocolos de avistamiento, limitación de velocidad).

- ✓ **Tercera**. El impacto por afectaciones derivadas del tendido del cable sobre el lecho marino y las comunidades bentónicas ha sido evaluado con un III de 2.0, correspondiente a la categoría de significancia baja. Este impacto es cierto en el área de contacto, pero se limita a una superficie extremadamente reducida y no afecta hábitats bentónicos singulares, por lo que se considera ambientalmente aceptable en el contexto regional.

- ✓ **Cuarta**. El impacto por posibles derrames de sustancias o combustibles durante la fase de instalación ha sido evaluado con un III de 1.2, correspondiente a la categoría de significancia muy baja. El cumplimiento estricto de la normativa MARPOL y la disponibilidad de planes de contingencia reducen el riesgo a niveles mínimos.

- ✓ **Quinta**. Los impactos residuales identificados (riesgo muy bajo de colisión, alteración permanente del bentos en la huella de contacto, riesgo muy bajo de derrame) se consideran ambientalmente aceptables, dado que no comprometen la viabilidad de las especies protegidas ni la integridad ecológica del Sistema Ambiental a escala regional.

- ✓ **Sexta**. No se identifican impactos acumulativos significativos con otras actividades humanas presentes en la región (exploración y producción de hidrocarburos en Campo Trion, pesca de altura, tráfico marítimo). La contribución del Proyecto a las presiones ambientales preexistentes es marginal y temporal.

- ✓ **Séptima**. Los componentes de mayor sensibilidad identificados en el diagnóstico ambiental (cinco especies de tortugas marinas en peligro de extinción y veintiuna

especies de mamíferos marinos sujetas a protección especial clasificadas como megafauna nectónica) presentan una probabilidad de afectación baja a muy baja, siempre que se implementen rigurosamente las medidas de mitigación propuestas.

- ✓ **Octava**. En términos socioeconómicos, no se identifican impactos negativos significativos sobre las actividades pesqueras o de navegación en la región, dada la corta duración de la instalación y la localización del Proyecto en aguas profundas con baja densidad de operaciones.

- ✓ **Novena**. La implementación del programa de medidas de mitigación y monitoreo resulta fundamental para garantizar la protección de los componentes ambientales de alta sensibilidad y para verificar la efectividad de las medidas propuestas.
- ✓ **Décima**. En conclusión, el Proyecto se considera **ambientalmente viable** en la Región Ecológica en la cual se localiza, y está sujeto a la implementación de las medidas de prevención y mitigación establecidas, las cuales aseguran que los impactos residuales se mantengan dentro de niveles aceptables y que se garantice la protección de la biodiversidad y los procesos ecológicos del norte del Golfo de México.

4.8. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

A partir de la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto, se establecen las siguientes medidas de prevención y mitigación, organizadas por cada uno de los impactos prioritarios evaluados en el presente capítulo. Estas medidas han sido diseñadas para reducir la magnitud, duración o probabilidad de los impactos, en congruencia con la normativa ambiental aplicable y las mejores prácticas internacionales para proyectos de cableado submarino.

4.8.1. MEDIDAS PARA LA ETAPA DE INSTALACIÓN

Medida de mitigación 1: Acciones y conjunto de medidas para prevenir y mitigar el impacto por posibles colisiones con megafauna nectónica durante la fase de instalación, así como ruidos emitidos por el buque:

Tabla 4.3. Medida de mitigación 1

Medida	Descripción técnica	Responsable	Plazo / Frecuencia	Indicador de cumplimiento
Protocolo de avistamiento y actuación	Ante el avistamiento de tortugas o mamíferos dentro de un radio de 500 m, se activará protocolo que ordene: reducción de	Capitán del buque	Durante la instalación	Registro de activaciones del protocolo en bitácora

Medida	Descripción técnica	Responsable	Plazo / Frecuencia	Indicador de cumplimiento
	velocidad a ≤5 nudos, cambio de rumbo si es seguro, o pausa temporal de operaciones si los animales se acercan a menos de 100 m.			
Limitación de velocidad de navegación	Se mantendrá velocidad de tránsito ≤10 nudos en todo el Sistema Ambiental durante la instalación, y ≤5 nudos durante maniobras de tendido.	Capitán del buque	Durante la instalación	Registros de velocidad en cuaderno de bitácora
Uso de buque CECON VIGOR	La elección de este tipo de embarcación se debe a que es la mejor opción para la actividad que se va a realizar; además, genera pocas emisiones y tiene un bajo impacto en cuanto al nivel de ruido.	Empresa contratista (buque cablero)	Durante la instalación	No se requiere verificación

Fuente: Elaboración propia

Medida de mitigación 2: Acciones y medidas para prevenir y mitigar el impacto por afectaciones derivadas del tendido del cable sobre el lecho marino y las comunidades bentónicas.

