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

SECRETARIA DE MARINA

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

PRESENTA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

CAPÍTULO I

[redacted]

Contenido

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

I.1 PROYECTO I-1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO I-1
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO I-1
I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO I-3
I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL I-3

I.2 PROMOVENTE I-4
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL I-4
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE I-4
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL I-4
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL I-4

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL I-5
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL I-5
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE I-5
I.3.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO I-5

Cuadros

Cuadro I-1 Coordenadas extremas de los sitios de dragado y vertimiento del proyecto.. I-1
Cuadro I-2Ubicación de los muelles que se dragarán I-1
Cuadro I-3 Coordenadas del Muelle 3 y su Dársena de Operaciones I-2

Mapas

Mapa I-1Ubicación global del proyecto I-3

I Datos generales del Proyecto, del Promovente y del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

"Dragado de Mantenimiento del Canal Interior, Exterior, Dársena de Ciaboga y Dársena de Maniobras en el Puerto De Tuxpan, Veracruz, México".

I.1.2 Ubicación del proyecto

Por la natutaleza del proyecto, el mismo comprende dos ubicaciones principales, que corresponden a. 1) Las áreas de dragado de mantenimiento en el Canal de Tuxpan y 2) Los dos sitios de vertimiento de tiro, tal como se ilustran en el Mapa I-1, cuyas coordenadas extremas están indicadas el Cuadro I-1. Asimismo, como parte de la envolvente de los dragados, se incluyen los trabajos de desazolve para 37 muelles del puerto de Tuxpan, cuya ubicación se indica en el Cuadro I-2. Cabe decir que se aprovechará para llevar a cabo la construcción del Muelle Tres y su dárdena de operaciones (Ver coordenadas del Cuadro I-3).

Cuadro I-1 Coordenadas extremas de los sitios de dragado y vertimiento del proyecto

Obra	Coordenadas de Inicio		Coordenadas Fin	
	X	Y	X	Y
Dragado de Construcción	671010.4732	2317070.4926	666335.2764	2317268.9305
Dragado de Mantenimiento	666335.2764	2317268.9305	674879.2185	2319244.3136
Sitio de Vertimiento 1	688099.6717	2315947.9214	6880099.6717	2315021.9214
Sitio de Vertimiento 2	686746.7096	2312461.3832	686746.7096	2311535.3822
Construcción del Muelle Tres	672153.8895	2317773.3107	672320.1267	2317933.9642

Cuadro I-2Ubicación de los muelles que se dragarán

ID	Nombre	CLAVE	X	Y	Ubicación
1	Celasa	OA1	666742.464	2316986.02	Fuera del Canal
2	De Suministros Marinos	OA13	668884.006	2316304.99	Fuera del Canal
3	Desagües Metálicos Y Relaminares	OA15	669141.181	2316173.22	Fuera del Canal
4	Pemex Exploración Y Producción	OA23	670398.484	2316600.26	Fuera del Canal
5	Duque	OA24	670573.109	2316690.75	Fuera del Canal
6	Etileno Api De Tuxpan	OA25	670711.222	2316781.24	Fuera del Canal
7	Terminales Maritimas Transumisa	OA28	671643.086	2317303.53	Dentro del Canal
8	Fiscal	OA29	671883.196	2317506.73	Dentro del Canal
9	Duque Api De Tuxpan	OA30	672049.884	2317649.6	Dentro del Canal
10	Terminal Portuaria De Tuxpan S.A De C.V.	OA31	672113.384	2317725.01	Fuera del Canal
11	De Usos Multiples Proyecto	OA32	672246.999	2317858.62	Dentro del Canal
12	De Granelera Internacional	OA33	672395.166	2317997.53	Dentro del Canal
13	Ctt	OA34	672575.083	2318116.59	Dentro del Canal
14	De Termigas	OA35	672766.906	2318231.69	Fuera del Canal
15	"Tuxpan Port Terminal"	OA39	673826.565	2318705.29	Fuera del Canal

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

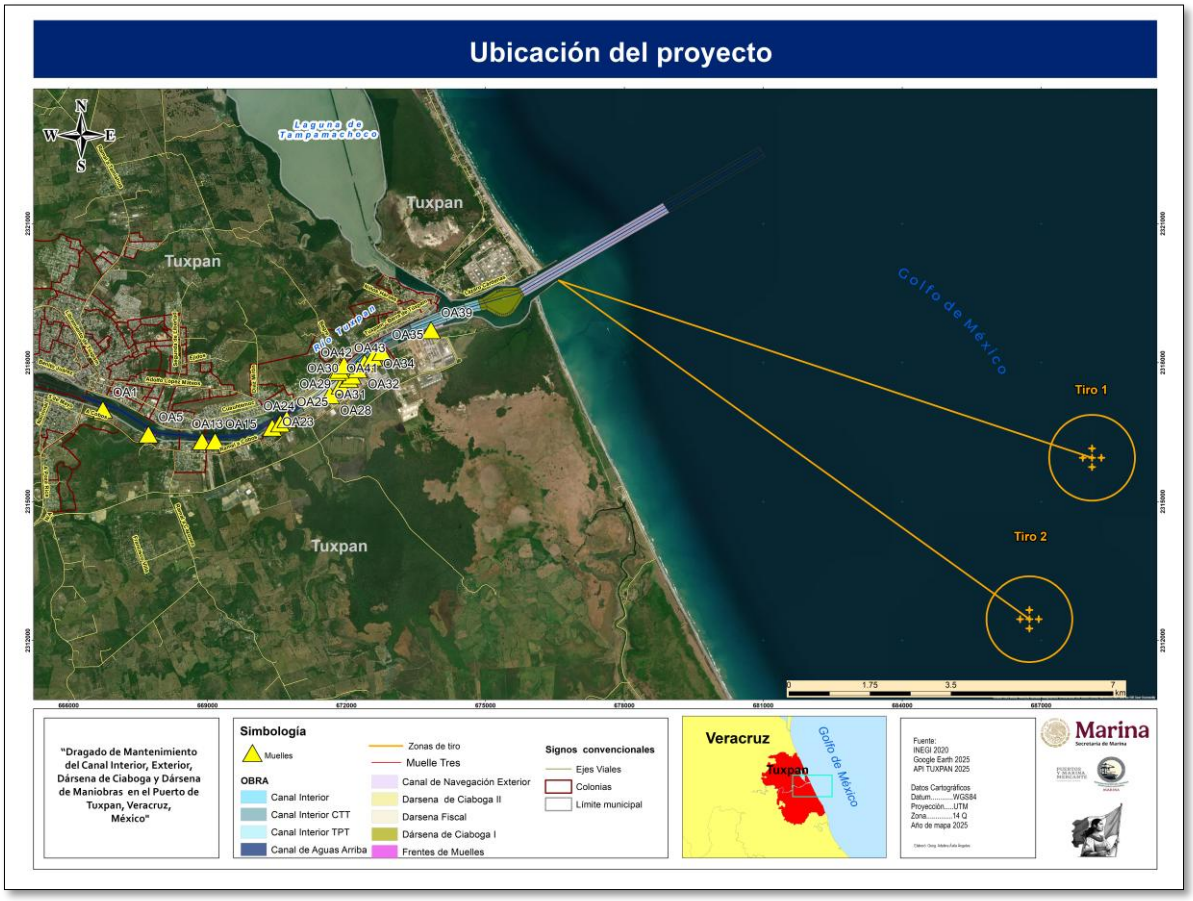
ID	Nombre	CLAVE	X	Y	Ubicación
16	De Capitania	OA40	671614.247	2317676.59	Fuera del Canal
17	De Dragas Api Tuxpan	OA41	671783.58	2317799.62	Fuera del Canal
18	Ii Secretaria De Marina	OA42	671851.049	2317847.25	Fuera del Canal
19	I Secretaria De Marina	OA43	671952.914	2317938.53	Fuera del Canal

CUADRO I-3 COORDENADAS DEL MUELLE 3 Y SU DÁRSENA DE OPERACIONES

V	X	Y
1	672312.3023	2317941.194
2	672146.8254	2317781.349
3	672164.223	2317763.528
4	672329.7434	2317923.379

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

MAPA I-1UBICACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO



La zona de dragado corresponde al Canal de Navegación dentro del Río Tuxpán, mismo que forma parte del Puerto Tuxpan, Veracruz; mientras que los vertimientos se ubican en la zona marina ubicados a 6.5 y 6l7 millas náuticas a partir de límite del Canal exterior del citado canal de navegación.

I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Para el desarrollo de las actividades de dragado del Canal del Puerto de Tuxpan, se está requiriendo un permiso de 10 años, mientras que para el desarrollo del Muelle Tres, se requiere de un plazo de un año para su construcción, y se estima una vida útil de 20 años para su operación y mantenimiento.

I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

En el anexo legal de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), se adjunta copia simple del Acta Constitutiva de la Administración

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Portuaria Integral de Tuxpan, Sociedad Anónima de Capital Variable, mediante la Escritura Pública **Treinta y un mil ciento cincuenta y siete de fecha 22 de julio de 1994,** celebrada ante la fe del Licenciado Jorge Antonio Sánchez Cordero Dávila, Notario Ciento cincuenta y tres del Distrito Federal y del patrimonio del inmueble federal.

También se agrega copia simple del instrumento notarial con número 12376001 celebrada en el año 2025 ante la fe del Licenciado Carlos Alberto Blanco Oloarte Notario Público No 10 de la Sexta Demarcación Notarial en la Ciudad de Tuxpan de Rodríguez Cano, Estado de Veracruz, donde se protocoliza el acuerdo tomado en el acta de la CA-CLIV-2025 centésima quincuagésima cuarta sesión extraordinaria del Consejo de Administración de la persona moral denominada Administración Portuaria Integral de Tuxpan, Sociedad Anónima de Capital Variable, celebrada el diecinueve de mayo del dos mil veinticinco, y se le confiere al **Ing. Raúl Alberto Paredes Hernández el cargo de Director General de la Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) Tuxpan Sociedad Civil de Capital Variable.** Asimismo, se encuentra adjunta la copia de su identificación oficial que en este caso corresponde a la Credencial emitida por el Instituto Nacional Electoral con el número **IDMEX2569966575**.

I.2 PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN SA DE CV

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE

[redacted]

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

RAÚL ALBERTO PAREDES HERNÁNDEZ
DIRECTOR GENERAL ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL (ASIPONA) TUXPAN.

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL

[redacted]

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

[redacted]

I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o Razón Social

Society & Nature Consultancy S.C.

Responsables técnicos

M. en C. Elizabeth Villalobos Flores

[redacted]

I.3.2 Registro Federal del Contribuyente

[redacted]

I.3.3 Dirección del Responsable Técnico del Estudio

[redacted]

[redacted]

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

SECRETARIA DE MARINA

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

PRESENTA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

CAPÍTULO II

Contenido

II Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo II-1

II.1 Información General del Proyecto II-1

II.1.1 Naturaleza del proyecto II-2

II.1.2 Justificación II-1

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto II-2

II.1.3.1 Superficie total requerida II-14

II.1.3.2 Superficie total a afectar II-15

II.1.4 Inversión requerida II-16

II.2 Características particulares del proyecto II-16

II.2.1 Programa de trabajo II-18

II.2.1.1.1 Diagrama de Flujo II-19

II.2.1.1.2 Cronograma de Trabajo II-19

II.2.2 Representación Gráfica Regional II-21

II.2.3 Representación Gráfica Local II-22

II.2.3.1 Características generales de construcción del proyecto II-26

II.2.3.1.1 Canal de Acceso o canal exterior II-27

II.2.3.1.1 Dársena de Ciaboga I II-29

II.2.3.1.2 Canal interior TPT II-30

II.2.3.1.3 Canal Interior Compañía Terminal de Tuxpan CTT II-31

II.2.3.1.4 Canal Interior II-32

II.2.3.1.5 Dársena Fiscal II-33

II.2.3.1.6 Dársena de ciaboga II II-34

II.2.3.1.7 Canal Aguas Arriba II-35

II.2.3.1.8 Sitios de Vertimiento I y II II-37

II.2.3.1.1 Dragado de 19 frentes de Muelles II-39

II.2.3.1.1 Muelle Tres y Dársena Operativa II-45

II.2.3.2 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias II-46

II.2.3.3 Descripción de los servicios requeridos II-48

II.2.3.3.1 Servicios para los dragados de mantenimiento II-48

II.2.3.3.2 Servicios para la Construcción de Muelle Tres y Dársena Operativa II-50

II.2.3.3.3 Suministro de agua potable II-50

II.2.3.3.4 Suministro de agua para la construcción II-50

II.2.3.3.5 Abasto de diésel y gasolina para el funcionamiento de las dragas II-50

II.2.3.3.6 Suministro de víveres II-51

II.2.3.3.7 Suministro de sanitarios II-51

II.2.3.3.8 Habitaciones para alojar a los trabajadores II-52

II.2.3.3.9 Oficinas con servicio de teléfono y energía eléctrica II-52

II.2.3.3.10 Servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos II-52

II.2.3.3.1 Maquinaria y equipo II-53

II.2.4 Preparación del sitio y construcción II-55

II.2.4.1 Para los dragados de mantenimiento del canal y frentes de muelles II-55

II.2.4.2 Para la construcción de Muelle Tres y su Dársena de Operación II-56

II.2.4.2.1 Realineación del canal de navegación y tablestacado secundario de refuerzo. 62

II.2.5 Operación y Mantenimiento II-67

Geyser 28 [redacted] 8,
evillalobos5@me.com,

II.2.5.1 Para los dragados II-67
II.2.5.2 Para la construcción y operación de los muelles II-69
II.2.5.3 Residuos II-70
II.2.5.3.1 Residuos Urbanos II-70
II.2.5.3.2 Residuos Peligrosos II-70
II.2.5.3.3 Emisiones a la atmósfera II-70
II.2.5.3.4 Ruido II-71

Cuadros

Cuadro II-1 autorizaciones previas emitidas por SEMARNAT relacionadas al proyecto ...II-3
Cuadro II-2 Relación de las cantidades de dragados a la fecha por ASIPONA.....II-1
Cuadro II-3 Coordenadas de ubicación de los cadenamientos del Canal Tuxpán II-3
Cuadro II-4 Coordenadas extremas de ubicación de los 19 muelles que serán dragados II-6
Cuadro II-5 Muelles existentes en el Canal de Navegación..... II-9
Cuadro II-6 Coordenadas de ubicación del Muelle Tres.....II-12
Cuadro II-7 Coordenadas de ubicación del Muelle Tres y su Dársena de Operaciones .II-13
Cuadro II-8 Coordenadas UTM Datum WGS84 de las zonas de vertimiento I y II II-14
Cuadro II-9 Superficie de los componentes del proyecto.....II-15
Cuadro II-10 Resumen de las áreas que resultarán Dragadas y las que serán intervenidas por los vertidos II-15
Cuadro II-11 Volumen de materiales que se extraerá para el desarrollo del proyecto.....II-17
Cuadro II-12 Cronograma de trabajo de dragados anual durante los próximos 10 años... II-20
Cuadro II-13Cronograma de trabajos de construcción del Muelle Tres II-20
Cuadro II-14 Dimensiones (longitud, calado y profundidad) de las secciones donde se realizarán las actividades y obras para el desarrollo del proyecto.....II-26
Cuadro II-15 Servicios que se pueden encontrar en el puerto Tuxpán II-46
Cuadro II-16 Dimensiones del dragado para el desarrollo del Muelle.....II-56
Cuadro II-17 *Características de las balizas de situación.* 60
Cuadro II-18 Reorientación de las balizas de enfilación. 61
Cuadro II-19 Estaciones y volúmenes de relleno y dragado..... 61
Cuadro II-20 Características de la tablestaca de estabilización en condiciones dinámicas. II-67
Cuadro II-21 Emisiones atmosféricas esperadas. II-71

Ilustraciones

Ilustración II-1 Corte transversal del Muelle Tres II-13
Ilustración II-2 Diagrama de flujo de las actividades previstas para el desarrollo del proyecto.....II-19
Ilustración II-3 Larguillos-Batimetría del Canal de Acceso por tramos II-28
Ilustración II-4 Instalaciones y Batimetría de la Dársena de Ciaboga I del 0+000 al 0+954 .....II-30
Ilustración II-5Batimetría del Canal de Interior PTP del 0+954 al 2+515.....II-31
Ilustración II-6Instalaciones y batimetría del Canal Interior CTT del cadenamiento 2+515 al 3+733 .....II-32

