Secretaria de Marina

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

PRESENTA

RESUMEN EJECUTIVO

DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL INTERIOR, EXTERIOR, DÁRSENA DE CIABOGA Y DÁRSENA DE MANIOBRAS EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, MÉXICO

Presentación

El Sistema de Administración del Sistema Portuario Nacional Tuxpan, S.A de C.V. (ASIPONATUX) somete al Procedimiento Administrativo de Evaluación en Materia de Impacto Ambiental (PEIA), el proyecto denominado **"DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL INTERIOR, EXTERIOR, DÁRSENA DE CIABOGA Y DÁRSENA DE MANIOBRAS EN MUELLES; EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, MÉXICO",** a través de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional (MIA-R), con pretendida ubicación en el municipio de Tuxpam de Rodríguez Cano.

I DECLARACIÓN DEL PROYECTO AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Con la presentación de la MIA Regional del proyecto, la ASIPONA -TUX, pretende obtener una nueva autorización de impacto ambiental para las actividades de dragados del Canal de Tuxpán para un plazo de 10 años (2026-2036) y para la construcción del Muelle Tres. Es importante comentar que las actividades de dragado son actividades necesarias para mantener desazolvado en Canal del Puerto Tuxpan y que se requieren realizar de manera anual, a fin de evitar desbordamiento del Rio Tuxpan y el varado de las embarcaciones que arriban hasta ese puerto. Asimismo que para la ejecución de los dragados se cuenta con la autorización emitida por la SEMARNAT por el resolutivo SGPA/DGIRA/DG. -07493 de fecha 28 de octubre de 2015, que está a punto de vencer.

Para el caso de la construcción del Muelle Tres, requiere ser autorizada, y aunque la misma contaba con una autorización previa en materia de impacto ambiental por el oficio SGPA/DGIRA/DG. -09499 de fecha 12 de diciembre de 2018 -modificación de término del oficio SGPA/DGIRA/DG. -09499 de fecha 12 de diciembre de 2018., la obra no fue ejecutada

Cabe decir, que las resoluciones en materia de impacto ambiental, perderán su vigencia y la ASIPONA ha preparado la MIA R a fin de obtener la autorización tanto de las actividades de dragado como de la construcción del Muelle Tres que a la fecha no se ha logrado construir.

Los dragados del Canal de Tuxpan -incluidos los frentes de muelles-, los vertimientos de materia de dragado en sitios de Tiro asi como la construcción del Muelle Tres corresponden a obras y actividades que requieren la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, acorde a lo dispuesto en las Fracción I y X del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico para la Protección al Ambiente (LGEEPA) así como lo previsto en el Incisos a fracción III y X asi como el inciso R fracción I del Reglamento de la LGEEPA, y es el fundamento legal de la elaboración de la presente MIA Regional.

II DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El proyecto **"DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL INTERIOR, EXTERIOR, DÁRSENA DE CIABOGA Y DÁRSENA DE MANIOBRAS EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, MÉXICO"**, en el municipio de Tuxpam de Rodríguez, Veracruz, comprende únicamente la extracción de materiales que provocan el azolve del Canal de Navegación; es decir para mantener la profundidad del canal de navegación en sus secciones -canal de acceso, canal interior, y dársenas así como el dragado de frentes de 19 muelles, quede indican en el capítulo II-, II) el vertimiento de material producto del dragado sobre dos sitios ubicados en mar abierto a una distancia de 6.5 y 8.5 millas náuticas a partir del límite del canal exterior del Puerto Tuxpán y III) la construcción del Muelle Tres.

II.1 LOCALIZACIÓN

Las actividades que se aquí se exponen tendrán lugar en dos áreas, la primera corresponde al propio Canal del Puerto Tuxpan y la segunda a la zona marina correspondiente a la plataforma continental en la zona marina frente al municipio de Tuxpan.

En el Canal del Puerto Tuxpan tendrán lugar los dragados de: I) Canal de navegación de acceso o exterior del cadenamiento 0+000 al -3+640, II) Dársena de Ciaboga I del 0+000 al 0+954, III) Canal Interno del 0+954 al 5+010 (que se divide en dos; el de TPT del 0+954 al 2+525, el de CTT que va del 2+525 al 4+290, y la Dársena Fiscal del 4+290 al 5+010, IV) Dársena de Ciaboga II del 5+010 al 5+431, y V) Canal Aguas arriba del 5+431 al 10+500 -que coindice con el Puente de Acceso a Tuxpan-, asi como los dragados de 19 frentes de terminales marinas que forman parte del recinto portuario, y además tendrá lugar la construcción del Muelle Tres frente a la Terminal de Usos Múltiples.

En la plataforma continental de la zona marina, donde se pretenden realizar los vertimientos, específicamente en dos sitios de ubicados en mar abierto, localizados a 6.41 y a 6.73 millas náuticas a partir del canal de acceso a Puerto, concretamente la zona de tiro I se localiza en la coordenadas geográficas de latitud 20°56'02.86" N y longitud 97°11'28.33" W y la zona de tiro II se ubica en las coordenadas geográficas latitud 20°54'10.00" N y longitud 97°12'16.50" W localizados en la plataforma marina del Golfo de México

II.2 NATURALEZA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El conjunto de obras y actividades del proyecto forman del sector hidráulico específicamente al subsector infraestructura portuaria. Con su desarrollo la ASIPONA espera:

El desarrollo del proyecto promovido por la APITUX S.A. de C.V., tiene los siguientes propósitos

- Obtener una nueva autorización en materia de impacto ambiental para que la ASIPONA Tuxpan pueda realizar los dragados antes dichos para un periodo de 10 años, de ser posible del 2026 al 2036.



- Mantener vigente la autorización en materia de impacto ambiental SGPA/DGIRA/DG. -09499 de fecha 12 de diciembre de 2018 para la construcción del Muelle Tres.
- Garantizar el nivel de servicio del Canal de Puerto Tuxpán para las embarcaciones de mayor calado a lo largo de 11 Km del Canal de Navegación del Puerto de Tuxpán y permitir la fluidez del tráfico de embarcaciones para la entrada y salida de mercancías al Puerto Tuxpán
- Orientar adecuadamente sus recursos hacia el incremento estratégico y el mantenimiento de la infraestructura portuaria, así como la diversificación de las líneas de negocio enfocadas a promover el mercado interno por medio del cabotaje y el Transporte Marítimo de Corta Distancia (TMCD),
- Estar a la vanguardia es necesario entre los Puertos Mexicanos,
- Aumentar las líneas de comercio en el Puerto de Tuxpan por medio del ofrecimiento de mejoras a su infraestructura.

II.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los dragados que se requieren cobran su justificación debido al constante azolvamiento del Canal de Tuxpan, que cada día es más alto debido al arrastre de material particulado de la Cuenca del Rio Tuxpan, mismo que es ocasionado por la erosión de suelo provocada por la pérdida de cubierta vegetal. Es preciso decir, que el azolve del canal puede disminuir la profundidad del calado que requieren diversas naves que ingresan al Puerto y ello dificultaría las maniobras que se requieren para mantener en buen funcionamiento la entrada y salida de mercancías de diversas terminales que operan en el Puerto de Tuxpan.

Por su parte el Muelle Tres es una obra que se requiere especialmente para el funcionamiento óptimo de la Terminal de Usos Públicos, ya que facilitará la recepción de carga asi como la descarga de mercancía.