Tabla 4.4. Medida de mitigación 2

Medida	Descripción técnica	Responsable	Plazo / Frecuencia	Indicador de cumplimiento
Tendido superficial sin zanjeo	Se mantendrá la técnica de tendido superficial sin zanjeo ni enterramiento, incorporada en el	Empresa contratista (buque cablero)	Durante la instalación	No se requiere verificación

Medida	Descripción técnica	Responsable	Plazo / Frecuencia	Indicador de cumplimiento
	diseño del Proyecto, que constituye la principal medida de mitigación al evitar la remoción extensiva del sedimento.			
Tendido de baja presión mediante sistema controlado	Se utilizarán equipos de tendido con tensión controlada para depositar el cable suavemente sobre el lecho marino, evitando arrastres o golpes que incrementen la perturbación.	Empresa contratista (buque cablero)	Durante la instalación	No se requiere verificación
Uso de buque CECON VIGOR, y manejo correcto del ROV.	La elección de este tipo de embarcación se debe a que es la mejor opción para la actividad que se va a llevar a cabo; además de generar pocas emisiones, tiene un bajo impacto acústico. Por otra parte, el ROV navega de forma autónoma, lo que reduce la huella de las labores que se realizan en el lecho marino.	Empresa contratista (buque cablero)	Durante la instalación	No se requiere verificación

Fuente: Elaboración propia

Medida de mitigación 3: Medidas para prevenir y mitigar el impacto por posibles derrames de sustancias o combustibles durante la fase de instalación.

Tabla 4.5. Medida de mitigación 3

Medida	Descripción técnica	Responsable	Plazo / Frecuencia	Indicador de cumplimiento
Cumplimiento estricto del Convenio MARPOL	La operación del buque se sujetará a todas las disposiciones del Convenio MARPOL, particularmente Anexo I (hidrocarburos), Anexo IV (aguas residuales) y Anexo V (basuras). Se mantendrá actualizada la documentación requerida (Libro de Registro de Hidrocarburos, Plan de Gestión de Basuras).	Capitán del buque	Durante toda la operación	Certificados MARPOL vigentes y bitácoras
Plan de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos	Se dispondrá a bordo de un Plan de Contingencia, que incluya procedimientos de respuesta inmediata, identificación de roles y listado de equipos disponibles.	Capitán del buque	Previo a la instalación	Copia del Plan a bordo y registros de simulacros
Plan de respuesta por derrame de hidrocarburos	Se mantendrán a bordo y en condiciones operativas los equipos requeridos por la normativa: absorbentes, barreras de contención, dispersantes autorizados, con personal capacitado en su uso.	Capitán del buque	Durante toda la operación	Inventario de equipos y constancias de capacitación
Prevención en operaciones de trasvase	Las operaciones de trasvase de combustible se realizarán en puerto.	Capitán del buque	No aplica	Registro de operaciones de trasvase
Uso de buque CECON VIGOR.	La elección de este tipo de embarcación corresponde a ser la mejor opción para la actividad a desarrollar, además de que no genera emisiones, es de bajo impacto a nivel ruido.	Empresa contratista (buque cablero)	Durante la instalación	No se requiere verificación

Fuente: Elaboración propia

Medida de mitigación 4: Medidas para el monitoreo de la integridad del cable.

Tabla 4.6. Medida de mitigación 4

Medida propuesta	Descripción técnica	Responsable	Plazo	Indicador de cumplimiento
Informe periódico a SEMARNAT sobre la integridad del sistema de cables.	Informe periódico que indique que el sistema de cable está funcionando según lo previsto. Los eventos significativos, como reparaciones o interrupciones, se documentarán y se proporcionarán a SEMARNAT.	Operador de Proyecto	Durante toda la operación	Informe de operaciones continuas con una periodicidad no superior a 5 años.

Fuente: Elaboración propia

4.9. RESPONSABILIDADES Y COORDINACIÓN

- ✓ Responsable ambiental del Proyecto: Persona designada por el promovente del Proyecto con autoridad para supervisar el cumplimiento de todas las medidas ambientales.

- ✓ Responsable ambiental, con autoridad para recomendar la pausa de operaciones si se detecta un riesgo inminente para la fauna.

4.9.1. ENFOQUE ADAPTATIVO DURANTE LA INSTALACIÓN

Dado que la instalación tiene una duración de únicamente 3 días, el enfoque adaptativo se centrará en la capacidad de respuesta inmediata:

- ✓ La tripulación a bordo registrará continuamente la presencia de fauna y las condiciones ambientales.

- ✓ Si se detecta una concentración inusual de tortugas o mamíferos en el área, se podrá decidir una pausa temporal de las operaciones (por ejemplo, de 2 a 4 horas) para permitir el desplazamiento de los animales.

4.9.2. ENFOQUE ADAPTATIVO DURANTE LA OPERACIÓN

Durante la fase de operación, el monitoreo de la integridad del cable se realizará de manera indirecta pero efectiva a través de la permanencia continua de la señal de telecomunicaciones. El correcto funcionamiento del sistema de transmisión de datos constituye un indicador confiable de que el cable mantiene su integridad estructural, ya que cualquier daño físico (rotura, aplastamiento, desgarro) se manifestaría inmediatamente como una pérdida o degradación de la señal. En consecuencia, mientras la transmisión de datos se mantenga dentro de los parámetros operativos normales, se puede inferir que el cable no presenta daños y, por lo tanto, no existe interacción física con el lecho marino ni afectación al entorno.

4.10. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene como objetivo verificar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación, detectar oportunamente desviaciones y generar información para la gestión adaptativa.