Geyser 28 [redacted] 8,
evillalobos5@me.com,

Ilustración II-7 Instalaciones y Batimetría del Canal Interior del cadenamiento 3+733 al 4+290 ..... II-33
Ilustración II-8 Instalaciones y Batimetría de la Dársena Fiscal II-34
Ilustración II-9 Batimetría de la Dársena de Ciaboga II del cadenamiento 5+010 al 5+431 ..... II-35
Ilustración II-10 Larguillo por el Canal Aguas Arriba 5+431 al 10+500 ..... II-36
Ilustración II-11 Batimetría de los sitios de tiro II-38
Ilustración II-12Ubicación del Muelle Celasa II-39
Ilustración II-13Ubicación del Muelle Andino II-40
Ilustración II-14 Ubicación de los muelles Suministros marinos y de desagües metálicos y preliminares. II-40
Ilustración II-15Ubicación de los muelles; PEMEX, Duque, y Etileno API Tuxpan II-41
Ilustración II-16Ubicación de Muelle terminales Marítimas Transumisa y Muelle Fiscal ... II-41
Ilustración II-17Ubicación del Muelle Duque API Tuxpan, Terminal Portuaria de Tuxpan y Muelle de Usos Múltiples de varios Proyectos. II-42
II-18Ubicación del muelle Granelera Internacional y CTT II-42
Ilustración II-19Ubicación de Muelles Termigas II-43
Ilustración II-20Ubicación de "Tuxpan Port Terminal" II-43
Ilustración II-21Ubicación de los Muelles Dragas API Tuxpan, I Secretarias de Marina y II Secretaria de Marina II-44
Ilustración II-23Ubicación del Muelle Tres II-45
Ilustración II-24 Fotografía del tipo de embarcaciones dragas tolva que se pretende utilizar II-48
Ilustración II-25 Esquema de las dragas de autopropulsión II-49
Ilustración II-26 Diagrama de una Draga de Tolva Autopropulsada con cortador II-53
Ilustración II-27 áreas que constituirán el Muelle Tres y la Dársena Operativa II-57
Ilustración II-28 estructuras que integrarán al Muelle Tres II-58
Ilustración II-29 Corte transversal del tablaestacado II-59
Ilustración II-30 Corte perpendicular del muelle tres con su tabla estacado 60
Ilustración II-31Ruta del canal de navegación actual 63
Ilustración II-32 Orientación proyectada del canal de navegación. 65
Ilustración II-33 Análisis de Estabilidad de Taludes (actuales). II-66
Ilustración II-34 Análisis Estático de Estabilidad de Taludes, una vez efectuado el proyecto. II-66
Ilustración II-35Análisis Dinámico de Estabilidad de Taludes, una vez efectuado el proyecto. II-67
Ilustración II-36 Proceso de trabajo de dragados II-68

Mapas

Mapa II-1 Larguillos donde se muestran los detalles de los cadenamientos de las áreas que se dragarán incluyendo las tres dársenas II-7
Mapa II-2 Ubicación de los 19 muelles II-11
Mapa II-3 Mapa de ubicación del muelle Tres UTM en zona 14 con datum WGS84 ..... II-12
Mapa II-4 Ubicación de los dos sitios de tiro II-14

Geyser 28 [redacted] 8,
evillalobos5@me.com,

Mapa II-5 Ubicación del Canal Tuxpán y los sitios de vertimiento.....II-21
Mapa II-6 Secciones que forman parte de las obras y actividades que se realizaran en el Canal del Puerto Tuxpán II-22
Mapa II-7 Ubicación del Muelle Tres y su Dársena de Operación II-23
Mapa II-8 Ubicación del sitio de tiro I II-24
MAPA II-9 UBICACIÓN DEL SITIO DE TIRO.....II-25
Mapa II-10 de batimetría donde se indican las profundidades que se alcanzarán por el proyecto.....II-26
Mapa II-11 Mapa de los 19 frentes de muelle.....II-27

Geyser 28 [redacted] 0,
evillalobos5@me.com,

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

II.1 INFORMACIÓN GENERAL 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 Tuxpan de Rodríguez, Veracruz, consiste principalmente en la realización de desazolves mediante dragados que se requerirán en los próximos 10 años, mismos que permitirán mantener la profundidad del Canal de Tuxpan desde el canal exterior en sus diferentes secciones (canal de acceso, canal interior, y dársenas) así como en los fondos 19 de los frentes de muelles que se conectan con el Canal de Tuxpan tal como se indicó en el Cuadro I-1 del capítulo I de esta MIA-R. Además, incluye la construcción y operación de **Muelle Tres**.

Las actividades de dragado servirán para asegurar la navegación de embarcaciones de alto calado y optimizar costos de transporte, lo que permitirá contar con capacidad hidráulica suficiente de navegación en Canal del río Tuxpan, y permitirá prevenir futuras inundaciones que se pueden derivar de eventos meteorológicos extremos tales como periodos de retorno de lluvias extremas.

El producto del dragado del canal de Tuxpan y de los 19 muelles, así como los necesarios para la construcción del Muelle Tres, se pretenden verter sobre dos sitios ubicados en mar abierto a una distancia de 6.41 y 6.73 millas náuticas a partir del límite del Canal Exterior del Puerto Tuxpán.

El proyecto que promueve la APITUX S.A. de C.V., tiene como los siguientes propósitos

- Obtener **una nueva autorización para los próximos 10 años**, en que la ASIPONA requerirá hacerle frente al azolve de diferentes puntos del Canal de Tuxpan y sus 19 muelles, toda vez que la vigencia de la autorización emitida por la SEMARNAT con el número DGPA/DGIRA/DG/07493 de fecha 28 de octubre de 2015 -según su Término Segundo- está a punto de vencer,
- Se pretende obtener **una nueva autorización para la construcción del Muelle Tres - obra previamente autorizada**, como parte de una modificación al proyecto "Dragado de construcción, mantenimiento y/o profundización del canal de navegación interior, exterior, dársena de ciaboga y dársena de maniobras en muelles; en el puerto de Tuxpan, Veracruz, México", emitida por el oficio DGPA/DGIRA/DG/01380 de fecha 27 de febrero de 2018, misma que no ha sido ejecutada y que al estar relacionada con el oficio DGPA/DGIRA/DG/07493 de fecha 28 de octubre de 2015, perderá su vigencia en el mes de octubre de 2025.
- Garantizar la navegabilidad de 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



- Reducir costos de tiempos de recorrido fluvial.
- Fomentar el desarrollo comercial del Puerto de Tuxpan en la captación de nuevas empresas que busquen instalarse en el recinto portuario, producto de la eficiencia y productividad operativa.
- Mantener la infraestructura portuaria actual mediante la conservación del calado.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El "**DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL INTERIOR, EXTERIOR, DÁRSENA DE CIABOGA Y DÁRSENA DE MANIOBRAS EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, MÉXICO",** -en adelante el proyecto-, corresponde a una actividad del sector hidráulico específicamente al subsector infraestructura portuaria, concretamente se busca **el mejoramiento de la infraestructura del Puerto Tuxpan a través de la extracción de material que causa el azolve del canal de navegación y asegurar que la profundidad y ancho de plantilla lo que facilitará la navegación sobre el canal y la operación de las de embarcaciones en los 19 muelles,** generando el concepto de puerto logístico.

El desarrollo del proyecto, garantizará la eficiencia técnica de las operaciones logísticas portuarias y con progreso tecnológico. Asimismo, el desarrollo de la infraestructura podrá aumentar la competitividad y enfrentar uno de los mayores retos del Puerto Tuxpán, que es lograr una eficiente conectividad marítima mediante la operación de líneas de servicio regular que lo enlacen con otros puertos en rutas de comercio internacional (García, 20211), lo que contribuirá a fortalecer y aumentar la actividad portuaria e incrementar la internacionalización, aumentando su Rankin entre los puertos mexicanos.

Uno de los principales problemas que enfrenta la ASIPONA TUX, es sobre el canal de navegación y las dársenas de operación de sus muelles, debido al azolve constante que produce la reducción de la profundidad (sobre todo en las épocas de lluvia, cuando se reciben altas cantidades de terrígenos procedentes de aguas arriba del Rio Tuxpan, como se puede ver en los planos batimétricos del anexo del "Planos del Proyecto" en Capítulo VIII), lo que en caso de no atenderse podría ocasionar serias dificultades en las actividades de navegación y comerciales que sr realizan en este Puerto, así los dragados de mantenimiento constantes en los siguientes 10 años asegurarán la navegación de embarcaciones con calados de 8 a 14 m en el canal de Tuxpan, como lo ha reportado Melchor y Chagoya, 2016[2].

Por lo antes dicho la ASIPONA Tuxpán, requiere contar con una autorización de impacto ambiental para las actividades de dragado para un plazo de 10 años y un volumen de 10 millones de metros cúbicos, que permitan los dragados de manera permanente. Para el caso del desarrollo del Muelle Tres y su dársena de operaciones, se precisa un año para su construcción y 20 años para su operación.

---

[1] *García González Felipe de Jesús, 2021, Análisis de los factores de competitivdad portuaria en la toma de decisiones para el mejoramiento de los puertos marítimos mexicanos de Lázaro Cárdenas, Michoacán y Tuxpan, Veracruz. Tesis Doctor en Filosofía con Orientación en Relaciones Internacionales, Negocios y Diplomacia. Universidad Autónoma De Nuevo León Facultad De Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales.*

2 Melchor Marroquí José Isidro y Chagoya Fuentes Jorge Luís, 2016. Diagnóstico de la Erosión Hídrica en la Cuenca del Río Tuxpan, Veracruz, México, Aqua-LAC - Vol. 8 - Nº 2 - Set. 2016. pp. 25 - 35

Se estima que los dragados anuales implicarán la extracción de un millón de m^3 en promedio de materiales producto de dragado, y que, de esta forma, se conducirán de manera anual esas cantidades sobre los dos sitios de vertimiento.

Es necesario mencionar, que el proyecto que se somete a la evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT, cuenta con antecedentes legales en materia de impacto ambiental, ya que es una actividad que se ha realizado constantemente para asegurar las operaciones de navegación del Puerto de Tuxpan, las autorizaciones se resumen en el Cuadro II-1.

CUADRO II-1 AUTORIZACIONES PREVIAS EMITIDAS POR SEMARNAT RELACIONADAS AL PROYECTO

Oficio	Descripción de la Autorización	Vigencia
SGPA/DGIRA/DG. -07493 de fecha 28 de octubre de 2015	Autorización de la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto "**Dragado de construcción, mantenimiento y/o profundización del canal de navegación interior, exterior, dársena de ciaboga y dársena de maniobras en muelles; en el puerto de Tuxpan, Veracruz, México**", promovido por la entonces Administración Portuaria Integral de Tuxpan, S.A. de C.V. ahora Administración del Sistema Portuario Nacional Tuxpan (ASIPONA TUX). Donde se autorizó · • Dragado de profundización del canal de acceso. • Dragado de profundización de la dársena natural (seno de escolleras). • Dragado de profundización del canal interior. • Dragado de mantenimiento y construcción (profundización), del río Tuxpan para la operación del Puerto de Tuxpan. • El volumen de extracción autorizado corresponde a 10 millones de m^3.	Diez (10) años para llevar a cabo las obras y actividades del proyecto (primer periodo de construcción del 2015-2016 y mantenimiento de profundización correspondiente al periodo 2017-2024)
SGPA/DGIRA/DG. -09698 de fecha 15 de diciembre de 2016	Por este oficio y acorde a lo indicado en el párrafo segundo se indicó al entonces APITUX ahora ASIPONA TUX, sobre la integración al expediente en materia de impacto ambiental "Dragado de construcción, mantenimiento y/o profundización del canal de navegación interior, exterior, dársena de ciaboga y dársena de maniobras en muelles; en el puerto de Tuxpan, Veracruz, México" sobre el cumplimiento de la condicionante 7 relativa a los sitios de tiro para el vertimiento de 10'000,000.00 de m^3.	**No se cambió vigencia Fue cumplimiento de la condicionante 7.**
SGPA/DGIRA/DG. -04167 de fecha 12 de junio de 2017	En el término segundo del oficio, se autorizó la modificación de la autorización emitida por oficio SGPA/DGIRA/DG. -07493 de fecha 28 de octubre de 2015, señalando que el Dragado de construcción, mantenimiento y/o profundización del canal de navegación interior, exterior, dársena de ciaboga y dársena de maniobras en muelles; en el puerto de Tuxpan, Veracruz, México" ES PROCEDENTE, conforme a lo siguiente (sic). Conforme a las modificaciones se redujo la superficie de dragado y el volumen de materiales producto de esa actividad. Dragado de Profundización del Cana de Acceso Previamente autorizado: Superficie — Volumen (m3) Modificación autorizada: Superficie (Ha) — Volumen (m^3)	**No cambió la vigencia**. Diez (10) años para llevar a cabo las obras y actividades del proyecto (primer periodo de construcción del 2015-2016 y mantenimiento de profundización correspondiente

<table>
<tr><th>Oficio</th><th>Descripción de la Autorización</th><th>Vigencia</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>104-60-75-944</td><td>10’000,000.0</td><td>56-44-89-97</td><td>3’000,000.0</td></tr>
</table>
Dragado de Profundización Dársena
<table>
<tr><th colspan="5">Previamente autorizado</th><th colspan="5">Modificación autorizada</th></tr>
<tr><th>Long (m)</th><th>Ancho plantilla (m)</th><th>Prog. (m)</th><th>Superficie (Ha)</th><th>Vol. (Mm3)</th><th>Long (m)</th><th>Ancho plantilla (m)</th><th>Prog. (m)</th><th>Superficie (Ha)</th><th>Vol. (Mm3)</th></tr>
<tr><td>3.542</td><td>130</td><td>-15.30</td><td>33.4</td><td>3.8</td><td>3542</td><td>130</td><td>-15.3</td><td>33.4</td><td>0</td></tr>
</table>
Dragado de profundización canal interior
<table>
<tr><th colspan="5">Previamente autorizado</th><th colspan="5">Modificación autorizada</th></tr>
<tr><th>Long (m)</th><th>Ancho plantilla (m)</th><th>Prog. (m)</th><th>Superficie (Ha)</th><th>Vol. (m3)</th><th>Long (m)</th><th>Ancho plantilla (m)</th><th>Prog. (m)</th><th>Superficie (Ha)</th><th>Vol. (m3)</th></tr>
<tr><td>1,350</td><td>100</td><td>-11.00</td><td>10.3</td><td>380</td><td>1,350</td><td>100</td><td>-14.8</td><td>10.3</td><td>546,000</td></tr>
</table>
Dragado de mantenimiento
<table>
<tr><th colspan="5">Previamente autorizado</th><th colspan="5">Modificación autorizada</th></tr>
<tr><th>Long (m)</th><th>Ancho plantilla (m)</th><th>Prog. (m)</th><th>Superficie (Ha)</th><th>Vol. (m3)</th><th>Long (m)</th><th>Ancho plantilla (m)</th><th>Prog. (m)</th><th>Superficie (Ha)</th><th>Vol. (m3)</th></tr>
<tr><td>2929</td><td>100</td><td>-17.0</td><td>46.2</td><td>520,000</td><td>2929</td><td>100</td><td>-14.8</td><td>46.2</td><td>2,454</td></tr>
</table>
</td><td>al periodo 2017-2024)</td></tr>
<tr><td>SGPA/DGIRA/DG. -01380 de fecha 27 de febrero de 2018</td><td>En el Término segundo se informó a APITUX la autorización de la solicitud de modificación de la autorización emitida por oficio SGPA/DGIRA/DG. -07493 de fecha 28 de octubre de 2015, por un plazo de 10 años conforme a los numerales 3 y 13, cabe mencionar que en numeral 3 se encuentran descritas las modificaciones solicitadas (sic).

Numeral 3.
a) Construcción en la margen del R. Tuxpán de un muelle de 240 m de largo y 25 m de ancho (muelle tres) … con superficie de 5759 m2 (…), complementado con defensa pantalla y guarnición e implicará la construcción de un tablestacado a base de un muro combinado (…). La construcción del muelle (..) superficies ya impactadas por la construcción de dos duques de alba construidos antes de 1988 (..).