Cabe decir que el mantenimiento y desarrollo de infraestructura permitirán que el Puerto de Tuxpan, avanzar hacia los objetivos y acciones estratégicas de crecimiento que permitirán mantener al Puerto de Tuxpan a la vanguardia.

Por lo antes dicho la ASIPONA Tuxpán, requiere contar con una autorización de impacto ambiental para las actividades de dragado que se realizarán para un plazo de 10 años y un volumen de 10 millones de metros y para la construcción del Muelle Tres cúbicos. Toda vez que se estima una extracción de un millón de m^3 en promedio de materiales producto de dragado, se prevé que dichas cantidades dispondrán en los dos sitios de vertimiento previamente señalados.

II.3.1 LAS ACTIVIDADES Y LOS CAMBIOS AMBIENTALES PREVISTOS

La realización de los dragados en el canal del Puerto de Tuxpan tendrá lugar a todo en las diferentes zonas que lo conforman a los largo de 14.140 Km, que abarcan: I) Canal de navegación de acceso o exterior del cadenamiento 0+000 al -3+640, II) Dársena de Ciaboga I del 0+000 al 0+954, III) Canal Interno del 0+954 al 5+010 (que se divide en dos; el de TPT del 0+954 al 2+525, el de CTT que va del 2+525 al 4+290, y la Dársena Fiscal del 4+290 al 5+010, IV) Dársena

de Ciaboga II del 5+010 al 5+431, y V) Canal Aguas arriba del 5+431 al 10+500, asimismo se llevarán a cabo en los frentes de 37 Muelles que forman parte del Puerto. Incluido el Puerto Tres (que se indican en el Cuadro II-4 de la MIA-R).

Por otra parte, se llevará a cabo la construcción del Muelle Tres que abarcará 5,750.00 m^2, lo que implicará la conformación de un Tabla estacado para estabilizar el talud marginal que soportará la estructura del muelle, la construcción de la misma superestructura mediante el hincado de pilotes y de una losa. El Muelle Tres se localizará frente a la Terminal de Usos Múltiples aprovechando superficies ya impactadas por la construcción y operación de dos duques de alba construidos antes de 1988; mismos que funcionan como infraestructura de atraque y amarre, de esa forma no implicará la remoción de cobertura vegetal forestal por encontrarse el polígono de construcción en la zona del cauce del Río Tuxpan y presentar en su margen derecha vegetación herbácea y arbustiva que no constituye una vegetación forestal, la ubicación precisa se incida en el Cuadro II-5 del Capítulo II de la MIA R.

Otra de las actividades requeridas corresponde a los tiros de material producto de dragado que se pretenden sobre dos sitios localizados en la plataforma continental de la zona marina frente al municipio de Tuxpan a una distancia de 6.41 y 6.73 millas náuticas a partir del límite del canal exterior del Puerto Tuxpán, para el vertimiento de 10'000,000.00 de m^3. La localización precisa de los sitios se encuentra en el Cuadro II-6 de la MIA-R.

Los dragados son actividades que se llevan a cabo sobre el Canal de Tuxpán, ya casi de manera cotidiana puesto que este canal se localiza en la parte final de Rio Pantepec y frente al mar -zona donde el flujo de la corriente hidrológica va de la cuenca alta hacia el mar y donde también se produce reflujo de agua, lo que implica el azolve del canal, y cabe decir que el aporte de sedimentos se ve incrementado en gran parte por la erosión del suelo aguas arriba. Los dragados permiten el desazolve de los fondos del canal, aunque de manera temporal se ocasionan que parte de los sedimentos del fondo se movilicen y de esta forma existan mezcla y cause la re suspensión de los sedimentos, produciendo un aumento de partículas suspendidas y turbidez, es decir disminuye eventualmente la calidad del agua.

La construcción del muelle por su parte, también requiere la extracción de material acumulado, para lograr la conformación de la estructura incluido el tabla estacado para la estabilización del talud que sostendrá al propio muelle, estas extracciones pueden realizarse con draga, lo que también tendrá efectos sobre la calidad del agua, estos efectos pueden producirse en un máximo de cuatro meses, cuando ocurran los dragados y el hincado de pilotes, la superestructura y la construcción del muelle puede ocurrir en otros ocho meses, y los riesgo que pueden ocurrir se relacionan con la producción de residuos de tipo urbano así como otros tipos de residuos, que podrán prevenirse con medidas adecuadas de manejo integral de residuos incluidos los de tipo sanitario. Los cambios esperados por la realización del muelle se producirán sobre el área que ocupará, zona que se localiza frente a la Terminal de Usos Múltiples y donde ya ocurren movimientos de embarcaciones para carga y descarga de mercancías.

Los tiros de material producto de dragado incidirá sobre dos sitios que en conjunto alcanzarán una superficie de 538.70 ha, ambos sitios presentan una profundidad de 22 mbnm y después de los vertimientos cambiará la forma del



fondo, estos fondos quedarán cubiertos por los sedimentos y por lo tanto las reducidas formas de vida bentónica que se encontraron. Asimismo y de manera eventual se alterará la calidad del agua quedando en la columna de agua material suspendido y se dispersará, para posteriormente sedimentarse hacia el fondo marino.

Los cambios antes enunciados, se analizan a detalle en el Capítulo V y en el Capítulo VI se ofrecen las medidas de prevención y de mitigación de la presente MIA R.

II.4 INVERSIÓN REQUERIDA

El costo de la obra fue calculado en $540,227,394.00 (quinientos cuarenta millones doscientos veintisiete mil trescientos noventa y cuatro pesos mexicanos).

III CONGRUENCIA LEGAL DE LA OBRA

A efecto de demostrar la congruencia y coherencia del proyecto, en el Capítulo III de la MIA-R se ofrece información relacionada con la vinculación de los planes de desarrollo y los ordenamiento jurídicos aplicables tanto por el tipo de actividades del proyecto como con el espacio donde se localiza.

Respecto de planes de desarrollo se muestra que el Puerto de Tuxpán corresponde a un recinto de gran relevancia en términos del desarrollo socioeconómicos de la región y de la localidad. En este sentido que las actividades y obras que se buscan desarrollar con el proyecto tendrán un beneficio sobre la operación del Puerto de Tuxpán con impactos positivos.

En el marco de los ordenamientos legales, se presenta un análisis minucioso con respecto de los Convenios Internacionales con especial atención en: 1) Convenio Internacional de Londres, 2) Convenio Internacional MARIPOL, 3) Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 4) Convenio Internacional de las Naciones Unidad sobre el Derecho al Mar 1982, y el 5) Convenio de Basilea.

En el ámbito nacional se encuentra información vinculante del proyecto y el Acuerdo Secretarial 001/2023, el Programa de Cambio Climático el programa sectorial del Medio Ambiente y Recursos Naturales (PSMARN) vigente,

Desde la perspectiva jurídica es exponen información del proyecto respecto de las leyes marco como son la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección a constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, leyes marco en materia ambiental y sus reglamentos, los ordenamientos jurídicos y se presentaron propuestas para mostrar como la ASIPONA acata y cumplirá con las disposiciones que derivan de dichos instrumentos de la política nacional e internacional.

1) Planes de Gobierno de los tres niveles de gobierno, incluyendo el Plan Nacional del Gobierno Federal de 20224-2030, el antiguo Plan Nacional de Desarrollo de Veracruz 2019-2024 -ya que el del actual gobierno estatal no se encuentra vigente-, Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan, así como el Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Tuxpan.