Tabla 4.7. Monitoreo durante la etapa de instalación

Etapa	Aspecto a monitorear	Indicador	Método	Frecuencia	Responsable	Umbral de alerta
Etapa de Instalación	Presencia de megafauna nectónica	Avistamientos de especies	Observación visual	Diario	Tripulación a bordo	Avistamiento dentro de 500 m: aplicar protocolo
	Cumplimiento de protocolos de avistamiento	Registros de activación del protocolo	Bitácora del observador	Diario	Tripulación a bordo.	Desviaciones se reportan inmediatamente
	Descargas al mar	Inspección visual y de registros	Revisión de manifiestos de retención de residuos	Diario	Capitán	Cualquier descarga no autorizada

Fuente: Elaboración propia

4.10.1. REPORTES Y COMUNICACIÓN

- ✓ Informe diario durante la instalación: resumen de avistamientos, activación de protocolos, incidencias a capitán de buque.
- ✓ Informe final de instalación: dentro de los 60 días posteriores a la instalación, incluyendo toda la documentación y la evaluación del rendimiento medioambiental.
- ✓ Informes de operación: cada 5 años para confirmar que el Proyecto continúa operando con normalidad.

4.11. CRONOGRAMA

En la Tabla 4.8 se muestra el cronograma de aplicación de las medidas de prevención y mitigación del Proyecto.

Tabla 4.8. Cronograma

Etapa	Actividad	Responsable	Plazo /

			Frecuencia
Instalación (3 días)	Implementación de todas las medidas de mitigación	Contratista	Durante
	Monitoreo continuo (fauna, turbidez, ruido)	Personal	Durante
	Reportes diarios a capitán de buque	Tripulación	Diario
Postinstalación	Informe final de instalación	Equipo en Tierra	60 días después
Operación (30 años)	Informe que confirma operaciones rutinarias y seguras.	Operador ([redacted])	Cada 5 años

Fuente: Elaboración propia

4.12. CONCLUSIONES

Las estrategias de prevención y mitigación propuestas para el Proyecto han sido diseñadas para abordar de manera integral los impactos ambientales identificados, con especial énfasis en la protección de los componentes más sensibles: comunidades bentónicas, tortugas y mamíferos marinos (especies protegidas).

Principales conclusiones:

- ✓ **Efectividad esperada**: Las medidas propuestas, basadas en estándares internacionales y en la normativa mexicana, permitirán reducir significativamente la magnitud y duración de los impactos, especialmente durante la fase de instalación. El uso de observadores a bordo y protocolos de avistamiento minimizará el riesgo para la fauna protegida, mientras que el tendido controlado y el monitoreo de turbidez evitarán afectaciones innecesarias al bentos y la columna de agua.

- ✓ **Enfoque preventivo**: Se priorizan medidas de prevención, rutas optimizadas, uso de embarcación hibrida, combustible dual, promoviendo un bajísimo impacto en términos de emisiones y ruido, y acorde con la política ambiental mexicana.

- ✓ **Gestión adaptativa**: El sistema de manejo ambiental adaptativo permitirá ajustar las medidas en tiempo real durante la instalación y a lo largo de la operación, asegurando una respuesta flexible a condiciones imprevistas y a los resultados del monitoreo.

- ✓ **Compromiso a largo plazo**: El operador del Proyecto, reportara periódicamente la continuidad que la operación del Proyecto continua de forma segura y sin afectaciones al ambiente. Demostrando el compromiso del promotor con la gestión ambiental durante toda la vida útil del Proyecto, más allá de los requisitos regulatorios mínimos.

Tabla 4.9. Impactos ambientales del Proyecto y medidas de prevención y mitigación

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (tipo, duración, extensión, intensidad)	Efectos	Medidas de prevención y mitigación
Instalación (3 días)	Navegación del buque cablero (CECON VIGOR)	Fauna marina – Mamíferos marinos (21 spp. en Pr) y tortugas marinas (5 spp. en P)	**Posibles colisiones con megafauna nectónica**	**Tipo:** Negativo **Duración:** Temporal (3 días) **Extensión:** Puntual (área de maniobra del buque, ≈1 km²) **Intensidad:** Baja (probabilidad reducida por protocolos)	**Directo:** Lesión o mortalidad por colisión física. **Indirecto:** Alteración conductual (evitación, interrupción de alimentación) por presencia y ruido del buque.	**Tipo:** Prevención y mitigación **Descripción:** **Protocolo de avistamiento** por tripulación: vigilancia visual continua; ante avistamiento a ≤500 m, reducción de velocidad a ≤5 nudos, cambio de rumbo o pausa temporal. **Limitación de velocidad:** tránsito ≤10 nudos, tendido ≤5 nudos. **Uso del buque CECON VIGOR:** sistema híbrido dual-fuel (metanol/diésel) y baterías, certificación TIER III y etiqueta Clean Design, que reduce significativamente las emisiones y el ruido subacuático, minimizando la perturbación conductual. **Parámetros de verificación:** Registro de avistamientos y activaciones del protocolo en bitácora.
Instalación (3 días)	Navegación del buque cablero (CECON VIGOR)	Atmósfera – Calidad del aire	**Emisiones atmosféricas y ruido subacuático**	**Tipo:** Negativo **Duración:** Temporal (3 días) **Extensión:** Local (dispersión atmosférica y acústica) **Intensidad:** Muy baja	**Directo:** Emisión de CO_2, NOx, SOx y material particulado; generación de ruido subacuático de	**Tipo:** Prevención y mitigación **Descripción:** **Uso del buque CECON VIGOR** con generadores dual-fuel (metanol/diésel) y sistema híbrido de baterías, que reduce las emisiones de GEI en ≈30% frente a buques convencionales y cumple con los