B) I) Relocalización de balizas existentes, II) Obras de dragado de un área de 230 m de longitud y 85, de ancho …para alcanzar 19,550.0 m^2 lo que generará un producto de dragado de 9,631.83 m^2, III.) Terminal de usos múltiples …en una superficie de 6,798.0 m^2.

C) Realineación del Canal. De navegación y colocación de tablaestacado para la ampliación de la dársena de ciaboga, consistente en: Modificar en 4 grados la orientación del eje del canal de navegación a partir del cadenamiento 2+550…, la modificación de 6 grados de dicho cadenamiento 3+310 y la modificación en 10 grados del eje del cadenamiento 4+000, con</td><td>No cambió la vigencia.

Diez (10) años para llevar a cabo las obras y actividades del proyecto (primer periodo de construcción del 2015-2016 y mantenimiento de profundización correspondiente al periodo 2017-2024)</td></tr>
</table>

Oficio	Descripción de la Autorización	Vigencia
	que se logra una ancho de dársena de 70 m …, -Colocación de tablaestacado a lo largo de 350 m a desplantar a -31.50mm en la parte baja y a -5.0 m en la parte superior en tierra en un área de aproximadamente 10 m de ancho …Una vez concluido el tableestacado, se realizará dragado de la dársena de Ciaboga para alcanzar 14 m en una superficie de 10 Ha, extrayendo un volumen de 300,000.0 m³. *b) La ampliación de la obra de dragado del canal interior de APITUX…las áreas del Puerto …están integradas por el canal de acceso principal y uno secundario, una dársena de Ciaboga y las dársenas operativas de cada uno de los muelles. El canal de acceso principal tiene 11.49 m de profundidad con respecto al NBM y una longitud de 2,400 m, el canal secundario tiene una profundidad de 10.67 m con respecto al NBM y longitud de5,000 m, este canal también tiene sección trapecial con taludes de 3:1 y 5:5 y 80 m de plantilla …y una darse a de ciaboga de 400 x 200 m. La ampliación consiste en llevar …dragados de construcción a lo largo de 5000 del canal secundario entre los cadenamientos 5+500 al 10+500 … para alcanzar profundidad de 11 m y remover 4'000,000.00 m3 en una superficie de 49.0865 Ha en un lapso de 10 años para garantizar la operación de la terminal sin labores de mantenimiento por 2 años.*	
SGPA/DGIRA/DG. -01380 de fecha 27 de febrero de 2018	En el oficio SGPA/DGIRA/DG. -01380 de fecha 27 de febrero de 2018 estableció **el acuerdo de autorizar la construcción de la obra denominada Muelle Tres** en la margen derecha del río Tuxpan, en una longitud de 240.0 m y ancho de 25 m en una superficie de 5,750.00 m2, en una zona previamente impactada. La obra referida fue solicitada por la entonces API como una modificación del proyecto" Dragado **de construcción, mantenimiento y/o profundización del canal de navegación interior, exterior, dársena de ciaboga y dársena de maniobras en el puerto de Tuxpan, Veracruz, México" mismo que fue autorizado" autorizada por el oficio** SGPA/DGIRA/DG. -07493 de fecha 28 de octubre de 2015, para realizarse dentro del plazo de los 10 años. Al momento de la elaboración de la presente MIA Regional no ha sido construida y el plazo de realización está cerca de cumplirse, es por ello que se adiciona esta obra como parte de las actividades de dragado.	**No cambió la vigencia**. Diez (10) años para llevar a cabo las obras y actividades del proyecto (primer periodo de construcción del 2015-2016 y mantenimiento de profundización correspondiente al periodo 2017-2024)
SGPA/DGIRA/DG. -09499 de fecha 12 de diciembre de 2018	En el Término segundo se informó a APITUX sobre la modificación a la autorización en materia de impacto ambiental a través del oficio SGPA/DGIRA/DG. -07493 de fecha 28 de octubre de 2015, específicamente se aprobó (sic) *a) La instalación de un tablestacado tipo combinado a lo largo de la cara frontal del muelle existente, para facilitar la profundidad del atracadero.* *b) La actualización del sistema de atraque del muelle mediante la modernización del sistema de atraque del muelle mediante la modernización del sistema de defensas e instalación de puntos de amarre de escape rápido para la sujeción segura de los buques y* *c) La instalación de un tablestacado en la margen izquierda del río, frente la ampliación de la dársena operativa del muelle para facilitar la profundización de la zona de pretendida ubicación.*	**No cambió la vigencia**. Diez (10) años para llevar a cabo las obras y actividades del proyecto (primer periodo de construcción del 2015-2016 y mantenimiento de profundización correspondiente al periodo 2017-2024)

Es preciso mencionar que la ASIPONA TUX, obtuvo un permiso de vertimiento por parte de la Secretaria de Marina por el oficio con número B.-375/2021, OP. - 062/2021. Exp.-45.17.- VA03/16-A; VP.03-04/18, VA.023-05/19.C; VA 004-03/21 D; emitido con fecha de 23 de marzo de 2021, con una vigencia de 4 años (del 15 de mayo de 2021 al 31 de octubre de 2025), aprobando el uso de dos sitios de tiro ubicados a 6.41 y 6.73 millas náuticas contadas a partir de las escolleras del Puerto de Tuxpán, para la disposición de 6'445,408.31 m^3 de material producto del Dragado de mantenimiento del canal de navegación interior, exterior, dársena de ciaboga y dársena de maniobras en muelles; en el puerto de Tuxpan, Veracruz, México".

Una vez obtenida la autorización de impacto ambiental por el dragado que implicará una extracción de 10 Mm^3, se realizarán las gestiones para obtener una ampliación de la cantidad que dispondrá en los dos sitios autorizados.

Es conveniente mencionar que a la fecha se han realizado dragados, considerando las autorizaciones obtenidas por la ASIPONA Tuxpan (se anexan informes de los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2021, 2023 y 2024 como evidencia), tal como se relaciona en el Cuadro II-2 y que dan cuenta de la extracción y disposición de un volumen de 6,117,439 m^3 de materiales dragados en el Canal de Tuxpan.



CUADRO II-2 RELACIÓN DE LAS CANTIDADES DE DRAGADOS A LA FECHA POR ASIPONA

Año	Oficio	Periodo	Zona de Tiro	Volumen en m3			Zona de Dragado	Volumen de Dragado anual (m3)
				Autorizado	Vertido	Pendiente por dragar		
2015		09 de febrero 2015	Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W	-	517,994	-		517,993.77
2016	APITUX-GOIN-0038/2017	30 de Nov de 2016 a 16 de Dic de 2016	Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W	10'000,000	550,615	9'449.385		550,615
2017	APITUX-GOIN-1623/2017	01 de agosto de 2017 a 30 de agosto de 2017	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	9'449,385m3	379,959.65	9'069,425.35		743,939
	APITUX-GOIN-2529/2017	01 de Dic de 2017 a 26 de Dic de 2017	Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W	9'069,425.35m3	363,979.24	8'705,446.11		
2018	Oficio Número B.-820/2018	14 de Mayo de 2018 a 14 de Mayo de 2019	**Zona de Tiro I** Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W **Zona de Tiro II** Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	8'705,446.11m3	-	-	Canal de Navegación Exterior Dársena de a Ciaboga Canal de Navegación interior TPT	1,105,436

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,



Año	Oficio	Periodo	Zona de Tiro	Volumen en m3			Zona de Dragado	Volumen de Dragado anual (m3)
				Autorizado	Vertido	Pendiente por dragar		
2018	APITUX-GOIN-830/2018	07 de Mayo de 2018 a 05 de Julio de 2018	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	8'705,446.11m3	900,000	7'805,446.11		
	APITUX-GOIN-2529/2018	10 de Nov de 2018 a 28 de Nov de 2018	Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W	7'805446.11	205,436.37	7'600,009.74		
2019	Oficio Número B.- 893/2019	08 de Mayo 2019 a 08 de Mayo 2021	**Zona de Tiro I** Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W **Zona de Tiro II** Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	7'966,489.74 m3	-	-	Canal de Navegación Interior Canal de Navegación Exterior Dársena de la Ciaboga Y Dársena de maniobras en muelles	847,494
	APITUX-GOIN-1144/2019	10 Mayo de 2019 a 30 de Mayo de 2019	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	7'966,489.74 m3	590,781.31	7'375,708.43		
	APITUX-GOIN-1317/2019	11 de Mayo de 2019 a 11 de Junio de 2019	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	7'375,708.43	256,713.12	7'118,995.31m3		

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,



Año	Oficio	Periodo	Zona de Tiro	Volumen en m3			Zona de Dragado	Volumen de Dragado anual (m3)
				Autorizado	Vertido	Pendiente por dragar		
2020	APITUX-GOIN-042/2020	16 de Dic de 2019 a 01 de Enero de 2020	Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W	7'118,995.31m3	98,636	7'020,359.31		673,587
	APITUX-GOIN-1469/2020	22 de Junio de 2019 a 31 de Julio de 2020	Lat. 20°54'10" N Y Long. 97°12'16.50"W	7'020,359.31	574,951	6'445,408.31		
2021		15 de Mayo 2021 a 31 de Octubre 2025	**Zona de Tiro I** Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W **Zona de Tiro II** Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	6'445,408.31m3	-	-	Plantilla del Canal Exterior, Dársena de Ciaboga II	805,960

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,



Año	Oficio	Periodo	Zona de Tiro	Volumen en m3			Zona de Dragado	Volumen de Dragado anual (m3)
				Autorizado	Vertido	Pendiente por dragar		
	APITUX-GOIN-188/2021	29 de Julio 2021 a 27 de Agosto 2021	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	6,445,408.31	305,918.40	6,139,489.91	Plantilla del Canal Exterior, Dársena de Ciaboga II, Canal Interior TPT, Canal Interior CTT, Canal y Dársena API	
	APITUX-GOIN-188/2021	27 de Septiembre 2021 a 16 de Octubre 2021	Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W	6,139,489.91	52,042.00	6,087,447.91	Veril Norte y Sur del Canal Exterior y Dársena de Ciaboga II	
	APITUX-GOIN-188/2021	20 de Diciembre 2021 a 28 de Febrero 2022	Lat. 20°56'2.86"N Y Long. 97°11'28.33"W	6,087,447.91	448,000.00	5,639,447.91	Plantilla del Canal Exterior	
2022	APITUX-GOIN-188/2021	20 de junio de 2022 a 25 de junio de 2022	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	5,639,447.91	40,000.00	5,599,447.91	Veril Norte y Sur del Canal Exterior	40,000
2023	APITUX-GOIN-olumnes 188/2021	15 DE JUNIO DE 2023 termino	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	5,599,447.91	453,740.00	5,145,707.91	Plantilla del Canal Exterior Dársena de Ciaboga II Canal y Dársena	453,740

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,



Año	Oficio	Periodo	Zona de Tiro	Volumen en m3			Zona de Dragado	Volumen de Dragado anual (m3)
				Autorizado	Vertido	Pendiente por dragar		
2024	APITUX-GOIN-188/2021	24 de junio de 2024 a 31 de julio de 2024	Lat. 20°54'10"N Y Long. 97°12'16.50"W	5,145,707.91	378,675.23	4,767,032.68	Canal de Navegación Exterior Dársena	378,675

Fuente. Reportes de dragados presentados por los prestadores de servicios de la ASIPONA Tuxpan (ver informes anexos en el capítulo VIII)

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,



II.1.2 **JUSTIFICACIÓN**

El Puerto Marítimo de Tuxpan se encuentra en las márgenes del Rio Pantepec Tuxpán, en Tuxpan Veracruz; corresponde a un puerto fluvial de tipo comercial multipropósito, especializado en el manejo de combustibles petrolíferos de importación, así como de granel agrícola y mineral, carga contenerizada, carga general y fluidos, destinados al centro del país. También es una plataforma de apoyo logístico a la industria petrolera offshore con 37 (19 de alto calado y 18 de bajo calado) terminales y patios de construcción y avituallamiento, donde operan al menos nueve líneas navieras (García, 2021 Op. Cit, SEMAR; 2023[3]), hasta 2019 este Puerto ocupaba el sitio 97 entre los 117 Puerto Mexicanos, este puerto, se vincula con otros puertos del mundo a través de líneas navieras tipo chárter para carga general, agrícola, mineral, otros fluidos y petróleo, como es el caso de la línea naviera CMACGM.

Actualmente el Puerto de Tuxpan, forma parte del principal clúster de puerto energéticos del país, cuenta con una estructura de negocios que comprende Carga Petrolífera y Carga Comercial (con seis líneas de negocio), que durante el 2021 movilizó un total de 12,875,517 toneladas que se distribuye en, a) Petróleo y derivados (Combustibles), b) Fluidos no petroleros, c) Granel agrícola, d) Carga en general, e) Carga contenerizada y f) Granel mineral. Corresponde al Puerto más cercano a la Ciudad de México, Querétaro, San Luís Potosí y León Guanajuato (SEMAR, 2023 Op. Cit.).

El puerto, además, concentra cargas provenientes de distintos orígenes y con diversos destinos, tanto nacionales como internacionales, para su posterior redistribución; es decir, funciona como un puerto hub. Su participación en esta función se ha incrementado debido a los efectos de la pandemia de COVID-19 y del conflicto entre Ucrania y Rusia, asimismo, cuenta con capacidades de almacenamiento para combustibles, granos y productos manufacturados, como los de la industria automotriz. Sin embargo, ante las perspectivas de crecimiento de la economía mexicana, se prevé un aumento en los volúmenes de mercancías movilizadas en los puertos del país en un horizonte de cinco años. Esto implica la necesidad de realizar mejoras en la infraestructura, terminales e instalaciones portuarias.

El Puerto Tuxpán, se enfrenta retos como el de 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), para poder estar a la vanguardia es necesario a) el desarrollo del cabotaje como medio alternativo para el transporte de mercancías y la posición geográfica estratégica del puerto, cercana a los centros de producción del centro del país, b) Profundizar el Canal

3 Secretaria de Marina, 2023, Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Tuxpan 2022-2027 aprobado en enero de 2023, el documento fue consultado el 25 de septiembre de 2023 https://puertotuxpan.com.mx/wp-content/uploads/2023/01/PMDP-2022-2027-Autorizado.pdf

de Navegación para incrementar las dimensiones de la dársena de ciaboga aguas arriba, para ampliar la zona de aprovechamiento del Puerto.

Con el mejoramiento de la infraestructura, en particular la profundización y uniformización de la profundidad a lo largo de todo el canal del Puerto de Tuxpan, se espera aprovechar mejor los terrenos ubicados en sus márgenes, lo que permitirá aumentar las inversiones tanto de las terminales ya instaladas como de nuevos proyectos, lo cual podría atraer nuevas líneas de negocio y fomentar la operación de servicios regulares que conecten al puerto con otras rutas de comercio, tanto nacionales como internacionales.

Por otro lado, y considerando la obra denominada **Muelle Tres** y su **Dársena de operaciones**, es preciso mencionar que estas obras no fueron iniciadas, y toda vez que está cerca de vencerse el plazo del resolutivo inicial con que se autorizaron, es preciso incluirlas como parte de las obras del proyecto. Esta obra tiene la finalidad de proveer una plataforma para la operación de la Terminal Portuaria de Tuxpan de la ASIPONA, que permitirá, 1) El mantenimiento del equipo de carga y descarga de los buques, 2) el almacenaje temporal de los contenedores, mientras esperan turno para ser almacenados, 3) Tomar las cargas que serán transmitidas por los equipos de carga y descarga, 4) Permitir el atraque y amarre de las embarcaciones, 5) Proporcionar accesos de emergencia para los vehículos y contar con rutas de escape, 6) Proveer de un sistema de drenaje pluvial y 7) Contener los rellenos que conforman la zona de tierra posterior al muelle.

Las actividades de dragado del Puerto Tuxpán y el desarrollo del **Muelle Tres** y su **Dársena de operaciones** cobran justificación, ya que es preciso que la ASIPONA TUX mantener en nuevas condiciones en Canal de Navegación y ampliar la infraestructura del puerto.

En particular los trabajos de dragado servirán para la extracción de materiales que se acumulan por los azolves constantes que se producen en el lecho del Rio Pantepec en particular dentro del canal de navegación, provocados por el arrastre y deposición de sedimentos que proceden aguas arriba y de la zona marina por los flujos y contraflujos, que provocan la reducción de la profundidad y puede llegar a dificultar el movimiento, transporte y operación de las embarcaciones, en especial las de alto calado.