2) Convenios Internacionales, tales como Convenio y Protocolo de Londres, Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982, Convenio de Basilea.

3) Acuerdos y Programas Ambientales Nacionales como son: el Acuerdo Secretarial 001/2023 por el cual se dispone que la Dirección General de Obras y Dragados se adscribe orgánica y administrativamente a la Subsecretaria de Marina, Programa Especial de Cambio Climático (PECC)2021-2024, Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PSMARN) 2020-2024.

4) Se presenta un análisis de cumplimiento de las leyes marcos que se derivan como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos (LGPGYR) y Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley de Vertimiento en las Zonas Marinas Mexicanas, Ley Federal del Mar, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos, Ley Estatal para Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos para el estado de Veracruz (LPGIRS-Veracruz), Ley Estatal para Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Estado de Veracruz (LPGIRS-Veracruz) y la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones Los ordenamientos Ecológicos Territoriales tanto el Programa de Ordenamiento General del Territorio (POEGT), como el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM Y RGMMC), así como de los Decretos de Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias de Conservación para la Biodiversidad y finalmente con las normas ambientales mexicanas aplicables, especificando la forma en que la ASIPONA Tuxpan asegurara el cumplimiento de las especificaciones de cada una de estas normas como son: las NOM-002-STPS-2010, NOM-025-SSA1-2014, NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-059-SEMARNAT-2010, NOM-080-SEMARNAT-1994, NOM011-STPS-2001, NOM-060--SEMARNAT-2010.

Como conclusión de la vinculación del proyecto, se encuentra que la ASIPONA podrá cumplir con los lineamientos y que el proyecto es congruente con la política nacional y no contraviene los criterios, lineamientos y otras disposiciones del orden jurídico.

IV De la Caracterización y Diagnóstico del SAR y del área de Influencia del proyecto

IV.1 Delimitación del SAR

El proceso de delimitación del SAR comprendió un análisis de aspectos terrestres y marinos, así se consideró la parte terrestre que rodea al Puerto Tuxpán —por ser la zona que resultará beneficiada social y económicamente de manera directa—, así como la zona federal marítimo adyacente al área fluvial del Rio Pantepec o Tuxpán y las áreas marinas donde se espera circulen los barcos draga, así como los sitios de tiro. Para delimitar la segunda porción

del SAR en la zona del océano, se procedió a examinar las curvas de nivel, la línea de costa y la batimetría —rasgo fisiográfico que puede ser determinante la dinámica de corrientes.

Para acotar el SAR en esta MIA-R, se consideraron modelos de dispersión realizados en el 2023, que permitieron saber las extensiones máximas del área de influencia de las plumas de dispersión y eso permitió analizar una superficie de 86,721.35ha, para desarrollar los estudios especiales, la caracterización y diagnóstico de la línea de base del proyecto.

IV.2 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL SAR

Se presenta información al SAR que abarca 86,721.35 ha, 86,721.35ha, integrada por una porción fluvial - continental (1.70%) y porción oceánica o marina en un 98.29 %.

La zona continental, se incluye la zona fluvial del río Pantepec o río Tuxpan, su zona federal marítimo-terrestre, así como la zona urbana norte del río Tuxpan, que comprende las colonias Santiago de la Peña, La Victoria (La Peñita) y Los Cobos, además de la localidad de Tuxpan de Rodríguez Cano, donde se ubican las instalaciones administrativas del Puerto de Tuxpan.

La zona marina abarca las áreas designadas para el vertimiento de sedimentos, así como la zona de dispersión de dichos materiales, comprendiendo una superficie de 85,242.44 hectáreas, equivalente al 98.29% del SAR, ubicada al sur del Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan, el límite sur es más o menos paralelo al Rio Cazones.

En ambas zonas se realizan diversas actividades socioeconómicas que generan presiones y mermas sobre la calidad de los componentes ambientales de las áreas que constituyen el SAR.

El SAR donde se pretende desarrollar el proyecto abarca.

La zona fluvial-continental se encuentra sujeta múltiples presiones derivadas de actividades antrópicas, tanto en tierra como en el cauce principal del Río Tuxpan. En el ámbito terrestre la expansión urbana, las actividades agropecuarias e industriales, así como los asentamientos humanos dispersos, han generado cambios de uso de suelo y pérdida de cobertura vegetal nativa, lo que ha incrementado los procesos de erosión y arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua superficiales.

Los sedimentos que son arrastrados por la corriente dominante del Rio Tuxpan se trasladan por los arroyos tributarios y corrientes pluviales, que finalmente desembocan en el río Tupan y la zona costera frente a Tuxpan, favoreciendo el azolve progresivo del cauce del Canal de Navegación y del Rio Tuxpan ocasionando la acumulación de sedimentos, y que con frecuencia producen el desbordamiento del cauce.

Durante el reflujo de marea, los sedimentos continentales se mezclan con los materiales marinos transportados por las corrientes, generando acumulaciones en la zona de navegación y reduciendo la profundidad efectiva del canal, lo cual representa riesgos operativos para las embarcaciones de mayor calado, como puede observarse en la carta batimétrica anexa.

El clima del SAR es Aw2(x'), que corresponde a un cálido subhúmedo con temperatura anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor a los 18°C, la precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y 60 mm, se presentan lluvias en verano y el porcentaje de lluvia invernal es mayor al 10.2% del total anual, está definido por la posición geográficas y sobre todo por la influencia de la altitud del relieve.

El SAR forma parte de la Región Huasteca Baja que se compone de llanuras y lomeríos bajos, así como de la Llanura Costera del Golfo de México. En su totalidad el SAR abarca la Llanura Costera del Golfo Norte1 y pertenece a la subprovincia Llanuras y Lomeríos que se caracteriza por extensas llanuras interrumpidas por lomeríos de baja elevación con intervalos altitudinales que varían de 250 msnm hasta descender a nivel del mar. El SAR es parte de una costa emergida, interrumpida por algunas sierras aisladas como la de Tamaulipas, de San Carlos y Cruillas, la Serranía del Burro, y otras. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras, en tanto que, en el sur, se tienen valles y llanuras de inundación formadas por el Río Pánuco. dos discontinuidades que interceptan el paisaje, como son las sierras de San Carlos y de Tamaulipas.

Los sistemas de topoformas que predominan en la porción terrestre del SAR corresponden a una llanura que representan el 1.83 % del SAR y un 98.91 % pertenecen a cuerpo de agua. En la porción del SAR correspondiente de la Plataforma Continental —una de las mayores morfoestructuras del piso oceánico del Golfo de México corresponde a una terraza casi continua que bordea sus márgenes y que se encuentra geológica y fisiográficamente vinculada con la masa continental donde se encuentran diversos bajos, como son los arrecifes del SALT, entre ellos uno de los arrecifes englobados en el SAR corresponde al Arrecife de Tuxpan.

Desde el punto de vista geológico la sección terrestre del SAR está constituido por rocas sedimentarias como depósitos aluviales, lutitas de facies calcáreo arcillosa y areniscas; además de rocas de origen químico como las calizas. En la zona oceánica se encuentra capas de sedimento con edades del triásico-jurásica.

El sistema hídrico del SAR Tuxpan está conformado por el río Tuxpan y sus tributarios principales, que drenan hacia el Golfo de México a través de un canal estuarino de morfología alargada. Este sistema constituye una cuenca baja costera con influencia mareal y predominio de flujos de descarga continental.