				(gracias al diseño híbrido y baja velocidad)	baja frecuencia. **Indirecto:** Contribución marginal al cambio climático y perturbación acústica de la fauna.	estándares TIER III (NOx) y Clean Design (DNV). **Limitación de velocidad** a ≤10 nudos durante tendido, reduciendo la cavitación y el ruido de propulsión. **Combustible de bajo azufre** (≤0.1%) conforme a MARPOL Anexo VI. **Parámetros de verificación:** Registro de velocidad; bitácora de consumo de combustible; certificados TIER III y Clean Design a bordo.
Instalación (3 días)	Tendido del cable sobre lecho marino	Bentos – Comunidades bentónicas (sedimentos limo-arcillosos)	**Afectación por contacto físico del cable**	**Tipo:** Negativo **Duración:** Permanente (30 años en huella de contacto) **Extensión:** Local (corredor de 20 mm de ancho a lo largo de 24.62 km, huella de contacto 443.56 m²) **Intensidad:** Baja (biomasa reducida, ausencia de hábitats singulares)	**Directo:** Compresión, aplastamiento o desplazamiento de organismos sésiles (esponjas, cnidarios) y meiofauna en la huella de contacto. **Indirecto:** Resuspensión de sedimentos y aumento de turbidez en un radio de algunos metros, afectando temporalmente a organismos filtradores.	**Tipo:** Prevención y mitigación **Descripción:** **Tendido superficial sin zanjeo** (diseño del proyecto). **Tendido de baja presión** con sistema de tensión controlada (software MakaiLay), depositando el cable suavemente. **Selección de ruta** basada en batimetría de alta resolución, evitando pendientes pronunciadas y zonas con potencial de deslizamientos. **Parámetros de verificación:** Registro de tensión del cable. Reporte final que confirme ausencia de zanjeo.

Instalación (3 días)	Manejo de combustibles y sustancias peligrosas	Calidad del agua – Agua marina	**Posibles derrames de hidrocarburos y sustancias peligrosas**	**Tipo:** Negativo **Duración:** Temporal (días a semanas si ocurriera) **Extensión:** Local (alrededor del buque) **Intensidad:** Muy baja (probabilidad extremadamente baja por medidas de prevención)	**Directo:** Contaminación aguda del agua y toxicidad en organismos planctónicos. **Indirecto:** Bioacumulación en niveles tróficos superiores y degradación de sedimentos.	**Tipo:** Prevención y mitigación **Descripción:** **Cumplimiento estricto de MARPOL** (Anexos I, IV, V). **Plan de Contingencia para Derrames (SOPEP)** a bordo, con equipos (absorbentes, barreras, dispersantes) y personal capacitado. **No se realizan trasvases de combustible en mar**; todas las operaciones de carga se efectúan en puerto. **Almacenamiento de residuos oleosos** en contenedores estancos para disposición en puerto. **Parámetros de verificación:** Certificados MARPOL vigentes; inventario de equipos de respuesta; registro de cero trasvases en mar; bitácora de residuos.
Operación (30 años)	Presencia física del cable sobre el lecho marino	Bentos – Comunidades bentónicas	**Ocupación permanente del lecho marino y efecto de sustrato artificial**	**Tipo:** Neutro / Ligeramente positivo **Duración:** Permanente (30 años) **Extensión:** Puntual (huella de contacto 443.56 m² **Intensidad:** Muy baja	**Directo:** Impedimento de desarrollo de comunidades originales en la huella de contacto. **Indirecto:** Colonización del cable por organismos incrustantes (sustrato artificial), que puede aumentar la biodiversidad local.	**Tipo:** Mitigación / Gestión adaptativa **Descripción:** **Monitoreo de la integridad del cable** mediante señal de telecomunicaciones (indicador indirecto de daños). **Informes periódicos a SEMARNAT** cada 5 años sobre la operación continua y segura; en caso de falla, reporte extraordinario.

Fuente: Elaboración propia

4.13. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

4.13.1. INTRODUCCIÓN

El presente apartado tiene como objetivo establecer los pronósticos ambientales de la región ambiental del Proyecto, mediante el análisis comparativo de tres escenarios: sin Proyecto, con Proyecto sin medidas de mitigación, y con Proyecto incorporando las medidas de prevención y mitigación descritas en el apartado 4.8. Este análisis permite visualizar la evolución futura del sistema ante diferentes alternativas de actuación, facilitando la toma de decisiones informada y la identificación de la opción ambientalmente más favorable.

El horizonte temporal del pronóstico considera:

- ✓ Corto plazo: Durante y hasta un año después de la instalación (2026-2027)
- ✓ Mediano plazo: Durante los primeros 10 años de operación (2027-2037)
- ✓ Largo plazo: Hasta el final de la vida útil del proyecto (2037-2056)

4.14. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

El escenario sin Proyecto describe la evolución previsible de la Región Ecológica (RE) en ausencia de la instalación del cable submarino, considerando las tendencias actuales y las presiones existentes identificadas en el diagnóstico ambiental.