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto que aquí se expone la superficie del canal de Tuxpan que a su vez abarca su ocho secciones principales en el Canal de Tuxpan (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- (Cuadro II-3), así como cinco muelles existentes dentro del canal, la superficie que abarcará el **Muelle Tres** y su **Dársena de**



operaciones, y los 14 muelles que están adyacentes al sur del canal que suman un total de 360.34 ha.

Por otra parte, el proyecto comprende los espacios de vertimientos sobre 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 las 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.

CUADRO II-3 COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS CADENAMIENTOS DEL CANAL TUXPÁN

Sección	Id	Cadenamiento	X	Y
Canal de Acceso o Canal Exterior	1	-3+600	678900.4163	2321344.099
	2	-3+500	678814.0561	2321294.145
	3	-3+400	678727.6959	2321243.768
	4	-3+300	678641.1241	2321193.392
	5	-3+200	678554.7639	2321143.226
	6	-3+100	678468.1921	2321092.85
	7	-3+000	678381.7729	2321042.748
	8	-2+900	678295.2228	2320992.657
	9	-2+800	678208.7128	2320942.497
	10	-2+700	678122.328	2320892.189
	11	-2+600	678036.0737	2320841.389
	12	-2+500	677949.8194	2320791.118
	13	-2+400	677863.0359	2320741.906
	14	-2+300	677776.7815	2320691.106
	15	-2+200	677689.998	2320640.835
	16	-2+100	677603.7437	2320590.564
	17	-2+000	677516.9602	2320540.293
	18	-1+900	677431.235	2320490.551
	19	-1+800	677343.3932	2320440.28
	20	-1+700	677258.1972	2320390.538
	21	-1+600	677171.9428	2320340.267
	22	-1+500	677085.6885	2320289.467
	23	-1+400	676998.905	2320238.667
	24	-1+300	676913.1798	2320188.396
	25	-1+200	676825.8671	2320138.654
	26	-1+100	676739.6128	2320088.913
	27	-1+000	676652.3001	2320038.642
	28	-0+900	676566.0458	2319989.429
	29	-0+800	676479.7914	2319937.253
	30	-0+700	676393.5371	2319886.982
	31	-0+600	676306.2244	2319837.241
	32	-0+500	676220.4992	2319786.44
	33	-0+400	676134.2449	2319736.169



Sección	Id	Cadenamiento	X	Y
	34	-0+300	676047.4614	2319686.428
	35	-0+200	675960.6779	2319635.628
	36	-0+100	675874.4236	2319585.886
	37	0+000	675786.5524	2319537.869
Dársena de Ciaboga I	38	0+100	675696.2263	2319496.06
	39	0+200	675601.5053	2319464.31
	40	0+300	675505.7259	2319437.851
	41	0+400	675408.8882	2319409.805
	42	0+500	675312.5797	2319381.759
	43	0+600	675216.2712	2319355.301
	44	0+700	675120.4918	2319327.255
	45	0+800	675023.4447	2319299.463
	46	0+900	674928.1945	2319272.475
	47	0+954	674875.5695	2319257.8954
Canal Interior TPT	48	1+000	674832.4151	2319245.488
	49	1+100	674735.0483	2319217.442
	50	1+200	674639.2689	2319190.454
	51	1+300	674544.0187	2319160.292
	52	1+400	674450.356	2319124.308
	53	1+500	674356.6933	2319088.854
	54	1+600	674264.6182	2319052.871
	55	1+700	674170.9555	2319016.358
	56	1+800	674077.822	2318980.904
	57	1+900	673984.1593	2318945.45
	58	2+000	673891.0258	2318908.408
	59	2+100	673796.3047	2318871.895
	60	2+200	673703.1712	2318836.97
	61	2+300	673610.0377	2318801.516
	62	2+400	673517.4333	2318764.474
	63	2+500	673425.3582	2318728.491
Canal Interior CTT	64	2+515	673410.8993	2318722.3116
	65	2+600	673334.8705	2318684.57
	66	2+700	673244.3828	2318641.707
	67	2+800	673154.4243	2318597.257
	68	2+900	673064.4658	2318553.865
	69	3+000	672974.5073	2318509.415
	70	3+100	672884.5487	2318466.553
	71	3+200	672796.1777	2318419.986
	72	3+300	672708.3359	2318373.948
	73	3+400	672621.5524	2318322.619
	74	3+500	672537.9439	2318267.586
	75	3+600	672455.9229	2318212.023
	76	3+700	672372.8435	2318155.931



Sección	Id	Cadenamiento	X	Y
	77	3+773	672344.309	2318137.865
Canal Interior	78	3+800	672296.1142	2318092.431
	79	3+900	672224.1474	2318022.581
	80	4+000	672152.1806	2317953.26
	81	4+100	672080.743	2317883.41
	82	4+200	672008.7762	2317813.56
	83	4+290	671939.0722	2317750.072
Dársena Fiscal	84	4+300	671934.6927	2317746.356
	85	4+400	671857.9634	2317682.326
	86	4+500	671781.234	2317618.297
	87	4+600	671704.5047	2317555.326
	88	4+700	671627.2462	2317491.826
	89	4+800	671551.0461	2317426.738
	90	4+900	671473.7876	2317362.709
	91	5+000	671393.3541	2317303.442
	92	5+010	671383.6049	2317298.8173
Dársena de Ciaboga II	93	5+100	671309.7456	2317250.525
	94	5+200	671223.4912	2317197.609
	95	5+300	671138.2952	2317145.75
	96	5+400	671053.6284	2317092.304
	97	5+500	670967.9032	2317040.446
	98	5+510	671383.605	2317065.5208
Canal Aguas Arriba	99	5+600	670882.1781	2316989.646
	100	5+700	670796.4529	2316938.846
	101	5+800	670710.1986	2316887.516
	102	5+900	670625.5317	2316835.658
	103	6+000	670537.6899	2316785.387
	104	6+100	670453.023	2316733.529
	105	6+200	670365.7104	2316682.728
	106	6+300	670279.456	2316630.87
	107	6+400	670194.7892	2316580.07
	108	6+500	670109.064	2316528.211
	109	6+600	670022.8097	2316477.411
	110	6+700	669926.5012	2316453.07
	111	6+800	669829.1343	2316427.14
	112	6+900	669733.3549	2316401.74
	113	7+000	669632.8131	2316398.565
	114	7+100	669532.8004	2316395.39
	115	7+200	669432.7877	2316392.215
	116	7+300	669333.3041	2316389.04
	117	7+400	669231.7039	2316385.865
	118	7+500	669132.9612	2316383.466
	119	7+600	669033.4777	2316380.291



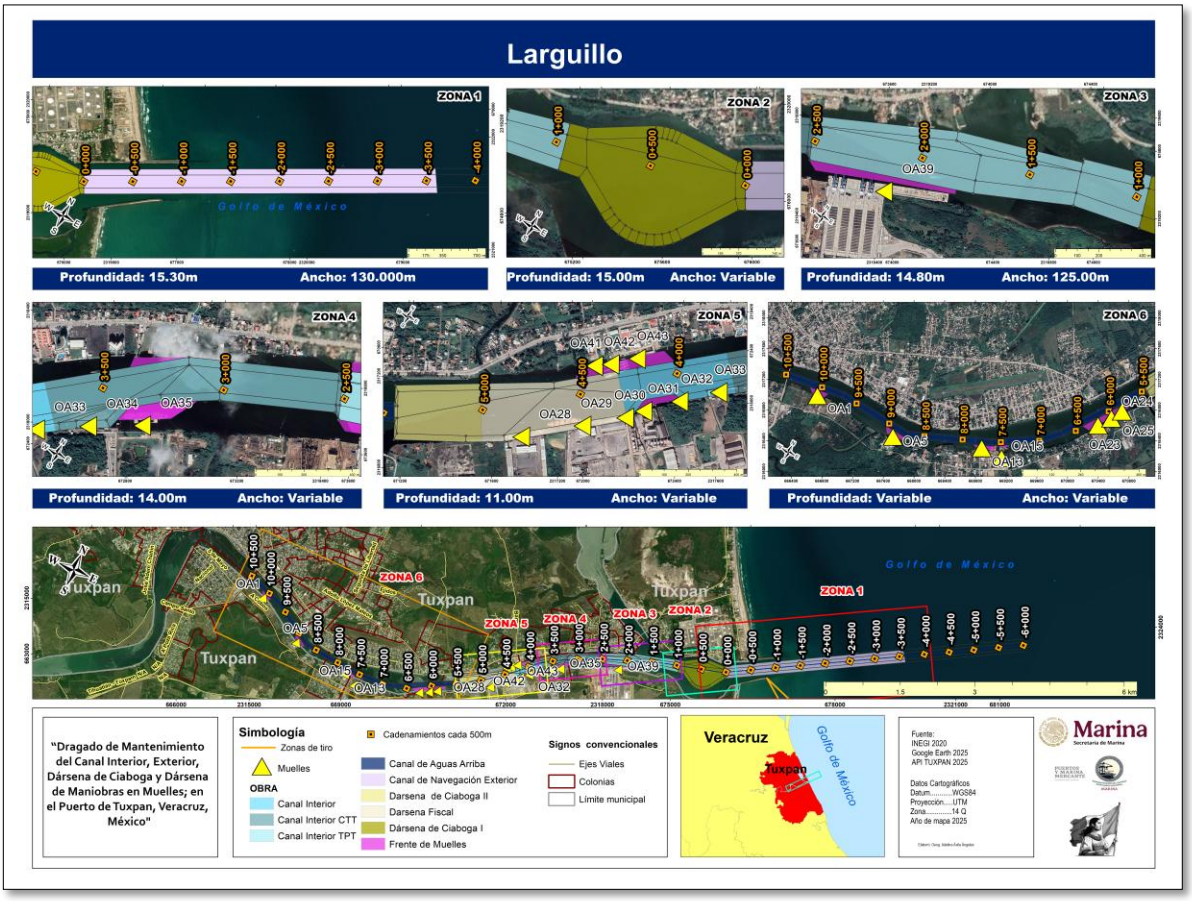
Sección	Id	Cadenamiento	X	Y
	120	7+700	668933.465	2316386.641
	121	7+800	668832.9231	2316396.166
	122	7+900	668734.4979	2316405.162
	123	8+000	668634.2207	2316414.529
	124	8+100	668535.2663	2316422.995
	125	8+200	668435.7828	2316431.991
	126	8+300	668335.7701	2316441.516
	127	8+400	668236.2865	2316450.512
	128	8+500	668136.5384	2316459.905
	129	8+600	668037.584	2316468.371
	130	8+700	667937.0422	2316477.896
	131	8+800	667849.7295	2316520.23
	132	8+900	667764.0043	2316573.147
	133	9+000	667678.8083	2316625.005
	134	9+100	667594.1415	2316677.922
	135	9+200	667508.4163	2316730.309
	136	9+300	667423.4055	2316782.3
	137	9+400	667338.7387	2316834.555
	138	9+500	667253.4104	2316888.134
	139	9+600	667169.405	2316939.728
	140	9+700	667083.4153	2316993.306
	141	9+800	666989.488	2317027.04
	142	9+900	666894.8993	2317060.775
	143	10+000	666802.2949	2317096.229
	144	10+100	666707.7062	2317127.979
	145	10+200	666615.1018	2317162.375
	146	10+300	666521.836	2317196.109
	147	10+400	666427.2473	2317231.167
	148	10+500	666337.1455	2317259.98

CUADRO II-4 COORDENADAS EXTREMAS DE UBICACIÓN DE LOS 19 MUELLES QUE SERÁN DRAGADOS

ID	Nombre	Clave	X	Y	Ubicación
1	CELASA	OA1	666742.464	2316986.02	Fuera del Canal
2	De Suministros Marinos	OA13	668884.006	2316304.99	Fuera del Canal
3	Desagües Metálicos y Relaminares	OA15	669141.181	2316173.22	Fuera del Canal
4	Pemex Exploración y Producción	OA23	670398.484	2316600.26	Fuera del Canal
5	Duque	OA24	670573.109	2316690.75	Fuera del Canal
6	Etileno API De Tuxpan	OA25	670711.222	2316781.24	Fuera del Canal
7	Terminales Marítimas Transumisa	OA28	671643.086	2317303.53	Dentro del Canal
8	Fiscal	OA29	671883.196	2317506.73	Dentro del Canal

ID	Nombre	Clave	X	Y	Ubicación
9	Duque Api de Tuxpan	OA30	672049.884	2317649.6	Dentro del Canal
10	Terminal Portuaria de Tuxpan S.A de C.V.	OA31	672113.384	2317725.01	Fuera del Canal
11	De Usos Múltiples Proyecto	OA32	672246.999	2317858.62	Dentro del Canal
12	De Granelera Internacional	OA33	672395.166	2317997.53	Dentro del Canal
13	CTT	OA34	672575.083	2318116.59	Dentro del Canal
14	De Termigas	OA35	672766.906	2318231.69	Fuera del Canal
15	"Tuxpan Port Terminal"	OA39	673826.565	2318705.29	Fuera del Canal
16	De Dragas API Tuxpan	OA41	671783.58	2317799.62	Fuera del Canal
17	II Secretaria de Marina	OA42	671851.049	2317847.25	Fuera del Canal
18	I Secretaria de Marina	OA43	671952.914	2317938.53	Fuera del Canal
19	Andino	OA5	667726.716	2316454.21	Fuera del Canal

MAPA II-1 LARGUILLOS DONDE SE MUESTRAN LOS DETALLES DE LOS CADENAMIENTOS DE LAS ÁREAS QUE SE DRAGARÁN INCLUYENDO LAS TRES DÁRSENAS



Como parte del proyecto, se incluyen las actividades de dragado de 20 frentes de muelle (contabilizando la Dársena del Muelle Tres), mismos que serán dragados junto con el canal de navegación del Puerto de Tuxpan, según las necesidades que se detecten con los levantamientos batimétricos anuales. La ubicación y dimensiones de los 19 muelles existentes, se indican en el Cuadro II-5 y en el Mapa II-2.