El comportamiento hidrológico responde a un régimen pluvial estacional, con lluvias concentradas entre junio y septiembre que incrementan significativamente la descarga fluvial. Durante el periodo seco (febrero–mayo), las descargas se reducen, favoreciendo la intrusión de agua marina en los tramos inferiores del canal.

El río Tuxpan exhibe una pendiente hidráulica suave, que contribuye a la formación de zonas de baja velocidad y acumulación de sedimentos finos. Los procesos de azolve recurrente y la descarga de materiales suspendidos

1 De acuerdo con el INECC (2007), se distribuye en parte de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Nuevo León.

condicionan la navegabilidad, lo que justifica las acciones de dragado periódico.

Los niveles freáticos en las márgenes presentan comportamiento estable, aunque susceptibles de ascensos por marea alta o eventos extremos. No se identifican procesos de salinización significativos en suelos ribereños, lo que indica equilibrio hidrológico entre aportes continentales y marítimos.

Los gastos hidráulicos del Rio Tuxpán son variables, las áreas de inundación alcanzan una superficie de 522 km^2 con periodos de retorno de dos años y hasta 554 km^2, para periodos de retorno de 100 años, que el gasto hidráulico varía de acuerdo a la sección de la cuenca del Río Tuxpán, un dato importante que se reporta es que las áreas de inundación son mayores en las zonas donde se ha producido el Cambio de Uso de Suelo (CUS) como son las áreas agrícolas que llegan a 343 km^2 y las áreas urbanas con 15 km^2 para periodos de retorno correspondientes a 100 años, resultando con severos daños económicos. Las zonas urbanas más afectadas incluyen las ciudades de Álamo-Temapache y Tuxpan. También se encontró que la corriente es dominante hacia el mar, las velocidades solo en algunos puntos rebasan los 0.5 m/s, el gasto medido en la sección 1 (aguas arriba antes del puente), entre las 13:04:56 h y las 13:09:38 h, fue de 103.25 m3/s, y el de la sección 2 cerca de la desembocadura con la Laguna de Tampamachoco -dentro del Rio Tuxpán-, entre las 15:11:26 h y las 15:15:10 h fue 452.75 m3/s, el gasto resultó mayor en la desembocadura que para aguas arriba, que en su estudio determinó que el patrón de circulación de corrientes está definido por un modelo regional de corrientes oceanográficas y a un modelo regional de meteorología (vientos).

Una de los riesgos contantes que se detecta en el Rio Tuxpan son los procesos de inundación que traen como consecuencia el arrastre de sedimentos y de material particulado, si bien no se cuenta o no se ha estimado una tasa especifica de azolvamiento del Rio Tuxpan, en el estudio de vulnerabilidad de inundación en el Rio Tuxpan por Tovar Cabañas, 20212, se muestra que.

1. El incremento del nivel mar representa un impacto latente a corto plazo para el Rio Tuxpan y las zonas urbanizadas que rodean al mismo, máxime si se considera la combinación de éste con el periodo de retorno de eventos hidrometeorológicos extremos, sobre todo en los puntos más bajos del oriente de Tuxpan,
2. El aumento de las precipitaciones derivadas por el cambio climático pueden conducir a un aumento del caudal habitual del río Tuxpan, tal hecho provocaría una crecida de carácter lento en el municipio de Tuxpan, la cual inundaría hasta cinco metros sobre el nivel del mar, donde 187.3 km2 quedarían anegados, de los cuales 0.5 km2 , de calles asfaltadas, con un valor de $252 millones de pesos se perderían, al igual que otros 1.2 mil millones de pesos de infraestructura pública, sin embargo, la mayor pérdida sería por $45 mil millones de pesos correspondientes al territorio urbanizado, sin contar los $733 mil millones de pesos que valen sus reservas

[2] *Tovar Cabañas Rodrigo, 2021. Vulnerabilidad Socioeconómica, Cambio Climático E Incremento Del Nivel Del Mar En Tuxpan, Veracruz. Entorno Geográfico | N° 22 | julio-diciembre 2021 | pp. 79-93 | ISSN (en línea): 2382-3518 / ISSN impreso: 1692-0074 | Universidad del Valle*

territoriales. Si se consideran otras entradas como el valor de los bienes muebles de Tuxpan, la catástrofe es enorme, cercana al billón de pesos.

Las condiciones de calidad de agua del Rio Tuxpan, indican que presenta condiciones físico-químicas compatibles con un sistema estuarino saludable, con ligera influencia marina y bajo grado de contaminación orgánica. El conjunto de resultados sugiere que el Canal de Tuxpan mantiene una calidad ambiental aceptable, sin evidencia de contaminación orgánica o bacteriológica preocupante. Los gradientes de salinidad, oxígeno y pH responden a la dinámica natural de mezcla de aguas dulce y marina, con una leve influencia antropogénica en las zonas más interiores, donde se observan mayores concentraciones de nutrientes.

Por el análisis granulométrico y composicional de los sedimentos evidencia una evolución ambiental entre los muestreos de 2023 y 2025, relacionada con el incremento de la energía hidrodinámica del canal y la influencia marina.

- En 2023, los sedimentos estaban constituidos en su totalidad por limo (100%), lo que refleja condiciones de baja energía, típicas de zonas de acumulación.
- En 2025, los resultados muestran una transición marcada hacia material arenoso, con presencia de arena muy fina a muy gruesa (hasta 90%), lo que indica mayor energía de flujo, probablemente derivada de la acción de mareas, eventos de crecida o actividades previas de dragado.
- La humedad elevada (50–96%) y la materia orgánica promedio (4.48%) sugieren un ambiente saturado, bien oxigenado y con alta actividad biológica, sin evidencias de acumulación de contaminantes orgánicos.
- La baja proporción de arcilla y limo (<5%) implica buena permeabilidad y facilidad de manejo del material para dragado.

La calidad del agua del SAR se ve influenciada por las diferentes actividades antropogénicas que se realizan en las márgenes de los arroyos y del Rio Tuxpan, y se adicionan otras como son el derrame de hidrocarburos y el paso de embarcaciones, algunos de los que han afectado recientemente en la Plataforma Continental del SAR.

Como parte del capítulo IV se incluyen los resultados obtenidos en estudios de caracterización del agua y los fondos del canal fluvial por medio de los análisis de componentes CRIT.

Los resultados de la calidad del agua denotan las características de un ambiente estuarino que recibe aportes de aguas residuales, sin rebasar los criterios establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Por su parte los valores detectados en los sedimentos del Canal de Tuxpan presentan características **físicas y químicas favorables para las operaciones de dragado**, al ser **arenosos, poco cohesivos y no contaminados**. El cambio en su textura confirma una **dinámica sedimentaria activa**, producto de la interacción entre los aportes fluviales y marinos.



El comportamiento combinado de los parámetros de agua y sedimento evidencia un **sistema estuarino funcional**, con una **renovación continua del flujo**, condiciones t**óxicas adecuadas** y **sin presencia significativa de contaminantes**.

El canal actúa como **zona de transición y mezcla**, en la que los procesos naturales de re suspensión y denostación de sedimentos controlan la calidad del agua y la estructura del fondo.

La presencia de arenas y el leve aumento de materia orgánica son **indicativos de equilibrio ambiental** y **de baja vulnerabilidad ecológica**, siempre que se mantengan los controles sobre descargas municipales.