4.14.1. EVOLUCIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO SIN PROYECTO

Clima y oceanografía:

- ✓ Continuará la tendencia al aumento de la temperatura superficial del mar, asociada al cambio climático global, con incrementos proyectados de 0.5°C a 1.5°C para 2050 en el Golfo de México.
- ✓ La frecuencia e intensidad de huracanes podría aumentar, con escenarios que proyectan tormentas más intensas (categorías 4-5) pero no necesariamente más frecuentes.
- ✓ La acidificación oceánica progresará, con una disminución estimada del pH superficial de 0.1 a 0.2 unidades para 2050, afectando potencialmente a organismos con estructuras de carbonato de calcio.

Sedimentos y calidad de agua:

- ✓ Los sedimentos profundos permanecerán en condiciones de baja perturbación antrópica directa, manteniendo su composición limo-arcillosa y su función como sumidero de carbono y nutrientes.

- ✓ La calidad del agua en aguas profundas se mantendrá estable, con concentraciones de nutrientes cercanas a cero en superficie y oligotrofia persistente.

4.14.2. EVOLUCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO SIN PROYECTO

Comunidades bentónicas:

- ✓ Las comunidades bentónicas profundas continuarán su dinámica natural de sucesión y recolonización, sin perturbaciones adicionales a las existentes (principalmente pesca de arrastre en el talud, que no alcanza las profundidades del SA).

- ✓ Se espera que los efectos del cambio climático (acidificación, calentamiento) afecten gradualmente a organismos calcáreos (foraminíferos, corales de aguas frías si existen) en las próximas décadas.

Peces:

- ✓ Las poblaciones de especies comerciales (huachinango, atún) continuarán bajo presión pesquera, con tendencias inciertas que dependerán de la efectividad de las medidas de manejo pesquero.

- ✓ Las especies demersales no comerciales mantendrán poblaciones estables, al no ser objetivo de pesca significativa en aguas profundas.

Tortugas marinas:

- ✓ Las cinco especies de tortugas (todas en peligro de extinción) continuarán enfrentando las amenazas existentes: captura incidental en pesquerías, degradación de playas de anidación, colisiones con embarcaciones y cambio climático (sesgo de temperatura en incubación de huevos).

- ✓ Las tendencias poblacionales son mixtas: la Tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) muestra signos de recuperación lenta gracias a protecciones binacionales, mientras que la Tortuga carey (Eretmochelys imbricata) y la Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) permanecen en estado crítico.

Mamíferos marinos:

- ✓ Las poblaciones de cetáceos profundos (zífidos, cachalotes) mantendrán presiones por ruido antropogénico (tráfico marítimo, exploración sísmica intermitente) y riesgo de colisiones.

- ✓ Las especies costeras (delfines) seguirán expuestas a contaminación y perturbación por actividades humanas.

Aves marinas:

Las poblaciones migratorias continuarán utilizando el Golfo de México como corredor, con tendencias estables en la mayoría de las especies, aunque algunas enfrentan presiones en sus sitios de reproducción.

4.14.3. EVOLUCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO SIN PROYECTO

Pesca:

- ✓ La actividad pesquera de altura (camarón, atún) continuará en la región, con posibles fluctuaciones por cambios en disponibilidad de recursos y regulaciones.
- ✓ No se prevén cambios significativos en la distribución espacial de las pesquerías sin nuevos proyectos de infraestructura.

Hidrocarburos:

- ✓ El desarrollo del Campo Trion y otras asignaciones en aguas profundas continuará, incrementando el tráfico marítimo y la actividad industrial en la región, con los impactos asociados (ruido, riesgo de derrames).

Navegación:

- ✓ El tráfico marítimo comercial mantendrá una tendencia creciente, acorde con el incremento del comercio internacional y la actividad portuaria en el Golfo de México.

4.14.4. DIAGNÓSTICO DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

El escenario sin Proyecto se caracteriza por:

Continuidad de tendencias actuales: Las presiones existentes (pesca, hidrocarburos, cambio climático) persistirán y posiblemente se intensificarán gradualmente.

Sin impactos adicionales: No se añadirán los impactos específicos del proyecto (perturbación del bentos, ruido durante instalación, etc.).

Evolución natural del ecosistema: Los procesos ecológicos continuarán su dinámica, con los bentos profundos manteniéndose como uno de los ecosistemas menos perturbados de la región.

Oportunidades perdidas: No se materializarán los beneficios socioeconómicos asociados a la mejora de conectividad digital.

4.15. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El escenario con Proyecto describe la evolución previsible del Sistema Ambiental considerando la instalación y operación del cable submarino sin la implementación de las medidas de mitigación (escenario teórico para comparación).

4.15.1. IMPACTOS ESPERADOS EN EL CORTO PLAZO (INSTALACIÓN)

Sobre el bentos y sedimentos:

- ✓ Perturbación física del bentos durante el tendido del cable, con afectación parcial en el área de asentamiento del cable.
- ✓ Resuspensión de sedimentos finos con una pluma de turbidez, afectando temporalmente la calidad del agua de fondo.

Sobre megafauna nectónica:

- ✓ Riesgo de colisión con la embarcación, con probabilidad baja pero no nula.
- ✓ Ruido por las actividades de las embarcaciones.

Aire:

- ✓ Ruido por las actividades de las embarcaciones.
- ✓ Emisiones hacia la atmósfera.