CUADRO II-5 MUELLES EXISTENTES EN EL CANAL DE NAVEGACIÓN

No	MUELLES	CLAVE	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PROFUN-DIDAD (M)	TIPO DE TRÁFICO	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	X	Y
1	CELASA	OA1	18.7	2	2.4	-3.6	Cabotaje	pilote de concreto y vigas longitudinales de concreto	666742.464	2316986.02
2	ANDINO	OA5	56	30	2.5	-6	Altura	pilote de concreto, losa plana de concreto pilote de concreto, losa plana de concreto pilote de concreto, losa plana de concreto	667726.716	2316454.21
3	DE SUMINISTROS MARINOS	OA13	58	8	2.5	-3	Cabotaje	pilote de concreto, losa plana de concreto	668884.006	2316304.99
4	DESAGÜES METÁLICOS Y RELAMINARES	OA15	210	5.7	2.5	-6	Cabotaje	pilote de concreto, losa plana de concreto	669141.181	2316173.22
5	PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN	OA23	90.35	13.5	2.8	-2.1	Cabotaje	pilote de concreto, losa plana de concreto	670398.484	2316600.26
6	DUQUE	OA24	5	4	1	-2.5	Cabotaje	pilote de concreto, losa plana de concreto	670573.109	2316690.75
7	ETILENO API DE TUXPAN	OA25	40.25	7	2.8	-2	Cabotaje	pilote de concreto, losa plana de concreto	670711.222	2316781.24
8	TERMINALES MARITIMAS TRANSUMISA	OA28	200	25	2.5	-11	Altura Marítima	pilote de concreto, losa plana de concreto	671643.086	2317303.52
9	FISCAL	OA29	427	22	2.5	-11	Altura	pilote de concreto, losa plana de concreto	671883.196	2317506.73
10	DUQUE API DE TUXPAN	OA30	8	6	2.5	-11	Altura	pilote de concreto, losa plana de concreto pilote de concreto, losa plana de concreto	672049.884	2317649.6
11	TERMINAL PORTUARIA DE TUXPAN S.A DE C.V.	OA31	88	11.5	2.5	-10	Altura	pilote de concreto, losa plana de concreto	672113.384	2317725.01
12	DE USOS MULTIPLES PROYECTO	OA32	230	25	2.5	-11	Altura	pilote de concreto, losa plana de concreto	672246.999	2317858.62
13	DE GRANELERA INTERNACIONAL	OA33	160	10	2.5	-11	Altura	pilotes de acero y concreto, trabes, losa plana de concreto	672395.166	2317997.53

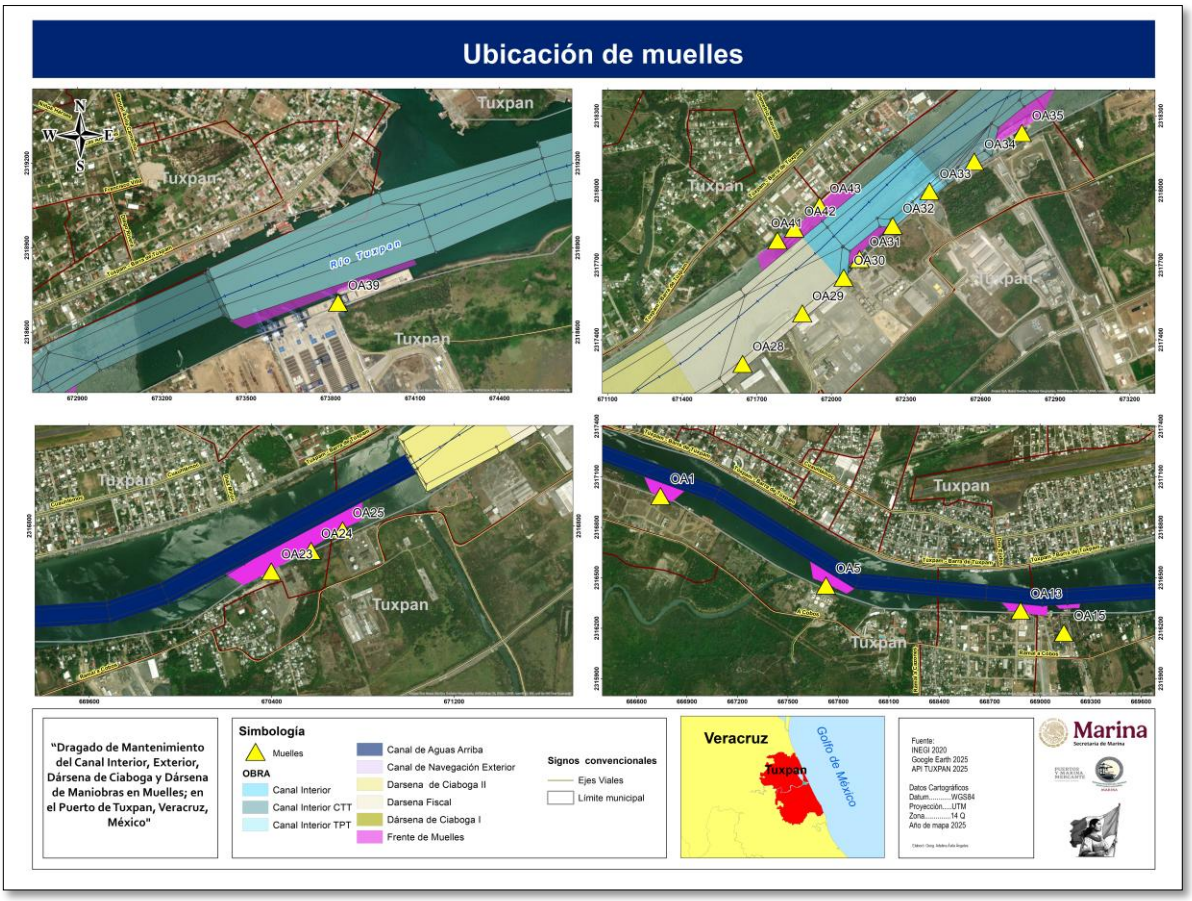
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,



No	MUELLES	CLAVE	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PROFUN-DIDAD (M)	TIPO DE TRÁFICO	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	X	Y
14	CTT	OA34	125.5	15	2.5	-11	Altura	pilotes de acero y concreto, trabes, losa plana de concreto	672575.083	2318116.59
15	DE TERMIGAS	OA35	189.7	15	3.5	-11	Altura	pilotes, trabe losas de concreto, losa plana de concreto	672766.906	2318231.69
16	"TUXPAN PORT TERMINAL"	OA39	556.2	41.28	3.5	-14.8	Altura	pilotes de concreto reforzado y losa de concreto armado sobre un sistema de trabelosas sobre trabes de concreto armado	673826.565	2318705.29
17	DE DRAGAS API TUXPAN	OA41	42	5	2.5	-6	Cabotaje	pilotes de concreto, trabes de concreto, losa plana de concreto	671783.58	2317799.62
18	II SECRETARIA DE MARINA	OA42	71.5	7.46	2.5	-10	Altura	pilote de concreto, losa plana de concreto	671851.049	2317847.24
19	I SECRETARIA DE MARINA	OA43	109.1	5	2.5	-10	Altura	pilote de concreto, losa plana de concreto	671952.914	2317938.53

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,

MAPA II-2 UBICACIÓN DE LOS 19 MUELLES



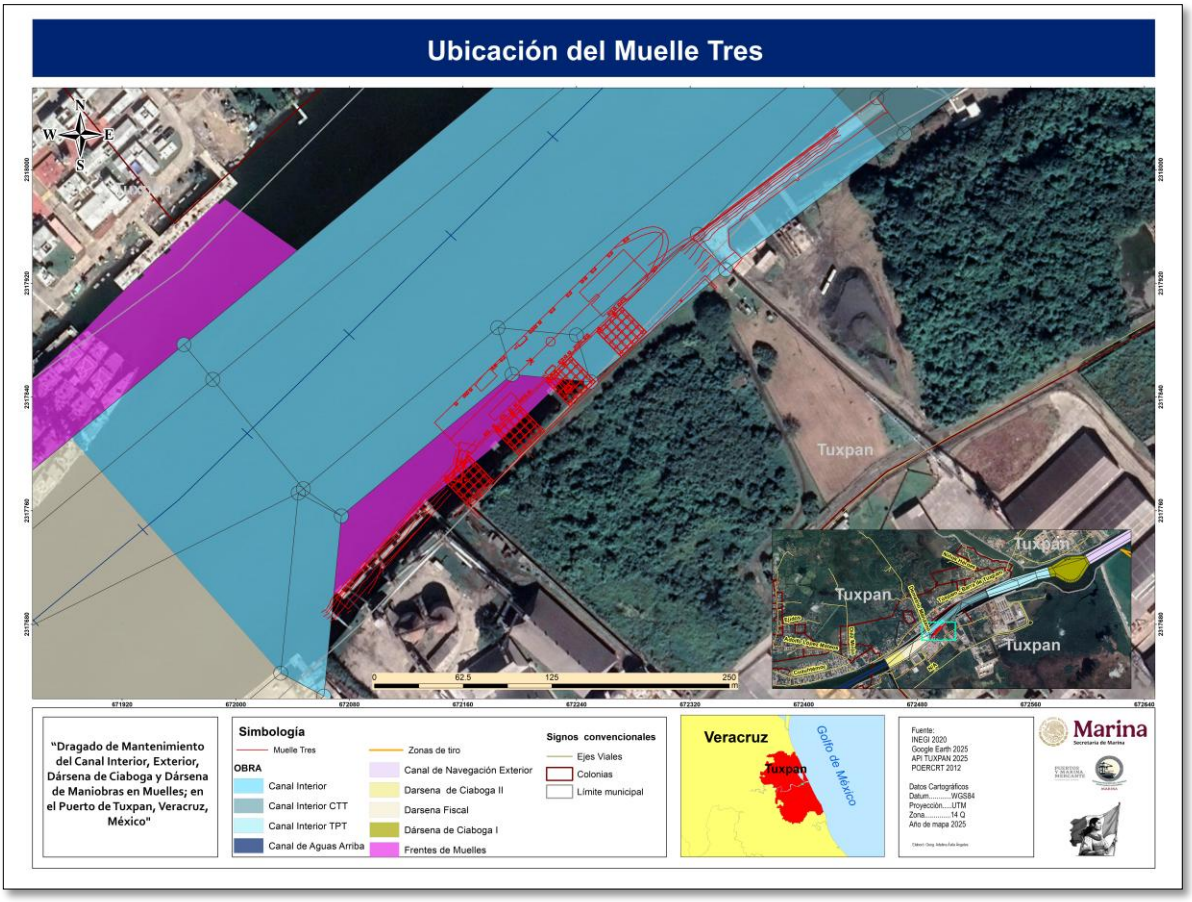
El desarrollo del **Muelle Tres**; comprenderá el establecimiento de una estructura que se ubicará en la margen sur del Río Tuxpan frente a la Terminal de Usos Múltiples tal como se ilustra en el Mapa II-3, cuyas coordenadas UTM se señalan en el Cuadro III-6.

Tendrá como dimensiones un largo de 230.0 m por 25 m de ancho, es decir, abarcará 5,750.00 m^2 y estará constituido por nueve módulos de concreto de 625 m^2 y un módulo de 750 m^2, cada módulo será soportado por 25 pilas de 1.2 m de diámetro hincada a -35.0 m de profundidad en relación al Nivel Bajamar Medio (N.B.M), el mismo estará complementado con defensa pantalla y guarnición, e implicará la colocación de un tabla estado secundario (AZ 19-700) y perfil (HZ1080 MC.-12) que se desplantará a 6.0 m de profundidad, tensado a una tablaestaca secundaria (AZ 19-700) de reforzamiento tierra adentro (Ilustración II-1).

La construcción del **Muelle Tres** aprovechará 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.

MAPA II-3 MAPA DE UBICACIÓN DEL MUELLE TRES UTM EN ZONA 14 CON DATUM WGS84

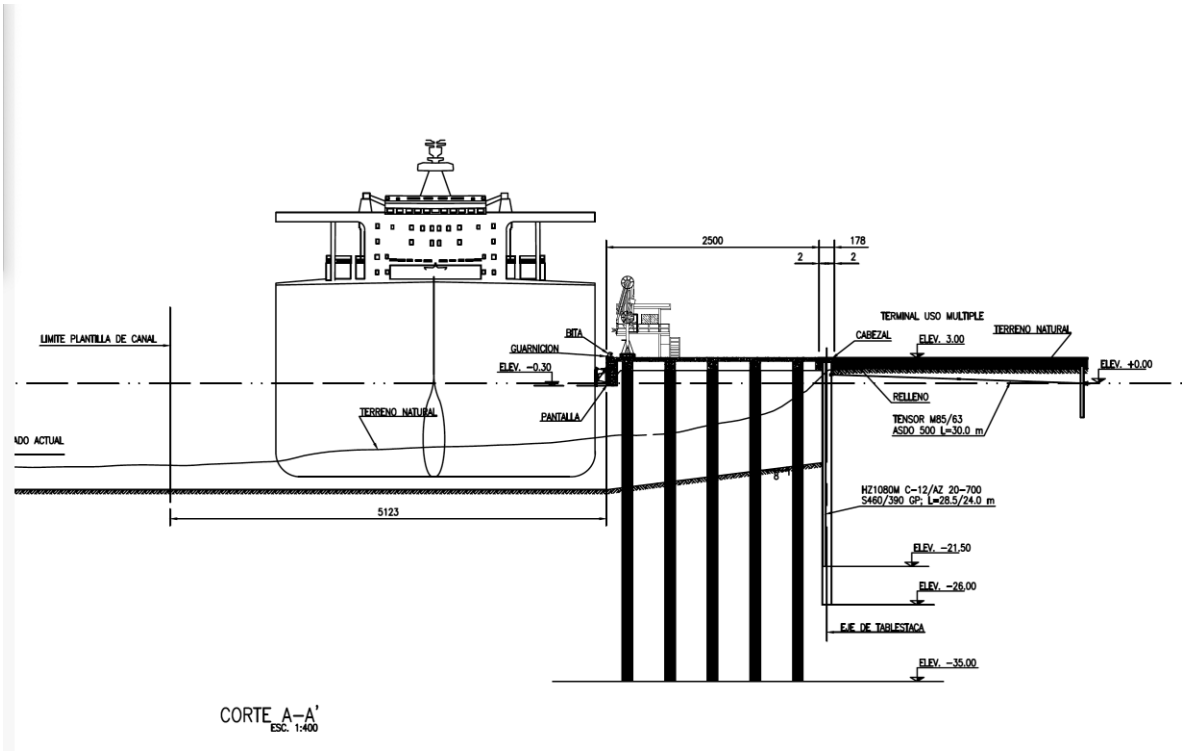


CUADRO II-6 COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL MUELLE TRES

V	X	Y
1	672312.3023	2317941.194
2	672146.8254	2317781.349
3	672164.223	2317763.528
4	672329.7434	2317923.379

Para el desarrollo del **Muelle Tres**, se aprovechará la existencia de la terminal de Uso Múltiple que cuenta con una superficie de 6,900 m^2, y su establecimiento implicará un dragado de 230 m de largo por 85 m es decir sobre 19,550.00 m^2 dentro del Canal de Tuxpan; e implicará la extracción de 9,631.83 m^3, que comprenderá dos áreas, la primera es donde se establecerá el muelle (5,750.00 m^2) y la segunda para la construcción funcionamiento de la dársena operativa (13,800.00 m^2), que alcanzará una profundidad efectiva de -12.50 m. El Muelle Tres permitirá la recepción de buques de calados de hasta 11 m de profundidad.

ILUSTRACIÓN II-1 CORTE TRANSVERSAL DEL MUELLE TRES



La operación del **Muelle Tres** requiere el desarrollo de una **Dársena de operaciones** que quedará situada frente a este muelle sobre un área de 13,800.00 m^2, (230 m por 60 m) misma que permitirá la recepción de buques de hasta 11 m de calado tal como se muestra en la Ilustración II-1, lo que implica, que el muelle y su dársena ocuparán 19,550.00 m^2 (Cuadro II-7).

CUADRO II-7 COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL MUELLE TRES Y SU DÁRSENA DE OPERACIONES

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				1	2,317,923.4570	672,329.6582
1	A	N44°14'15.36" W	85	A	2,317,983.9954	672,270.7089
A	B	S 46ª03'13.44" W	230	B	2,317,824.2297	672,104.9549
B	4	S 44°17'02.38" E	85	4	2,317,763.4294	672,164.2543
1	1	N 45°56'28" E	230	1	2,317,923.4570	672,329.6582
Área= 19,550.99 m2						

Sitios de Tiro del Material de Dragado. En el Cuadro II-8, se precisan las coordenadas de los sitios de tiro, que forman parte de la plataforma continental del Golfo de México frente al municipio de Tuxpán, Veracruz. Es preciso mencionar que dichos sitios de tiro ya han sido autorizados para el vertimiento pero se solicitara una nueva autorización ya que la actual dejará de tener vigor el 31 de octubre de 2025, por lo cual serán evaluados por la Subsecretaria de Marina en el ámbito de las facultades concedidas

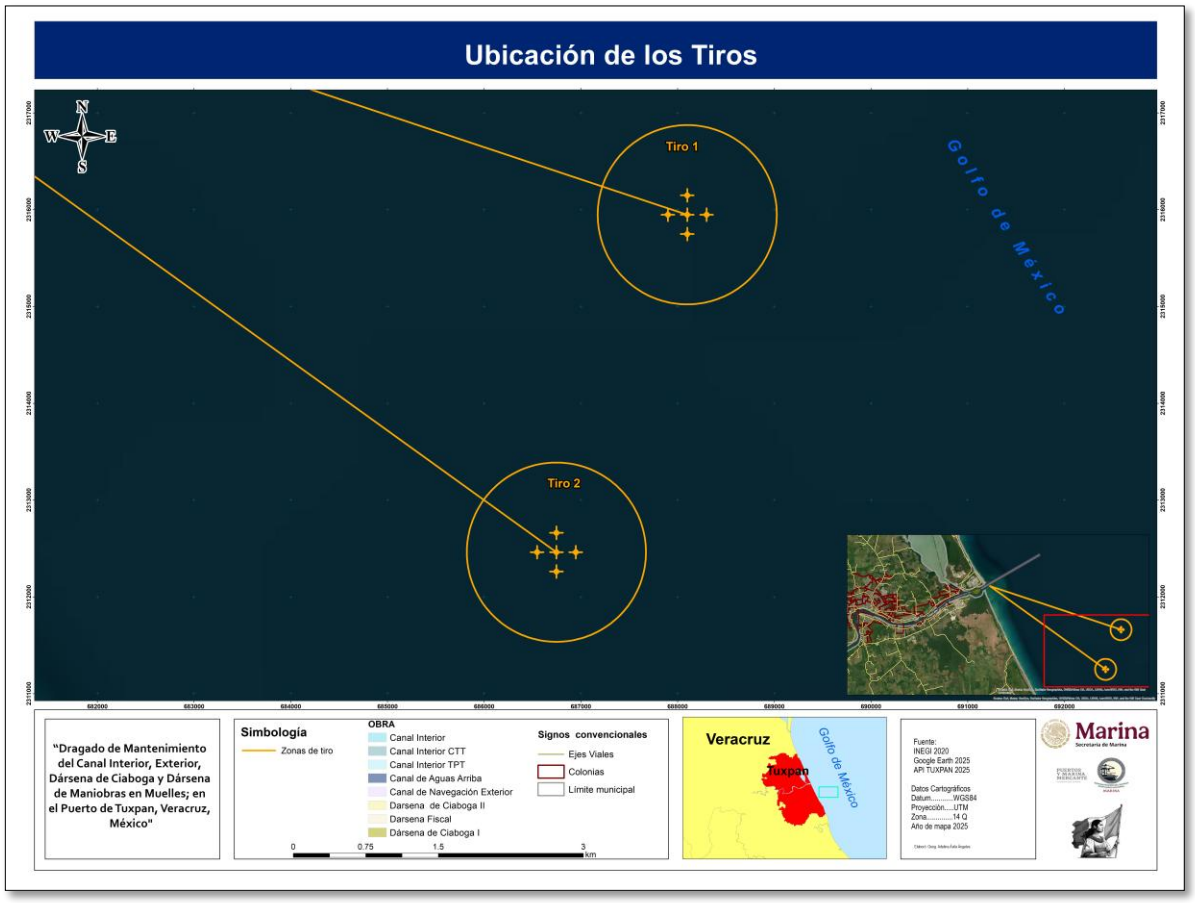
por la Ley de Vertimientos de las Zonas Marinas Mexicanas la Secretaría de Marina, para que después de la evaluación de impacto ambiental, se puedan realizar las gestiones para la autorización de la propia Secretaria de Marina.