1. **El Canal de Tuxpan mantiene condiciones físico-químicas y biológicas dentro de rangos naturales para un sistema estuarino.** No se detectaron contaminantes críticos ni niveles alarmantes de coliformes, metales o materia orgánica.
2. **Los sedimentos presentan una composición predominantemente arenosa**, favorable para el **dragado y vertimiento controlado**, con mínima posibilidad de liberación de contaminantes durante la remoción.
3. **El sistema muestra una dinámica activa y estable**, con una interacción fluido-sedimento que promueve la renovación constante del agua.
4. **Existe una leve tendencia hacia la eutrofización moderada**, atribuible al aporte de nutrientes desde zonas urbanas y agrícolas, pero sin representar actualmente un riesgo ambiental de sustancias (corrosivas, reactivas, inflamables y tóxicas) que demostraron que los sedimentos que se removerán no rebasan las concentraciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005, ya que la mayor parte de los parámetros las muestras de sedimento no presentan elementos aplicables en los análisis, como, por ejemplo, ningún numeral de inflamabilidad y toxicidad resulto aplicable.

En cuanto a la Corrosividad, las muestras de sedimentos presentaron pH entre 7.51 y 8.56, valores que no rebasan los límites máximos permisibles para considerarse residuo peligroso.

Para el caso de la reactividad, la mayoría de las muestras resultaron no ser inflamables, no reactivos, que no generan calor y que **no generan ninguna cantidad de HCN (Cianuro de hidrógeno)** y H_2S (ácido sulfhídrico). Únicamente en la muestra E2 localizado en el Canal y Dársena API registra la generación de **0.035 mg de H_2S/Kg, sin embargo, se encuentra muy por debajo del límite permisible que es de 500 mg de H_2S/Kg** para considerarse residuo peligroso

Por otro lado se realizaron estudios de calidad de agua de los sitios de vertimiento mismos que muestran que los parámetros analizados no rebasan los límites permitidos de la NOM-001-SEMARNAT-2021 a excepción de los sólidos suspendidos totales.

Para el oxígeno disuelto se obtuvo que todos los sitios se encuentran en el intervalo de 6.14 a 7.98 mg/L; en el parámetro de turbiedad, las muestras están en el rango de 0.3 a 0.57 UNT lo cual está por debajo de las 4 UNT que establece la Norma NOM-127-SSA1-2021; los sólidos suspendidos totales reportan datos de 60 a 103 mg/L que supera el límite máximo permisible de 28 establecido por la NOM-001-SEMARNAT-2021; los sólidos disueltos totales en

todas las muestras es cercano a las 40,00 mg/L que también supera los 100 mg/L establecidos como límite en la NOM-127-SSA1-2021; la demanda bioquímica de oxígeno no superó en ningún caso el límite mínimo cuantificable que es de 3.1 mg/L; los coliformes fecales y totales se encuentran entre 3 y 145 UFC/100ml lo que se encuentra por debajo de los 240 UFC/100ml que establece la NOM-003-ECOL-1997; Los enterococos fecales tampoco rebasan el límite máximo permisible de 500 NMP /100ml que establece la NOM-001-SEMARNAT-2021 pues presenta resultados entre 14 y 201 NMP /100ml.

A fin de complementar el estudio sobre la calidad de agua de la zona fluvial, se llevaron a cabo análisis complementarios de composición de fitoplancton, zooplancton y bentos que mostraron.

- Para el Canal de Navegación y Rio Tuxpan la presencia de organismos indicadores de procesos de eutroficación.
- Para la zona marina se encontraron signos de perturbación con baja riqueza de especies

No obstante se encuentra que calidad ambiental del agua es media a alta, con gradientes naturales de salinidad y turbidez, ya que los procesos de mezcla y dispersión son eficientes y aseguran condiciones adecuadas para las comunidades acuáticas del SAR y no se identifican contaminantes persistentes o acumulativos que comprometan la funcionalidad ecológica del sistema fluvio-marino.

El canal de navegación del río Tuxpan y la zona marina adyacente presentan un sistema hidrodinámico de tipo estuarino–marino abierto, caracterizado por la mezcla de aguas dulces fluviales con aguas salinas oceánicas bajo régimen micromareal diurno.

Desde el punto de vista oceanografico, en el SAR predominan mareas es de tipo mixto y predominantemente diurnos la pleamar máxima registrada en Tuxpan fue de 1.040 m y la bajamar mínima es de -0.47 m la diferencia de altura es de 1.51 m, el nivel de pleamar medio superior fue de 0.494 m y el nivel de bajamar medio inferior fue de 0.00m según datos de la SEMAR 2021[3], existiendo cuatro tipos de oleaje para la costa del área de estudio: oleaje asociado a los vientos locales con energía moderada y baja; b)oleaje causado por la brisa marina con periodos muy cortos de dos a tres segundos y altura de 0.5m, oleaje de tormenta originado por la presencia de nortes cuya importancia es definitiva en la playa por su poder erosivo.

El SAR está enclavado en la Plataforma Continental de la zona norte del Golfo de México y por tanto esta influenciado por las características batimétricas asi como por los forzamientos físicos, con que interactúan las aguas oceánicas, costeras y de plataforma interna se tendrán diferentes forzamientos de la circulación, como es la corriente de lazo[4] y los remolinos que se desprenden de la misma, esta corriente tiene su origen en el canal de

3 Datos consultados en: https://oceanografia.semar.gob.mx/telems/CROQUIS%20GOLFO/TUXP23_NBMI.pdf

4 La corriente de lazo es una corriente marina enérgica que se caracteriza por variar su extensión hacia el norte del golfo y por desprender esporádicamente remolinos anticiclónicos.

Yucatán, asi como las corrientes que se forman en las diferentes estaciones del año

Por los estudios hidrodinámicos realizados para esta MIA-R, se encontraron las caracteristicas señaladas en el Cuadro 1.

Cuadro 1Parámetros Hidrodinámicos Representativos del SAR Tuxpan

Parámetro	Canal del Río Tuxpan	Zona Marina (Sitio de Tiro)
Tipo de sistema	Estuarino micromareal	Marino abierto
Corriente promedio (cm/s)	7.3	13.1
Dirección dominante	E-SE (134°)	N–NW (315°–345°)
Altura significante de ola (m)	0.15	0.91
Periodo de ola (s)	10.8 (fondo) / 5.0 (local)	5.2
Amplitud mareal (m)	0.8	0.4
Transporte neto	Hacia el mar	Hacia el norte
Energía hidrodinámica relativa	Moderada	Alta

Fuente: Estudio Hidrodinámico SAR Tuxpan 2023–2025; Elaboración propia, 2025.

Las características hidrodinámicas y de dispersión de partículas del SAR, fueron estudiadas tanto la zona fluvial como la zona marina, encontrándose que en la zona fluvial, ocurren los siguientes procesos.

A. **El transporte litoral en Tuxpan** está dominado por un régimen estacional alternante, con transporte **norte–sur** en invierno y **sur–norte** en verano, modulando el comportamiento del material suspendido y de fondo.
B. El **volumen anual de sedimentos aportado por escorrentías** hacia el canal de navegación se mantiene dentro del rango histórico (120,000–150,000 m^3/año), sin indicios de incremento por efecto del dragado.
C. Los **modelos de dispersión** confirman que durante los meses de **octubre a diciembre** ocurre la **mayor eficiencia de dilución y dispersión natural**, lo que respalda la selección de dichos periodos como **los más adecuados para operaciones de dragado y vertimiento**.
D. Bajo escenarios de cambio climático o eventos hidrometeorológicos, la **capacidad de dispersión del sistema se incrementa**, sin evidenciar acumulación o sedimentación anómala en zonas ecológicamente sensibles.
E. En todos los escenarios, las **zonas de mayor riesgo de azolvamiento** se localizan en el canal de acceso, mientras que la **zona marina y los sitios de tiro** presentan **condiciones de renovación hidrodinámica adecuadas**.