4.15.2. IMPACTOS ESPERADOS EN EL MEDIANO Y LARGO PLAZO (OPERACIÓN)

Sobre el bentos:

- ✓ Ocupación a largo plazo del cable sobre el lecho marino durante 30 años.
- ✓ Muy probable colonización del cable por organismos incrustantes (sustrato artificial), generando un cambio en la composición de especies a escala muy local.

4.15.3. IMPACTOS ACUMULATIVOS

- ✓ Contribución marginal a la perturbación del bentos profundo.

4.15.4. DIAGNÓSTICO DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN

El escenario con proyecto sin medidas de mitigación se caracterizaría por:

- ✓ Afectación directa al bentos, con recuperación parcialmente lenta.
- ✓ Riesgo no controlado para megafauna nectónica durante la instalación, en el peor de los casos, colisiones.
- ✓ Impactos ambientales evitables que podrían reducirse significativamente con medidas adecuadas.

Aunque el riesgo es mínimo, este escenario es evitable, lo que justifica la necesidad de implementar las medidas de mitigación descritas en el presente capítulo.

4.16. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El escenario con Proyecto y medidas de mitigación corresponde a la situación real esperada, incorporando todas las estrategias preventivas y correctivas desarrolladas en el presente capítulo.

Tabla 4.10 Impactos evitados o reducidos

Impacto		Sin mitigación	Con mitigación	Efectividad de la medida
Impacto 1: Colisiones con megafauna nectónica y afectaciones por ruido.	Riesgo de colisión con megafauna nectónica	Probabilidad media durante la instalación (3 días)	Probabilidad extremadamente baja (improbable) debido a protocolos de avistamiento, limitación de velocidad ≤10 nudos y rutas optimizadas, uso de buque CECON VIGOR con baja emisión de ruido.	80-90%
	Dispersión de megafauna nectónica a causa del ruido del buque			
Impacto 2: Afectaciones por tendido del cable sobre bentos	Perturbación física del bentos en corredor de instalación	Huella de maximo 22 mm en una distancia de 24.62 km lineales.	Huella de maximo 22 mm en una distancia de 24.62 km lineales.	0% (no reducible)
	Resuspensión de sedimentos y pluma de turbidez	Pluma de turbidez mínima desde el punto de tendido, con efectos temporales	Pluma de turbidez mínima desde el punto de tendido, con efectos temporales	0% (no evitable); sin embargo no genera una interacción perceptible
Impacto 3: Derrames de sustancias o combustibles	Riesgo de derrame de combustibles durante la instalación	Probabilidad baja no controlada; de ocurrir, efectos locales sobre calidad de agua y fauna	Probabilidad extremadamente baja (improbable) por cumplimiento estricto de MARPOL, No se realizaran cargas de combustible.	90%
	Contaminación por residuos oleosos (trapos, filtros, lodos)	Posible disposición inadecuada	Nula, mediante almacenamiento en contenedores estancos y entrega a instalaciones portuarias autorizadas fuera de territorio nacional.	100%
Impacto 4:	Contaminación	Contaminación	Reducción de emisiones	70-80%

emisiones a la atmosfera por operación de la embarcación y emisiones de ruido.	atmosférica por ruido y emisiones CO2	atmosférica: emisiones de GEI, NOx, SOx y partículas de un buque convencional (sin sistema híbrido, sin control avanzado de emisiones) durante 3 días. Ruido subacuático: niveles elevados de ruido de baja frecuencia que pueden causar perturbación conductual de mega fauna nectónica.	de GEI en ≈30% gracias a generadores dual-fuel (metanol, en caso de que este disponible) y sistema híbrido de baterías. Ruido subacuático minimizado por velocidad reducida y sistema de propulsión optimizado; efectos reducidos.	

Fuente: Elaboración propia

4.16.1. EVOLUCIÓN ESPERADA CON MITIGACIÓN

Corto plazo (instalación):

- ✓ Día 1-3: El buque opera tripulación a bordo que monitorean continuamente la presencia de fauna. Cada avistamiento de tortuga o mamífero dentro de 500 m activa el protocolo: reducción de velocidad, cambio de rumbo o pausa temporal. No se registran colisiones ni mortalidad.

- ✓ Las comunidades bentónicas en el corredor de tendido de cable sufren la alteración prevista, pero en niveles muy bajos.

Post-instalación (primer año):

- ✓ El bentos comienza su recolonización en el área perturbada, con especies pioneras (poliquetos oportunistas) estableciéndose en los primeros meses.

- ✓ No se reportan incidentes con fauna marina atribuibles al proyecto.

Mediano plazo (1-10 años):

- ✓ La comunidad bentónica en el corredor del cable se recupera por completo. El cable actúa como sustrato duro, albergando una comunidad incrustante diferente del bentos circundante.

- ✓ No se registran interacciones negativas con pesca, dado que a estas profundidades no se realiza pesca de arrastre.

Largo plazo (10-30 años):

- ✓ El sistema alcanza un nuevo equilibrio ecológico, con el cable integrado como elemento permanente del paisaje submarino. Las comunidades bentónicas en el

área de influencia directa se han adaptado a su presencia.

- ✓ Al final de la vida útil (30 años), se evalúa la opción de retiro del cable o su abandono in situ, con un nuevo análisis ambiental.

4.16.2. IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos que permanecen después de la mitigación son:

Alteración del bentos en la superficie de tendido de cable en un contexto muy reducido, prácticamente imperceptible: Durante 30 años, esta superficie lograra albergar una comunidad idéntica a la original de fondos blandos. En el contexto regional (millones de km² de fondos marinos en el Golfo de México), esta superficie es insignificante (0.00000012% del área total estimada de la ZEE mexicana en el Golfo).