CUADRO II-8 COORDENADAS UTM DATUM WGS84 DE LAS ZONAS DE VERTIMIENTO I Y II

Zona de vertimiento I		
Vértice	X	Y
Centro	688,099.6717	2'315,947.9214
1	687,173.6717	2'315,947.9214
2	688,099.6717	2'316,873.9214
3	689,025.6717	2'315,957.9214
4	688,099.6717	2'315,021.9214

Zona de vertimiento II		
Vértice	X	Y
Centro	686,746.7096	2'312,461.3832
1	885,820.7096	2'312,461.3832
2	868,746.7096	2'313,387.3932
3	687,672.7096	2'313,461.3832
4	686,746.7096	2'311,536.3822

Fuente: Oficio de autorización de vertimiento con número B.-375/2021, OP.- 062/2021. Exp.-45.17.- VA03/16-A; VP.03-04/18, VA.023-05/19.C; VA 004-03/21 D, de fecha 20 de marzo de 2021.



MAPA II-4 UBICACIÓN DE LOS DOS SITIOS DE TIRO

II.1.3.1 Superficie total requerida

De acuerdo a las obras y actividades del proyecto requiere una superficie total de **838.35** ha, que comprende la superficie que dragará en 418.74 ha, los 19 muelles

existentes operativos de alto calado que se dragarán, 16.22 ha fuera del canal, y la superficie total de los dos sitios de vertimiento que miden 538.70 ha (Cuadro II-9)

CUADRO II-9 SUPERFICIE DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO

Concepto	Superficie (ha)
Canal de Tuxpan que será dragado	283.55
19 Muelles operativos de alto calado que se dragarán	16.22
Muelle Tres	0.5750
Sitios de Tiro	538.70
Total	838.45

Nota. Las obras dentro del canal no fueron sumadas

II.1.3.2 Superficie total a afectar

La superficie que será modificada por los dragados corresponde a **300.345** ha incluidos los frentes de muelles que se dragarán que están fuera del Canal (Cuadro II-10), mientras que la superficie que se quedará afectada por los vertimientos cubrirá **538.7** ha. Cabe recalcar que no existe obras de afectación temporales dada la naturaleza del proyecto.

CUADRO II-10 RESUMEN DE LAS ÁREAS QUE RESULTARÁN DRAGADAS Y LAS QUE SERÁN INTERVENIDAS POR LOS VERTIDOS

Área	Superficie (m^2)	Superficie (ha)
Canal de acceso o exterior	908686.15	90.87
Canal de navegación interior	103063.34	10.305
Dársena de Ciaboga I entre seno de escolleras	426625.39	42.66
Canal Interior TPT	366375.73	36.64
Canal Interior CTT	217880.37	21.79
Dársena Fiscal	193378.46	19.34
Dársena de Ciaboga II	124755.18	12.48
Canal Aguas Arriba	488684.54	48.87
Muelle 3	5750	0.575
Subtotal	**2835199.16**	**283.53**
Frentes de Muelles		
Terminales Marítimas Transumisa	Dársena Fiscal	Dársena Fiscal
Fiscal	Dársena Fiscal	Dársena Fiscal
Duque Api De Tuxpan	Canal de navegación Interior	Canal de navegación Interior
De Usos Múltiples Proyecto	Canal de navegación Interior	Canal de navegación Interior
De Granelera Internacional	Canal de navegación Interior	Canal de navegación Interior
CTT	Canal Interior CTT	Canal Interior CTT
De Termigas	15664.81	1.57

Área	Superficie (m²)	Superficie (ha)
Tuxpan Port Terminal	19266.81	1.93
De Dragas API Tuxpan	8997.41	0.9
II Secretaria De Marina	6656.27	0.67
I Secretaria De Marina	11023.66	1.1
Andino	16420.1	1.64
CELASA	15481.44	1.55
De Suministros Marinos	12031.38	1.2
Desagües Metálicos Y Relaminares	3042.02	0.3
Pemex Exploración Y Producción	19931.11	1.99
Duque	15021.74	1.5
Etileno API De Tuxpan	12768.29	1.28
Terminal Portuaria De Tuxpan S.A de C.V.	5898.45	0.59
Subtotal	162203.49	16.22
Sitio de Tiro I	2693500	269.35
Sitio de Tiro II	2693500	269.35
Subtotal	5387000	538.7
Total	8990348.62	838.45

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

El costo de la obra se estima en $640,227,394.00 (quinientos cuarenta millones doscientos veintisiete mil trescientos noventa y cuatro pesos mexicanos).

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto comprenderá actividades de dragado de mantenimiento del Canal de Puerto Tuxpan dentro del Rio Pantepec incluyendo los 20 frentes de muelles (dársenas de operación ya contando el Muelle Tres y su Dársena de Operación, los que permitirá a la postre seguir contando con un canal navegable de 1,4103 m de largo con una sección promedio de 100 m de ancho y se adicionan la superficie de los 20 frentes de muelles que forman parte del presente proyecto que alcanzan 5.78 ha, más la superficie del Muelle Tres de 1.955 ha.

Es importante mencionar que el dragado de mantenimiento del canal aguas arriba pueden utilizarse dragas de bajo calado, y en el caso de que se precise alguna ampliación sería necesario realizar el desmantelamiento de tres líneas de gasoductos a cargo de PEMEX, y en caso de así requerirse, previa su realización se harán las gestiones necesarias ante la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA)

Los dragados anuales que se llevarán a cabo en el Canal de Tuxpan, son monitoreados y determinados previamente por medio de levantamientos batimétricos que realizan -la ASIPONA Tuxpan, que sirven para determinar las zonas que requieren

desazolves para mantener la profundidad adecuada de las aguas para la navegación de embarcaciones, prevenir inundaciones, y evitar la obstrucción y degradación de la infraestructura portuaria y los sistemas de drenaje.

Tomando en cuenta lo anterior las áreas de dragados cada año, pueden ser muy variables ya que dependerá de las condiciones hidrometeorológicas y oceanográficas que se puedan registrar, y de esta forma, también será variable el volumen de sedimentos que se extraerá cada año de los próximos 10 años. En el Cuadro 10m se presenta una estimación de las cantidades esperadas acorde a la profundidad, que alcanzará un volumen de 1 millón de metros cúbicos.

CUADRO II-11 VOLUMEN DE MATERIALES QUE SE EXTRAERÁ PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Sitio a dragar	Superficie ha	Longitud/Rango de longitud km	Rango de anchos en m	Profundidad actual m	Profundidad esperada m	Volumen m^3 de dragado para mantenimiento
Canal de acceso o exterior	90.87	4.000	130-260	15.30	-15.30	1 millón de metros cúbicos
Canal Interior	10.305	0.557	164.00-261.09	11.0	-14.00	
Dársena de Ciaboga I	42.66	0.954	100-617.46	15.00	-15.00	
Canal Interior TPT	36.64	1.561	100-270	14.80	-14.80	
Canal Interior CTT	21.79	1.218	100-220	14.00	-14.00	
Dársena Fiscal	19.34	0.720	250-294.54	11.0	-11.00	
Dársena de Ciaboga II	12.48	0.421	283-288.11	11.0	-11.00	
Canal Aguas Arriba	48.87	5.06	60-96	5.45	-6.00	
Muelle Tres	0.575	0.24	25	--	-11.00	
Terminales Marítimas Transumisa	Dársena Fiscal			-11	11.0	
Fiscal				-11	11.0	
Duque API De Tuxpan	Canal de Navegación Interior			-11	-14.00	
De Usos Múltiples Proyecto				-11	-14.00	
De Granelera Internacional				-11	-14.00	
CTT	Canal Interior CTT			-11	-14.00	
De Termigas	1.57	0.067	2-72	-11	-14.00	
Tuxpan Port Terminal	1.93	0.651-0.677	18.32-24.98	-14.8	-14.80	

Sitio a dragar	Superficie ha	Longitud/Rango de longitud km	Rango de anchos en m	Profundidad actual m	Profundidad esperada m	Volumen m^3 de dragado para mantenimiento
De Dragas API Tuxpan	0.9	0.147-0.173	54.98-60	-6	-11.00	
II Secretaria De Marina	0.67	0.112-0.137	54.98-60	-10	-14.00	
I Secretaria De Marina	1.1	0.170-0.188	54.77-76.98	-10	-14.00	
Andino	1.64	0.219-0.309	102.84-53.36	-6	-6.00	
CELASA	1.55	0.141-0.255	72.28-98.76	-3.6	-6.00	
De Suministros Marinos	1.2	0.21-0.231	39.21-59	-3	-6.00	
Desagües Metálicos y Relaminares	0.3	0.119-0.145	29-31	-6	-6.00	
Pemex Exploración Y Producción	1.99	0.225-0.263	79.34-95.13	-2.1	-6.00	
Duque	1.5	0.197-0.205	70-79	-2.5	-6.00	
Etileno API De Tuxpan	1.28	0.177-0.208	70.71-78.15	-2	-6.00	
Terminal Portuaria De Tuxpan S.A De C.V.	0.59	0.068-0.110	3-32	-10	-14.00	

Cabe añadir, que, de manera independiente a los dragados de mantenimiento del Canal en los siguientes 10 años, se precisa la realización de los dragados para la construcción del Muelle Tres y su Dársena de Operaciones que alcanzarán 9,631.86 m^3 (que se depositarán en los dos sitios de vertimiento señalados previamente).

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

En la Ilustración II-2, se grafican las actividades que se efectuarán para lograr el objetivo del proyecto, cabe decir que la etapa de estudios ha iniciado y ello ha incluido el desarrollo de estudios de hidrodinámica y estudios de caracterización de calidad de agua y sedimentos, además de composición biológica, ya que estos son de gran relevancia para la toma de decisiones del proyecto. Es preciso decir, que la etapa de preparación se ciñe a la trasportación del equipo, personal y en este caso la(s) dragas que realizarán los trabajos de succión de sedimentos, así como la supervisión consistirán en las de mayor relevancia. La etapa de construcción corresponde en si misma a los dragados que se apegarán a la plantilla de los planos anexos, y de esta forma durante y después del dragado se llevarán monitoreos de vigilancia y evaluación para conocer los volúmenes el dragado y de azolve del canal, que será de utilidad para la toma de decisiones.

II.2.1.1.1 Diagrama de Flujo

ILUSTRACIÓN II-2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO



Fuente: Fotografías tomadas por ASIPONA

II.2.1.1.2 Cronograma de Trabajo

En el

Cuadro II-12 se muestra un diagrama de Gantt que incluyen las actividades de dragado anual en el canal de Tuxpan y sus 20 frentes de muelles, que se espera realzar a lo largo los siguientes 10 años. Cabe decir que este cronograma de actividades puede

variar, ya que las actividades dependerán de las necesidades que se determinen en los estudios batimétricos.

Por otra parte, y considerando la necesidad de construir el **Muelle Tres**, en el Cuadro II-13 se muestra el Cronograma para la construcción del mismo en un término de dos años.

CUADRO II-12 CRONOGRAMA DE TRABAJO DE DRAGADOS ANUAL DURANTE LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actividades de preparación												
Batimetría.												
Colocación de señalamientos (boyas o Balizas).												
Traslado de draga												
Dragados												
Carga de draga y avituallamientos.												
Dragado de mantenimiento del canal exterior y mantenimiento de draga.												
Remoción y extracción de sedimentos.												
Separación y proceso de enjuague.												
Vertimiento de material de dragado en sitios dentro del mar.												
Levantamiento batimétrico de control.												
Operación												
Operación del canal de navegación.												
Monitoreos de control del funcionamiento de canales y de azolves.												
Monitoreo de zonas de vertimiento.												

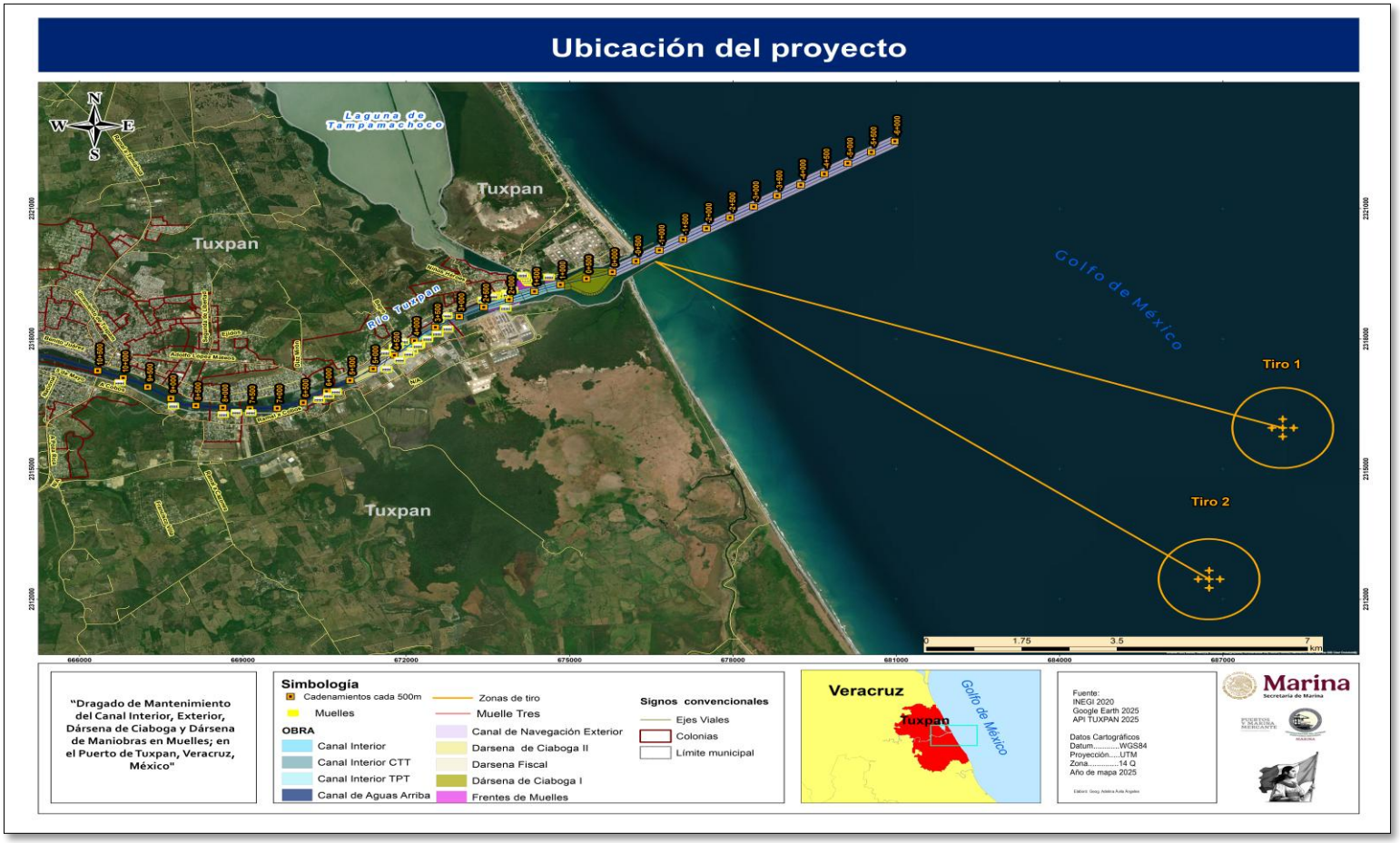
CUADRO II-13CRONOGRAMA DE TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE TRES

Actividad	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Construcción del Muelle Tres												
Preparación del sitio												
Construcción de la Obra												
Cimentación profunda												
Losa de cubierta												
Tablaestacado de contención												
Relleno de muelle-contención posterior												
Dragado y cota requerida												
Operación y mantenimiento												

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

En el Mapa II-5 se muestra mapa de las áreas que comprende el proyecto, que corresponden al Canal de Tuxpan (con sus 19 muelles existentes, así como el Muelle Tres y Dársena operativa) y dos sitios de tiro.