Para el caso de la zona -zona marina, se encontró que la dinámica costera está determinada por corrientes geostróficas, y que las corrientes presentan una marcada **variabilidad estacional**, asociada principalmente a los vientos dominantes y a los forzamientos hidrodinámicos regionales, con las siguientes tendencias observadas:

- **Enero y febrero.** Corresponden a una **fase de transición**, en la cual la circulación superficial no muestra un patrón bien definido. Se forman **giros locales** en la porción sur del dominio, los cuales inducen una corriente costera con **dirección predominante hacia el suroeste**.

- **Marzo a julio.** Se observa una **circulación dominante de sur-sureste a norte-noreste**, con una mayor intensidad mar adentro, donde las **velocidades alcanzan hasta 0.45 m/s**, particularmente en marzo y julio.
En contraste, entre abril y junio la magnitud de las corrientes disminuye a valores entre **0.05 y 0.10 m/s**, mostrando una circulación más estable y una dirección predominante hacia el norte.
- **Agosto a septiembre.** Inicia una **transición en la dirección del flujo**, con corrientes más débiles y cambios progresivos en la orientación, que tienden hacia el **sur** durante el mes de septiembre.
- **Octubre a diciembre.** Se presenta una **reversión total de la circulación**, con corrientes que fluyen predominantemente de **noreste a suroeste**, patrón que se mantiene hasta el final del año.

Asimismo, que la inversión de corrientes, coincide con los cambios en el régimen de vientos invernales y la influencia de los **eventos del Norte**, característicos de la región del Golfo de México.

En términos generales, los resultados del modelo evidencian que la **circulación superficial en el área de Tuxpan es altamente estacional**:

- Durante el primer semestre del año, el transporte neto tiende hacia el **norte y noreste**, favoreciendo el desplazamiento de partículas costa afuera;
- Mientras que en el segundo semestre, el transporte se invierte hacia el **sur y suroeste**, lo que sugiere una posible retención y recirculación de materiales suspendidos cerca de la costa.

Por otra parte los estudios de caracterización de la composición biológica del SAR, dieron cuenta de la presencia de la presencia de especies de vida silvestre, acorde al Cuadro 2.

CUADRO 2 NUMERO DE ESPECIES POR GRUPO TAXÓNOMICO

Comunidad	Canal del Río Tuxpan	Zona Marina	Interpretación Ambiental
Fitoplancton	42 especies, diatomeas dominantes	63 especies, diatomeas y dinoflagelados	Mayor productividad marina
Zooplancton	*Acartia tonsa*, larvas de peces	*Calanus finmarchicus*, crustáceos pelágicos	Mayor diversidad marina
Bentos	Poliquetos y moluscos adaptados a turbidez	Poliquetos y bivalvos de fondo estable	Equilibrio ecológico estable
Flora ribereña	Manglar fragmentado y vegetación secundaria	Duna costera y halófitas	Alta adaptabilidad costera
Fauna vertebrada	69 spp., 7 protegidas NOM-059	32 spp. marinas comunes	Biodiversidad media-alta

Conforme a los resultados de la zona fluvial destaca la presencia del *Crocodylus moreleti* especie protegida, que habita en las zonas y canales de aguas tranquilas del Ramsar 1602 Manglares y Humedales de Tuxpan, asimismo se encontraron reportes de la zona marinas de la posible presencia de la tortuga *Lepidochelis kemptii* y del delfín *Tursiups truncatus*. Dichas especies son consideradas de importancia ecológica.

Del estudio de caracterización de la composición de flora en las zonas con cubierta de vegetación nativa se encuentran que la zona fluvial-continental, existen cuatro tipos de vegetación, que corresponde a **manglares, vegetación halófila costera, pastizales inducidos y vegetación secundaria**

arbustiva, comunidades conforman un mosaico ecológico adaptado a condiciones de salinidad variable, anegamiento periódico y suelos arenosos o limo-arcillosos.

Para el caso de los **manglares**, se sabe que constituyen el componente vegetal más relevante desde el punto de vista ecológico y legal, ya que se encuentran bajo protección de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y la **NOM-022-SEMARNAT-2003**. Se identifican cuatro especies típicas:

- *Rhizophora mangle* (mangle rojo),
- *Avicennia germinans* (mangle negro),
- *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), y
- *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).

Estas comunidades se localizan principalmente en la ribera sur del río y en los márgenes internos de lagunas y esteros que forman parte del **Sitio Ramsar No. 1602 "Manglares y Humedales de Tuxpan"**, reconocido por su valor ecológico, hidrológico y su papel en la estabilización del litoral.

El **estado de conservación** del maglar, es medio, con afectaciones por la expansión urbana y la introducción de especies exóticas como *Casuarina equisetifolia* y *Cocos nucifera*. Sin embargo, las comunidades remanentes mantienen una alta funcionalidad como zonas de crianza y protección para fauna silvestre y marina.

Por otro lado se analizó el componentes social y económico del municipio de Tuxpan, Veracruz, encontrandose la fuerte importancia de las actiivdades que sustentan su economía en los sectores petrolero, pesquero, portuario, turístico y agrícola, y que las actividades del Puerto de Tuxpan lo convierten en un nodo estratégico de desarrollo regional.

V IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Los impactos ambientales que derivan por la realización del proyecto, se han reconocido con la identificación de las fuentes de cambio que se producirán sobre el AIP del proyecto teniendo en cuenta el grado de impactos ambientales existentes. Uno de los métodos para identificación de los impactos se utilizó la matriz de causa efecto misma que se presenta en el el Capítulo V de la MIA. A partir de esa matriz se determinó la posibilidad de que se atribuyan al proyecto 14 tipos de impactos, Acorde con la valoración, se encontró que 11 corresponde a impactos negativos, de los cuales solo uno de ellos puede ser residual mientras que el resto corresponde a impactos negativos potenciales y tres de los 14 son impactos de gran relevancia para la sociedad asentada en Tuxpam, y para el desarrollo del Puerto de Tuxpan.