Potencial cambio en la composición de especies por posible efecto sustrato artificial, en el caso de no ser cubierto por los sedimentos marinos: El cable introduce un hábitat duro donde antes solo había sedimento blando, favoreciendo especies incrustantes. Este impacto se considera neutro o incluso positivo en términos de biodiversidad local, aunque ecológicamente diferente.

4.16.3. DIAGNÓSTICO DEL ESCENARIO CON MITIGACIÓN

El escenario con Proyecto y medidas de mitigación se caracteriza por:

- ✓ Impactos inevitables pero localizados y de baja magnitud sobre el bentos profundo, ambientalmente aceptables por su escala reducida.
- ✓ Riesgo controlado para especies protegidas (tortugas y mamíferos marinos), con probabilidad de afectación significativa cercana a cero.
- ✓ Integración armoniosa con actividades socioeconómicas (pesca, navegación).
- ✓ Cumplimiento normativo y alineación con estándares internacionales para proyectos de cableado submarino.

4.17. PRONÓSTICO AMBIENTAL

Con base en el análisis comparativo de los tres escenarios, se establece el siguiente pronóstico ambiental para el Sistema Ambiental del Proyecto.

4.17.1. PRONÓSTICO PARA EL MEDIO ABIÓTICO

Calidad del agua:

- ✓ Sin diferencias significativas entre escenarios a mediano y largo plazo. La resuspensión temporal durante la instalación no alterará la calidad del agua más

allá del evento.

- ✓ Pronóstico: Se mantendrán las condiciones oligotróficas características del Golfo de México profundo, sin afectación detectable.

Sedimentos:

En el escenario con Proyecto, los sedimentos en el corredor en donde se asienta el cable ocurren una micro compactación inicial, pero recuperarán su estructura física casi de inmediato. La composición química (contenido de nutrientes, materia orgánica) no se verá alterada.

- ✓ Pronóstico: Recuperación completa de las propiedades físicas y químicas de los sedimentos en el área perturbada en un plazo muy corto de tiempo.

- ✓ Batimetría:

- ✓ Sin cambios apreciables. El cable, de pequeño diámetro (18-22 mm), no modifica la topografía del lecho marino a escalas relevantes.

- ✓ Pronóstico: Sin cambios.

4.17.2. PRONÓSTICO PARA EL MEDIO BIÓTICO

Comunidades bentónicas:

- ✓ Escenario sin Proyecto: Las comunidades bentónicas profundas mantendrán su dinámica natural, con mínima perturbación antrópica.

- ✓ Escenario con Proyecto: Se producirá una perturbación localizada en el corredor de instalación, seguida de recolonización progresiva. A los 5 años, se espera que la biomasa y diversidad en el área afectada se aproximen a los valores de referencia, aunque con posibles diferencias en composición de especies en la huella de contacto.

- ✓ Pronóstico: Impacto localizado y reversible (excepto en la huella de contacto), con recuperación funcional del ecosistema bentónico en el área de influencia en un plazo de 1-2 años.

Megafauna nectónica:

- ✓ Escenario sin Proyecto: Continuarán enfrentando las amenazas existentes, con tendencias de recuperación lentas y variables por especie.

- ✓ Escenario con Proyecto: Con las medidas de mitigación implementadas, el riesgo adicional de colisión o perturbación severa es mínimo. No se espera que el proyecto contribuya a declives poblacionales.

- ✓ Pronóstico: Impacto no significativo en las poblaciones de la megafauna.

Navegación:

- ✓ Sin interferencias durante la operación. Durante la instalación, la coordinación con SEMAR.

- ✓ Pronóstico: Sin efectos significativos.

4.18. CONCLUSIÓN INTEGRADA SOBRE LOS EFECTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

Con base en la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto “STX CABLE SYSTEM Tramo de Conexión Transfronteriza”, se concluye que los efectos sobre el Sistema Ambiental (SA) (entendidos como las modificaciones negativas en la calidad y estabilidad de los componentes bióticos y abióticos de la Región Ecológica “Giro Tamaulipeco”) son localizados, de baja magnitud y, en su mayoría, temporales, sin comprometer la integridad funcional del ecosistema a escala regional. A continuación, se sintetizan los efectos por cada impacto prioritario, distinguiendo entre efectos directos e indirectos, conforme a la metodología establecida en la Guía de SEMARNAT.

Efectos derivados del impacto por colisiones con megafauna nectónica y ruido subacuático

Efectos directos: Durante la fase de instalación (3 días), la navegación del buque cablero CECON VIGOR podría generar, en un escenario no mitigado, lesiones o mortalidad de ejemplares de tortugas marinas (5 especies en Peligro de Extinción) y mamíferos marinos (21 especies sujetas a Protección Especial) por colisión física. Con las medidas de mitigación implementadas (protocolos de avistamiento por tripulación, limitación de velocidad ≤10 nudos en tránsito y en tendido, y uso del buque con baja huella acústica), la probabilidad de estos efectos directos se reduce a niveles extremadamente bajos (improbables).