MAPA II-5 UBICACIÓN DEL CANAL TUXPÁN Y LOS SITIOS DE VERTIMIENTO



II.2.3 Representación Gráfica Local

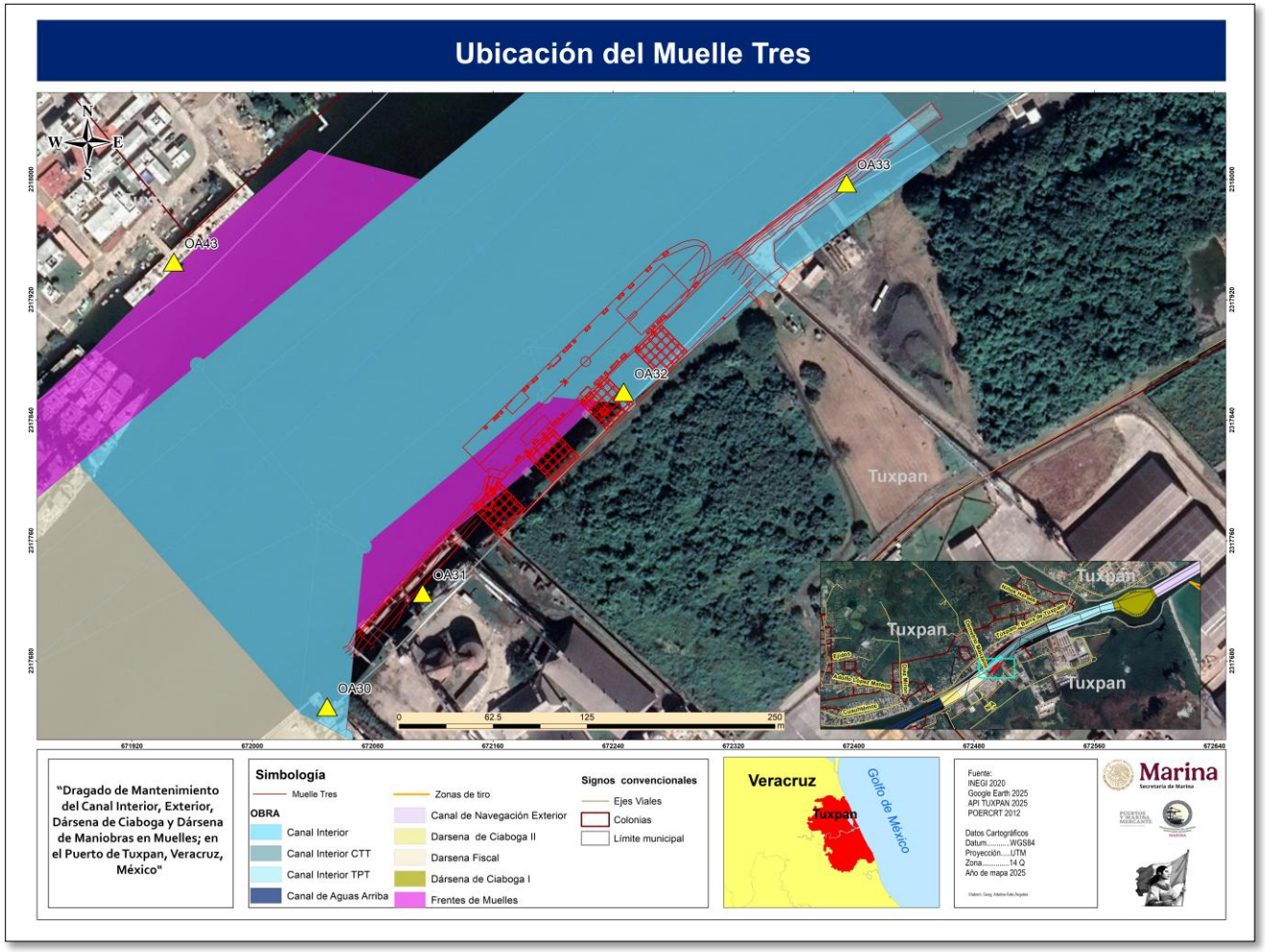
En el Mapa II-6 se muestran las secciones que forman parte del proyecto, indicando cadenamientos y referencias del Puerto Tuxpán.

Mapa II-6 Secciones que forman parte de las obras y actividades que se realizaran en el Canal del Puerto Tuxpán



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,

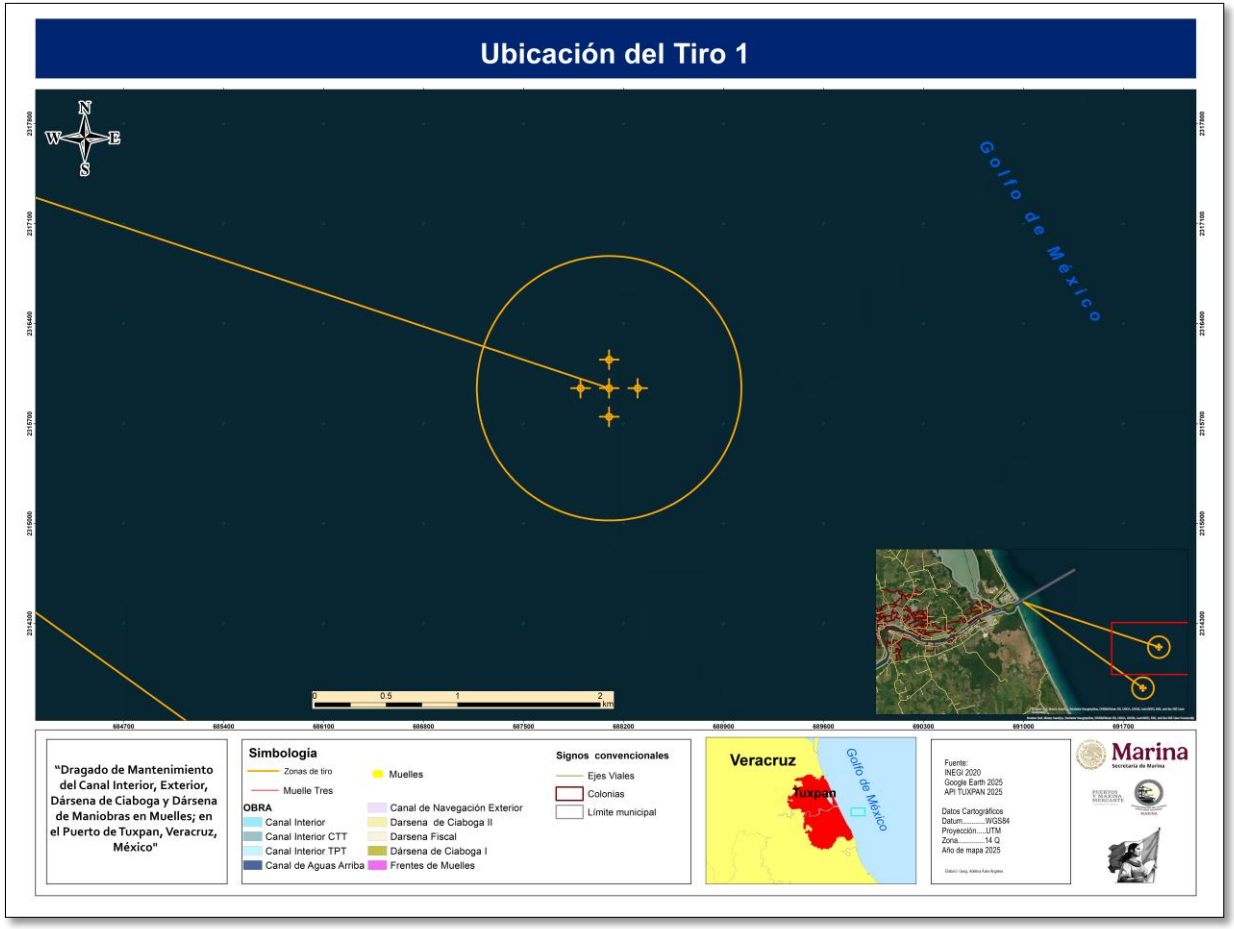
MAPA II-7 UBICACIÓN DEL MUELLE TRES Y SU DÁRSENA DE OPERACIÓN



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,

MAPA II-8 UBICACIÓN DEL SITIO DE TIRO I

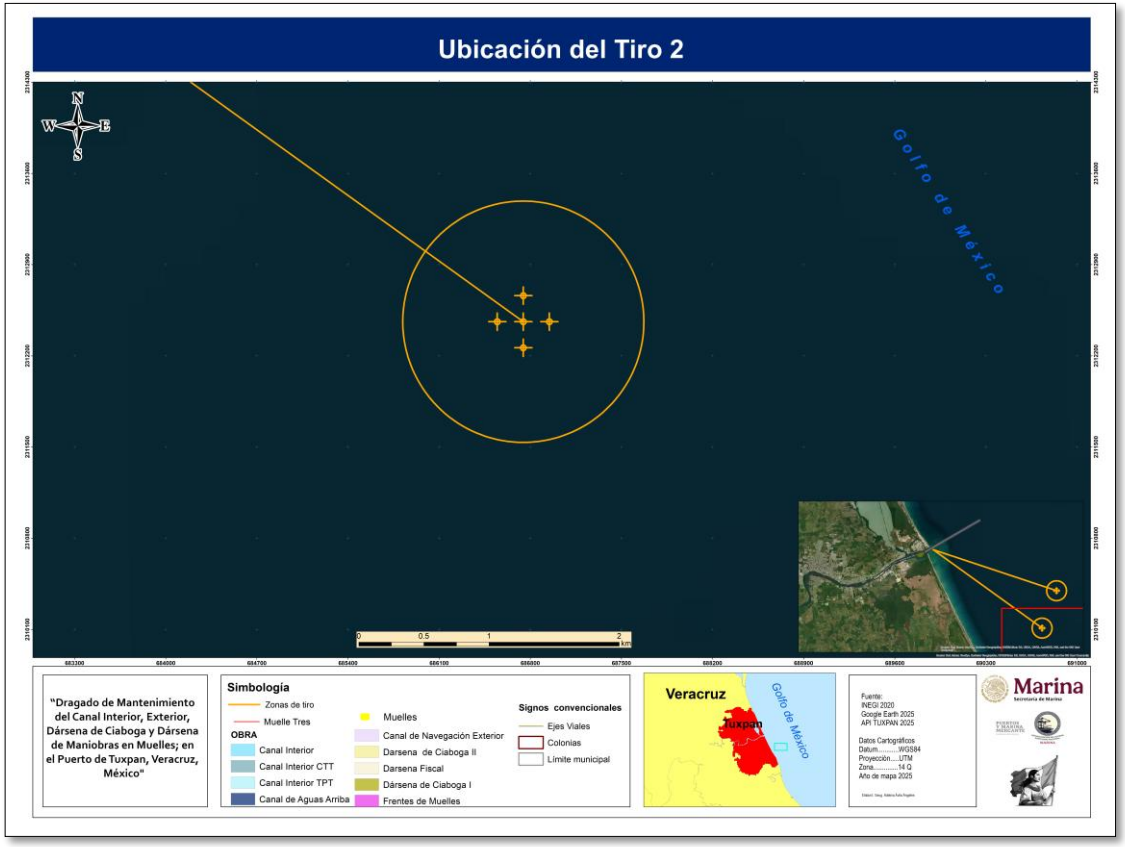
En el Mapa II-8 se muestra el sitio de Tiro I, que corresponde a las coordenadas 20°56’02.86” N y longitud 97°11’28.33° W localizado a 6.41 millas de la boca barra, donde se espera la disposición y se trata de un sitio cuya profundidad alcanza los 24.5 m.b.n.m.



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,

En el Mapa II-9 se muestra el sitio de Tiro 2, que corresponde a las coordenadas geográficas latitud 20°54'10.00" N y longitud 97°12'16.50 W, localizado a 6.73 millas de la boca barra, donde se la disposición de material de dragado, se trata de un sitio cuya profundidad alcanza los 24.5 m.b.n.m.

MAPA II-9 UBICACIÓN DEL SITIO DE TIRO



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546 de México, evillalobos5@me.com,

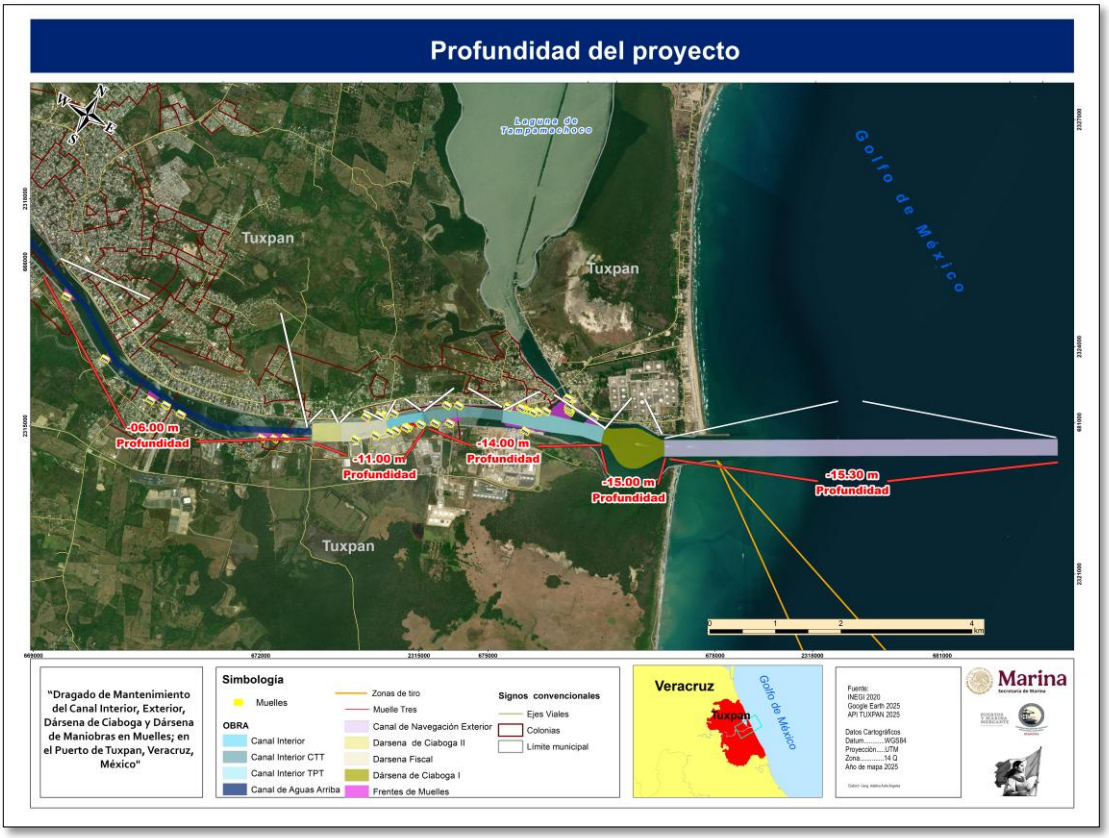
II.2.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

Considerando que los dragados se realizarán propiamente sobre tres áreas principales del Canal del Puerto de Tuxpan (Mapa II-9) así como sobre los 19 frentes de muelle (Mapa II-10), enseguida se describen las características que se espera alcanzar con dragas de tolva. La profundidad actual es de 13.10 m.b.n.m. y se alcanzará un calado de 15.10 m.b.n.m.