CUADRO 3 IMPACTOS AMNBIENTALES ESPERADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO

N°	Impacto Efectos derivados del proyecto	Compo-nente	Cará-cter	Magn itud	Exten-sión	Dura-ción
1	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial	Agua	Negativo	Media (2)	En el AIP (2)	Ocasional (2)
2	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina	Agua	Negativo	Alta (3)	En el AIP de la zona marina (2)	Constante o permanente (3)
3	Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR	Agua	Negativo	Media (2)	En el AIP zona fluvial (2)	Ocasional (2)
4	Reducción de la calidad de agua zona marina	Agua	Negativo	Media (2)	En el AIP de la zona marina (2)	Constante y/o permanente (3)
5	Reducción de la Calidad del Aire	Atmósfera	Negativo	Medio (2)	En el AIP de la zona fluvial (2)	Ocasional (2)
6	Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Ecosistémico	Negativo	Bajo (1)	En el AIP de la zona fluvial (2)	Ocasional (2)
7	Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Ecosistémico	Negativo	Alto (3)	En el AIP de la zona marina (2)	Constante y/o permanente (3)
8	Afectaciones a las especies de fauna de importancia ecológica	Fauna	Negativo	Bajo (1)	SAR (3)	Esporádica (1)
9	Disminución de calidad de paisaje por la generaciñon de resiudos sólidos	Paisaje	Negativo	Bajo (1)	En el AIP de la zona fluvial (2)	Ocasional (2)
10	Efectos al confort sonoro humano	Social	Negativo	Bajo (1)	Puntual	Esporádica (1)
11	Posible contaminación del suelo por generación de residuos peligrosos	Paisaje	Negativo	Bajo (1)	Puntual	Esporádica (1)
12	Disminución de riesgos para la población civil	Social	Positivos	Alto	SAR (3)	Constante y/o permanente (3)
13	Aumento de ingresos económicos	Socioeconómico	Positivos	Bajo	AIP zona de vertimientos	Ocasional (2)
14	Mejoramiento de infraestructura portuaria	Socioeconómico	Positivos	Alto	Constante y/o	En el AIP de la zona fluvial (2)

N°	Impacto Efectos derivados del proyecto	Compo-nente	Carác-ter	Magn itud	Exten-sión	Dura-ción
					permanente (3)	

VI MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el Capítulo VI se desagregaron las medidas de mitigación con el objetivo de aminorar el valor esperado para cada uno de los impactos previstos, se proponen en la MIA tres tipos diferentes de medidas, como son. 1)La realización de gestiones, planes e informes, 2) Acciones de sensibilización y capacitación por componente afectado y 3) Acciones o buenas prácticas, para cada una de las medidas se indica el objetivo. Cabe mencionar que cada una de las medidas propuestas ha sido ideada a fin de que se pueda dar trazabilidad a su cumplimiento, y de esta forma se buscó que cada medida pueda ser mesurable.

Forma parte del Capítulo VI un Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental que estará apoyado en un sistema de gestión ambiental con una política de protección ambiental que puede ser certificable mediante la NOM ISO 14000.

Los objetivos que se indican para cada uno de los objetivos y metas de protección ambiental quedaron indicados en el Cuadro VI-6, mismos que se trascribieron en el siguiente cuadro.

Componente	Objetivo	Metas
Atmosfera	Prevenir y mitigar las emisiones a la atmosfera	Reducir el consumo de combustibles fósiles en un 30%
		Los barcos draga deben ser de última generación con capacidad de generar la energía necesaria para la propulsión de barcos draga y/o para iluminación, entre otros
		Llevar un control de emisiones atmosféricas en su totalidad
		Asegurar que el 100 de los equipe cuentan mantenimiento para disminuir el consumo de energéticos.
Aire-Agua-Suelo	Prevenir y disminuir las fuentes de contaminación por generación de residuos sólidos	El 100 % de los residuos sólidos debe tener trazabilidad del origen y destino
		Debe existir cero descargas de residuos sólidos sobre el medio acuático
		Los equipos de almacenamiento de residuos sólidos deberán ser limpiados cada tercer día evitando acumulación de residuos
		Todos los residuos que puedan tener impregnadas sustancias tóxicas y/o peligrosas deben ser entregados a empresas recicladoras
		Todos los barcos draga deben contar con sus bitácoras de registro de residuos sólidos o libros de residuos
		Cualquier residuos o basura que pueda llegar a la zona fluvial o marina procedente de las

Componente	Objetivo	Metas
		embarcaciones debe ser recolectado a la brevedad.
Agua	Prevenir la contaminación del por descargas de agua	Todas la embarcaciones draga deben contar con sistemas de separación de aguas y/o de tratamiento en excelente estado de funcionamiento.
		No debe existir fugas de aguas sentinas.
		Controlar el 100 % de las aguas residuales sin que se viertan al mar.
		Cualquier avería en los sistemas de tratamiento de agua debe ser reparada de inmediato.
		Mantener el control absoluto de cualquier derrame de hidrocarburo o grasas que pueda llegar a verterse en el medio acuático.
		Mantener monitoreo de la calidad de agua en el caso de derrames o vertimiento accidental de residuos sólidos.
Agua zona marina	Minimizar las afectaciones que se pueden producir por la dispersión del material particulado en las zonas de influencia de las áreas de vertimiento	Mantener monitoreadas las plumas de sedimentos en las zonas de vertimiento del material de dragado.
		Mejorar las técnicas de vertimiento a fin de que se reduzca o limiten las áreas afectadas.
		Mantener monitoreo constante de la calidad del agua en particular de la turbidez, DBO5, DQO, materia orgánica, bacterias, y tener una línea de base.
		Vigilar que la distribución de partículas no impacte sobre las zonas frágiles o vulnerables que en este caso
Vida marina	Minimizar los riesgos de afectación para la especies de vida marina	Lograr la sobrevivencia de organismos bentónicos en las zonas de vertimiento, mediante rescate y traslocación de organismos como son moluscos (pepinos de mar, gasterópodos, esponjas y otros que puedan encontrarse, pese a que no se localizaron en los muestreos, pero hacer un esfuerzo de localización de los mismos)
		Evitar al mínimo efectos negativos por ruido o por colisiones con organismos de vida acuática, mediante la operación de dragas en movimiento a bajas velocidades de navegación.
		Uso de equipos excluidores de fauna y de vigilancia que permita saber si en la zonas de dragado o de tiro pueden existir especies de importancia para la conservación.
		Lograr la restauración de sitios de vertimiento después de los 10 años de su uso permitiendo el restablecimiento de comunidades bentónicas y la recuperación de servicios ambientales.

Se indican en el Capítulo VI, los Mecanismos de garantía de cumplimiento de cumplimiento de medidas de mitigación y por otra parte se desglosaron los procedimientos y las especificaciones para garantizar el éxito de las medidas de mitigación, como son.

- Procedimientos de Control de emisiones atmosférico
- Procedimiento del Programa de manejo y ahorro de combustibles fósiles y Programa de Mantenimiento de Equipos de Combustión
- Procedimiento del Programa Manejo y Control de Residuos impregnados con sustancias Tóxicas
- Procedimiento para garantizar que las aguas residuales de los barcos dragas son tratadas y no producen contaminación al medio ambiente
- Programas de monitoreo de la calidad de agua en áreas de influencia del proyecto.
- Procedimiento para la sensibilización y capacitación del personal para la adquisición de nociones para la protección ambiental durante el desarrollo de sus trabajos.
- Procedimiento del Programa de Rescate de Especies Acuáticas de tipo Bentónico
- Procedimientos del Programa de Monitoreo de las plumas de sedimento y de la calidad del agua del AIP
- Planes de contingencias ambientales por accidentes
- Programa de protección de fauna acuática

Finalmente en este capítulo se indican los indicadores de Monitoreo y Vigilancia que aplicarán durante el desarrollo del proyecto y los procedimientos de esta actividad.

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES

Finalmente en la MIA-R como parte del Capítulo VII describen los escenarios esperados del proyecto considerando el escenario actual y las tendencias ambientales, el escenario del proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y con las medidas de mitigación, considerando cada factor o componente ambiental

Como pronóstico, se señala que con el desarrollo del proyecto y el acompañamiento de las medidas de mitigación se podrá mantener controlado cualquier impacto asociado o atribuible a las actividades de dragado o de vertimiento de dragados.