Efectos indirectos: La presencia del buque y su ruido subacuático podrían causar evitación temporal del área, interrupción de actividades de alimentación o desplazamiento de rutas migratorias de la megafauna nectónica. Sin embargo, la corta duración de la operación (3 días) y la baja intensidad del ruido generado por el sistema híbrido y la velocidad reducida minimizan estos efectos, que son reversibles una vez que cesan las operaciones. No se prevén efectos poblacionales a nivel regional.

Efectos derivados del impacto por tendido del cable sobre el lecho marino y las comunidades bentónicas

Efectos directos: El tendido superficial sin zanjeo genera la compresión, aplastamiento o desplazamiento de organismos bentónicos sésiles (esponjas, cnidarios, briozoos) y de la meiofauna asociada en la huella de contacto del cable (454.06 m^2) Este efecto es

permanente durante la vida útil del Proyecto (30 años) y ocurre en el sitio y momento exacto del tendido.

Efectos indirectos: La resuspensión de sedimentos finos (limo-arcillosos) y el aumento temporal de turbidez en un radio muy restringido y cercano al cable (1m), pueden afectar a organismos filtradores cercanos (como algunos poliquetos y esponjas). Este efecto es de corta duración (horas a días) y reversible. En el mediano y largo plazo, el cable actúa como sustrato artificial, favoreciendo la colonización por organismos incrustantes, lo que genera un cambio en la composición local de especies, pero sin efectos negativos significativos sobre la biodiversidad regional.

Efectos derivados del impacto por posibles derrames de sustancias o combustibles

Efectos directos: En un escenario no mitigado, un derrame accidental podría causar contaminación aguda del agua y toxicidad en organismos planctónicos en el punto de liberación. Con las medidas de prevención (cumplimiento MARPOL, plan de respuesta a emergencia a bordo y la decisión de no realizar trasvases de combustible en mar), la probabilidad de estos efectos directos se reduce a niveles extremadamente bajos (improbables).

Efectos indirectos: De ocurrir un derrame menor, los hidrocarburos podrían dispersarse, sedimentarse y bioacumularse en niveles tróficos superiores, afectando a peces, tortugas y mamíferos marinos. Sin embargo, la capacidad de dilución y biodegradación del medio marino profundo, sumada a la respuesta inmediata prevista en el plan de contingencia, limitaría la magnitud y duración de estos efectos, que serían locales y temporales.

Efectos derivados del impacto por emisiones atmosféricas y ruido del buque

Efectos directos: La operación del buque CECON VIGOR durante 3 días genera emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2, NOx, SOx) y ruido subacuático de baja frecuencia. En un escenario convencional, estas emisiones contribuirían marginalmente al cambio climático y al paisaje acústico de la región.

Efectos indirectos: La dispersión atmosférica de contaminantes no afecta zonas pobladas por la distancia a la costa (>180 km). El ruido subacuático, al ser de baja frecuencia, podría interferir con la comunicación de cetáceos de larga distancia (rorcuales). Sin embargo, el uso del buque CECON VIGOR —con generadores dual-fuel (metanol/diésel), sistema híbrido de baterías, certificación TIER III (control de NOx) y etiqueta Clean Design— reduce las emisiones de GEI en aproximadamente un 30% frente a buques convencionales y minimiza la intensidad del ruido de propulsión. Las medidas de limitación de velocidad (≤10 nudos durante tendido) reducen aún más la cavitación y el ruido de hélices. En consecuencia, los efectos indirectos sobre la fauna son temporales y de baja intensidad, sin impacto poblacional detectable.

Efectos acumulativos y residuales

En el contexto regional, el Proyecto se inserta en un área con presiones preexistentes (actividad petrolera en Campo Trion, pesca de altura, tráfico marítimo comercial). Los efectos del proyecto son marginales, temporales y localizados, y no se suman de manera sinérgica a las presiones existentes de forma significativa. Los efectos residuales, aquellos que permanecen después de aplicar las medidas de mitigación, se limitan a la ocupación permanente del bentos en 443.56 m² (0.00000012% de la ZEE mexicana en el Golfo de México) y al riesgo extremadamente bajo de colisión con megafauna y derrame. Ambos se consideran ambientalmente aceptables.

Conclusión final

Los efectos del Proyecto sobre el Sistema Ambiental son, en todos los casos, de significancia muy baja, con predominio de efectos directos localizados y reversibles. La implementación rigurosa de las medidas de prevención y mitigación (incluyendo el uso del buque CECON VIGOR con tecnología de bajas emisiones y baja huella acústica) garantiza que los efectos residuales se mantengan dentro de umbrales aceptables y que no se comprometa la integridad ecológica de la Región Marina Prioritaria “Giro Tamaulipeco”. En consecuencia, el Proyecto es ambientalmente viable en la región propuesta.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- Lee, S. (2023). Analysis and improvement of risk assessment methodology for offshore energy installations: Aspects of environmental impact assessment and as-built subsea cable verification (Tesis doctoral, Norwegian University of Science and Technology).

- Instituto Nacional de Ciencias Pesqueras. (2017) Mejora de la evaluación de

impacto ambiental marino para proyectos de cable submarino. Journal of the Korean Society for Marine Environment and Energy, 20(4), 221-230.

- Isus, D., Martinez, J. D., Arteche, A., Del Rio, C., & Madina, V. (2011, mayo). Environmental assessment of submarine power cables 2011: International Conference on Renewable Energies and Energy Efficiency, Bilbao, España.