Existen como se ha mostrado a lo largo de la MIA -R un conjunto de ordenamientos jurídicos que están orientados a que las embarcaciones disminuyan los efectos sobre el medio ambiente, mimos que pueden ser documentados en todo momento, de esta forma no existe duda alguna de que los impactos potenciales serán disminuidos, t que se podrá lograr la trazabilidad del origen y destino de los posible impactos como son los relacionados con las emisiones atmosféricas, la generación de residuos sólidos y aguas residuales.

Para el caso de los efectos ecosistémicos, es preciso mencionar que los mismos dragados son necesarios para mantener desazolvado y canal asi como liberarlo de la acumulación de sustancias que se pueden verterse sobre el Rio Tuxpan, que se producen aguas arriba y que son descargadas al Rio Tuxpan por la falta de sistemas apropiados de manejo de residuos y de aguas

residuales además que se asocian a los procesos erosivos del suelo -cada vez más crecientes por los cambios de uso de suelo y las pérdidas de cubiertas forestales, que incluso podrían verse incrementados por los aumentos de inundación relacionados con los efectos del cambio climático.

El pronóstico a partir de los dragados en el Rio Tuxpán, es que se favorecerán no solo a la operación e incluso el incrementó del ingreso de embarcaciones al puerto de Tuxpan manteniendo o permitiendo el logro de los objetivos que se persiguen en el plan de desarrollo del Puerto Tuxpan, si no también se logrará el saneamiento de la columna de agua y sedimentos, logrando mantener los procesos ecológicos del Rio Tuxpan..

Cabe mencionar que los dragados se realizan de manera constante sobre el Canal del Rio Tuxpan, y hasta ahora no se han generado impactos significativos, sobre sus componentes ambientales o los sitios frágiles o sensibles como es el caso de los Humedales y Manglares de Tuxpan o sobre los arrecifes de coral del Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan.

Se puede afirmar que con el seguimiento cuidadoso de las medidas propuestas es factible tener un banco de información que permitirá a las áreas de ecología del Puerto Tuxpan emitir reportes de efectividad de las medida y tomar las mejores decisiones asi como demostrar que se atienden de manera pormenorizada las posibles fuentes de impacto ambiental y el pronóstico es que no se ocasionaran impactos significativos por el desarrollo del proyecto.

La ASIPONA Tuxpan requiere se realice en dragado sobre el canal ya que el mismo presenta azolves constantes, y si bien en este momento se mantiene la profundidad deseable en el canal exterior e interior, no se descarta la posibilidad de que las inundaciones cada vez más creciente por el aumento del nivel del mar y de las inundaciones constantes del Rio Tuxpán puedan impedir la operación óptima del Canal del Puerto Tuxpan, de esta forma no existe alternativa para los trabajos de dragado, aunque se han considerado el uso de embarcaciones de última generación capaces de succionar sedimentos y verterlos con les mejores técnicas posibles y equipos modernos que disminuirán los impactos ambientales.

VII.1 CONCLUSIONES.

El análisis integrado de los componentes físico, biótico y socioeconómico del Sistema Ambiental Regional (SAR) permite reconocer **tendencias convergentes de deterioro ambiental y funcional** bajo un escenario sin intervención, frente a la posibilidad de mantener o mejorar las condiciones ambientales mediante la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación definidas en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Escenario sin intervención. De mantenerse la situación actual sin ejecutar los dragados de mantenimiento y sin programas de restauración y vigilancia ambiental, el SAR evolucionaría hacia un escenario de degradación progresiva caracterizado por:

- Colmatación acelerada de canales y dársenas, reduciendo la capacidad hidráulica del sistema fluvial y aumentando el riesgo de inundaciones en zonas urbanas ribereñas.

- Disminución de la calidad del agua y pérdida de productividad primaria, con efectos acumulativos sobre la cadena trófica y las comunidades bentónicas.
- Simplificación ecológica por pérdida de hábitats marinos y estuarinos, afectando especies clave como cocodrilos, delfines y tortugas marinas.
- Debilitamiento de la estructura socioeconómica local, asociado a menor operatividad portuaria, pérdida de empleos y deterioro de la percepción ambiental.
- Aumento de la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos, con impactos tanto ecológicos como sociales.

En términos funcionales, este escenario sin dragado representaría un **retroceso en la capacidad de resiliencia** del SAR y en el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad del Plan Nacional de Desarrollo (PND 2024–2030) y del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tuxpan (POER-CRT).

Escenario con medidas de manejo ambiental. En contraste, la aplicación de las medidas establecidas en el Capítulo VI permitiría configurar un escenario deseable y de transición hacia la sostenibilidad, donde los procesos de dragado, vertimiento y restauración se integran bajo un esquema de gestión adaptativa.

Este enfoque favorecería:

- La recuperación de la capacidad hidráulica y ecológica del sistema fluvial-marino.
- La restitución de la productividad primaria y la recolonización bentónica en los sitios de vertimiento.
- La protección activa de especies de interés ecológico, a través de monitoreo, rescate y zonas de exclusión.
- La sinergia entre sostenibilidad ambiental y desarrollo portuario, fortaleciendo la economía local y la gobernanza ambiental.

El SAR, bajo este enfoque, pasaría de un sistema reactivo y degradado a un sistema resiliente, con capacidad de mantener sus funciones ecosistémicas frente a la presión antrópica y climática.

CUADRO 4CORRELACIÓN ENTRE IMPACTOS, RESILIENCIA Y VULNERABILIDAD DEL SAR (2026–2036)

Componente ambiental	Tendencia sin intervención	Resiliencia esperada con medidas	Nivel de vulnerabilidad 2026–2036	Indicadores clave de seguimiento
Agua superficial y marina	Aumento de SST y turbidez, pérdida de oxigenación.	Recuperación de transparencia y mejora del oxígeno disuelto.	Alta (urbano-ribereño).	SST (mg/L), OD (mg/L), turbidez (UNT).
Sedimentos y morfología fluvial	Colmatación y erosión de márgenes.	Equilibrio hidromorfológico mediante dragado controlado.	Alta.	Tasa de sedimentación (cm/año).
Atmósfera local	Incremento de PM_{10} y NO_x por maquinaria.	Reducción de emisiones con mantenimiento y combustibles limpios.	Media.	PM_{10} (µg/m³), consumo de diésel (L/h).

Fauna acuática y bentónica	Pérdida de hábitats y desplazamiento.	Recolonización post-dragado y zonas de exclusión ecológica.	Alta.	Riqueza específica (sp./m^2), cobertura coralina (%).
Productividad primaria	Disminución por turbidez y anoxia.	Estabilización y recuperación del índice trófico.	Alta.	Biomasa fitoplanctónica (mg/m^3).
Socioeconomía portuaria	Reducción de operatividad y empleos.	Incremento de eficiencia portuaria y empleos verdes.	Media.	Calado operativo (m), empleos directos generados.
Gestión institucional	Falta de coordinación interinstitucional.	Sistema de gestión ambiental integral (SGA) operativo.	Media.	Cumplimiento de programas y reportes ambientales.

El análisis prospectivo evidencia que el futuro ambiental del SAR del Puerto de Tuxpan dependerá de la aplicación o no de estrategias sostenidas de dragado ambiental, restauración de hábitats y gestión participativa. El escenario con medidas se alinea con una trayectoria de equilibrio adaptativo, en la que el medio físico mantiene su funcionalidad hidráulica, el medio biótico recupera su diversidad y productividad, y el medio socioeconómico consolida su capacidad de resiliencia y bienestar.