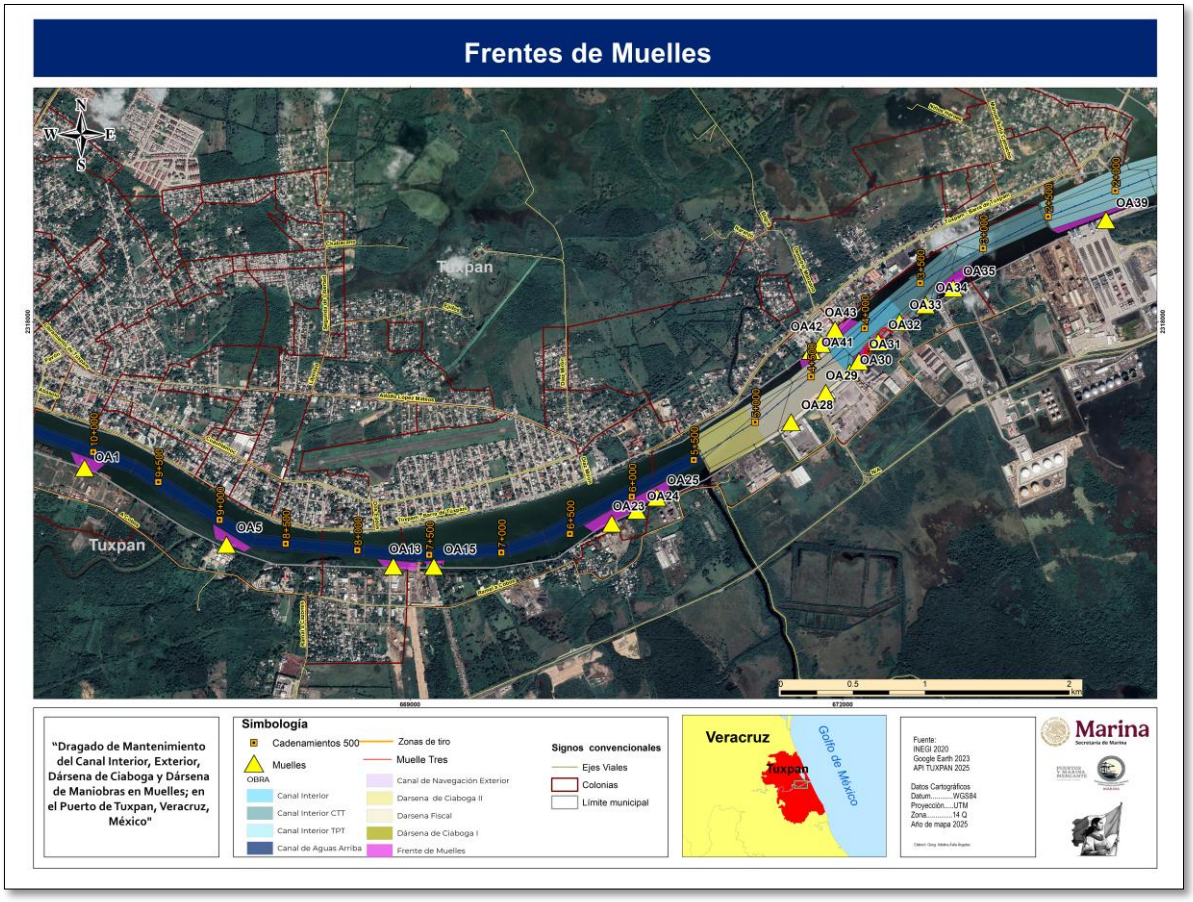
CUADRO II-14 DIMENSIONES (LONGITUD, CALADO Y PROFUNDIDAD) DE LAS SECCIONES DONDE SE REALIZARÁN LAS ACTIVIDADES Y OBRAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

SECCIÓN	DE	A	LONG. (KM)	CALADO (M)	PROFUN-DIDAD
Canal de acceso o exterior	-3+600	0+000	3.600	13.10	15.30
Dársena de Ciaboga I entre seno de escolleras	0+000	0+954	0.954	13.10	15.10
Canal Interior TPT	0+954	2+515	1.561	13.10	14.30
Canal Interior CTT	2+515	3+733	1.218	12.49	14.00
Canal Interior	3+733	4+290	0.557	10.05	11.00
Dársena Fiscal	4+290	5+010	0.720	10.05	11.00
Dársena de Ciaboga II	5+010	5+431	0.421	10.05	11.00
Canal Aguas Arriba	5+431	10+500	5.06	6.00	5.45
Total			**14.091**	**87.94**	

MAPA II-10 DE BATIMETRÍA DONDE SE INDICAN LAS PROFUNDIDADES QUE SE ALCANZARÁN POR EL PROYECTO



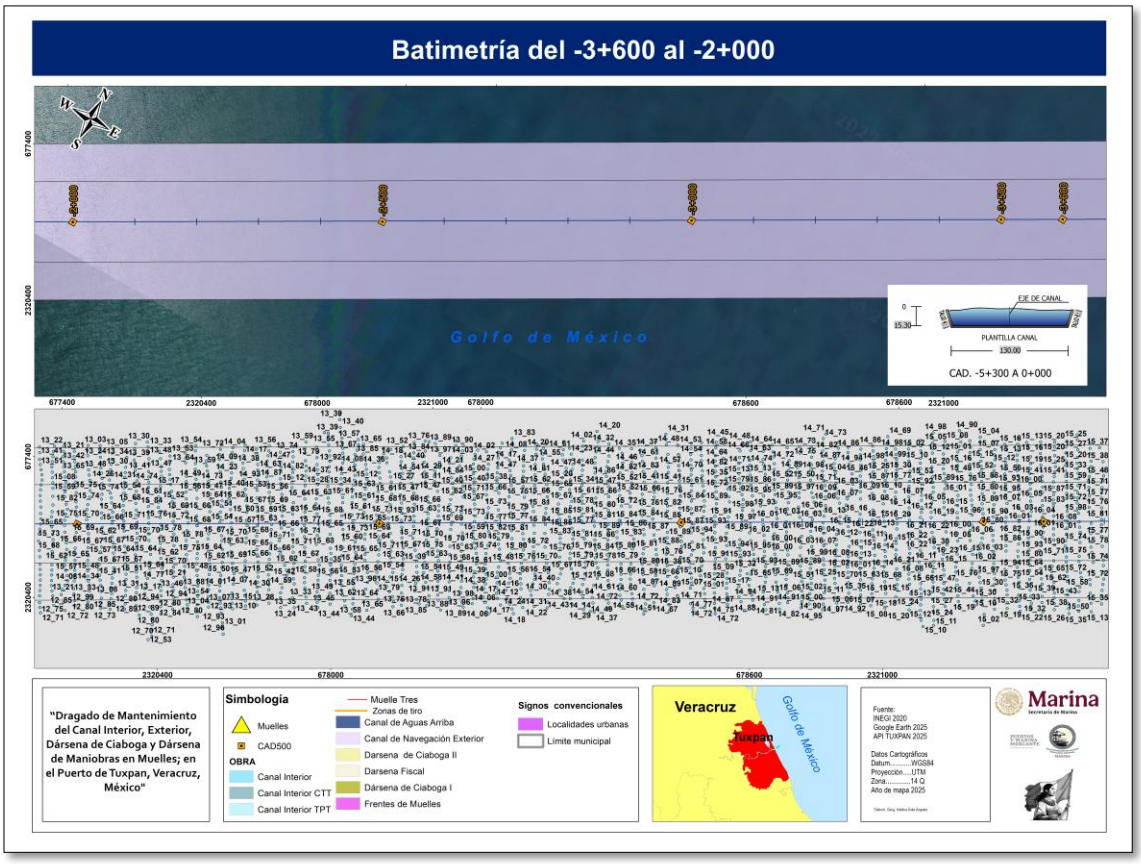
MAPA II-11 MAPA DE LOS 19 FRENTES DE MUELLE

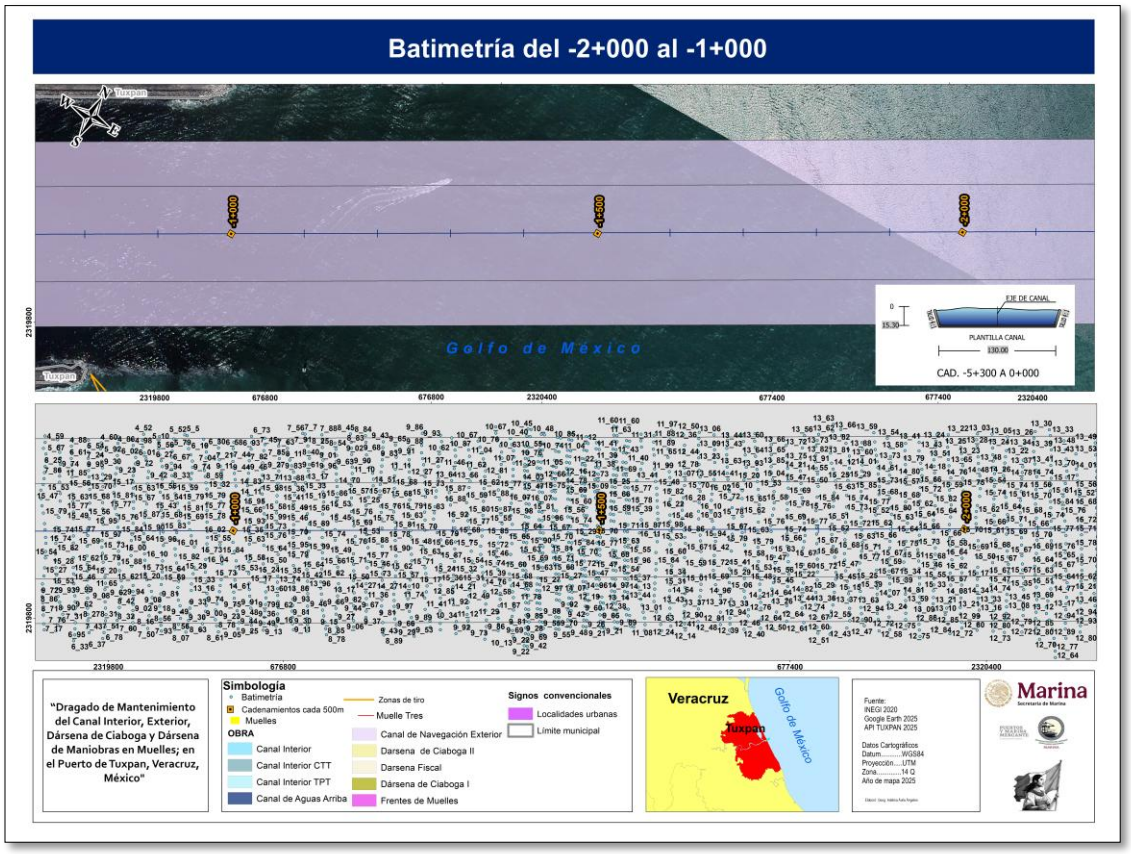


II.2.3.1.1 Canal de Acceso o canal exterior

El canal de acceso será dragado del cadenamiento 000+000 -Dársena de Ciaboga I hasta el -03+600 m en 3600 m con un ancho de 130 m de plantilla abarca el canal entre escolleras y va hacia mar abierto, la batimetría oscila entre -14 a -16 mbnm de profundidad, se pretende uniformizar a -15.30 m.b.n.m.

ILUSTRACIÓN II-3 LARGUILLOS-BATIMETRÍA DEL CANAL DE ACCESO POR TRAMOS

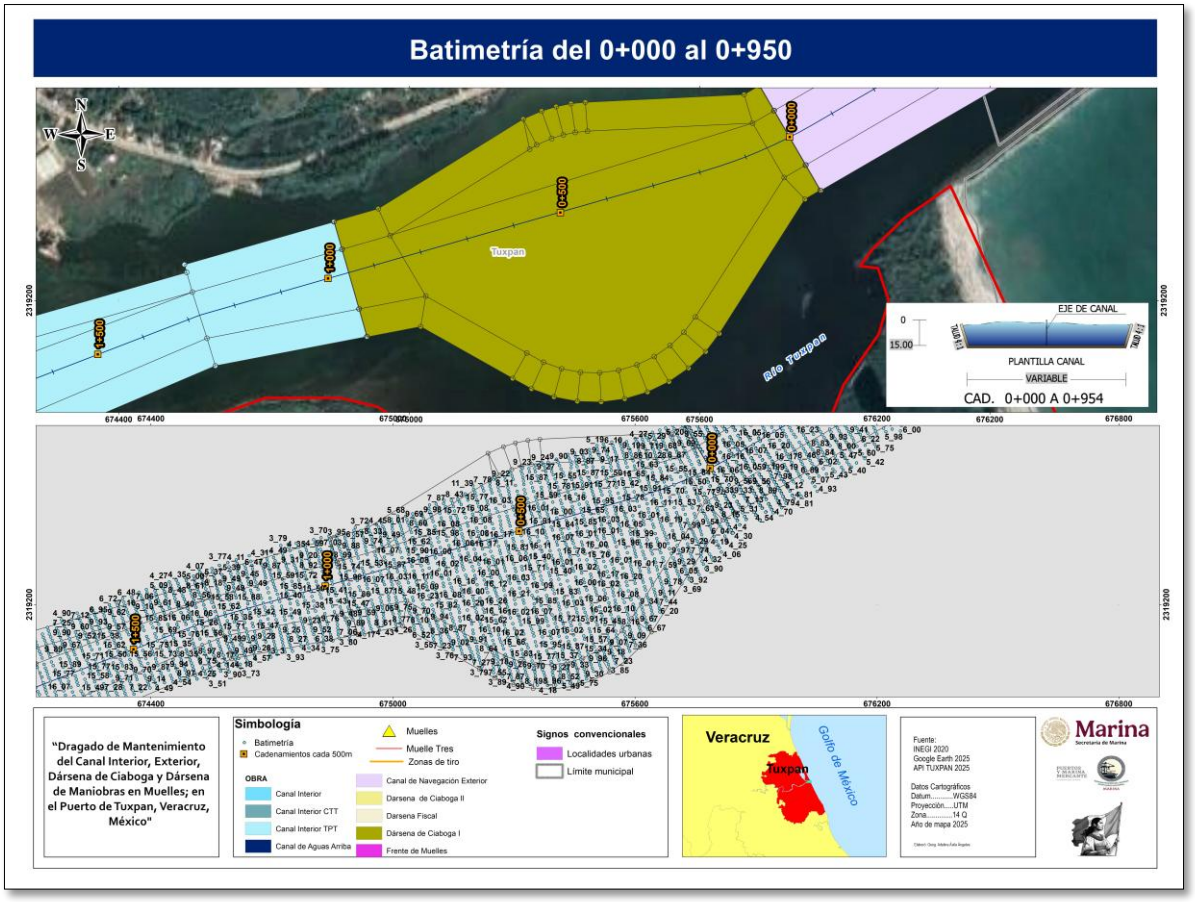




II.2.3.1.1 Dársena de Ciaboga I

La **Dársena de Ciaboga I,** se localiza entre el cadenamiento 0+000 al 0+954 alcanza una longitud de 954 m, el ancho de sección será variable por la forma de la zona, actualmente te presenta profundidades de -15 mbnm., la misma se uniformizará a una cota de -15.10 mbnm. La zona suroeste de la dársena se localiza a 1,534.66 m de distancia del RAMSAR Manglares y Humedales de Tuxpán, y es preciso mencionar que en ningún momento se pretende arrojar material de dragado sobre el área de RAMSAR y sobretodo aclarar que los dragados que serán realizados del canal exterior a la Dársena de Ciaboga I o en el fondo de la Dársena de Ciaboga tendrán relación con zona con cubierta de vegetación de mangle.

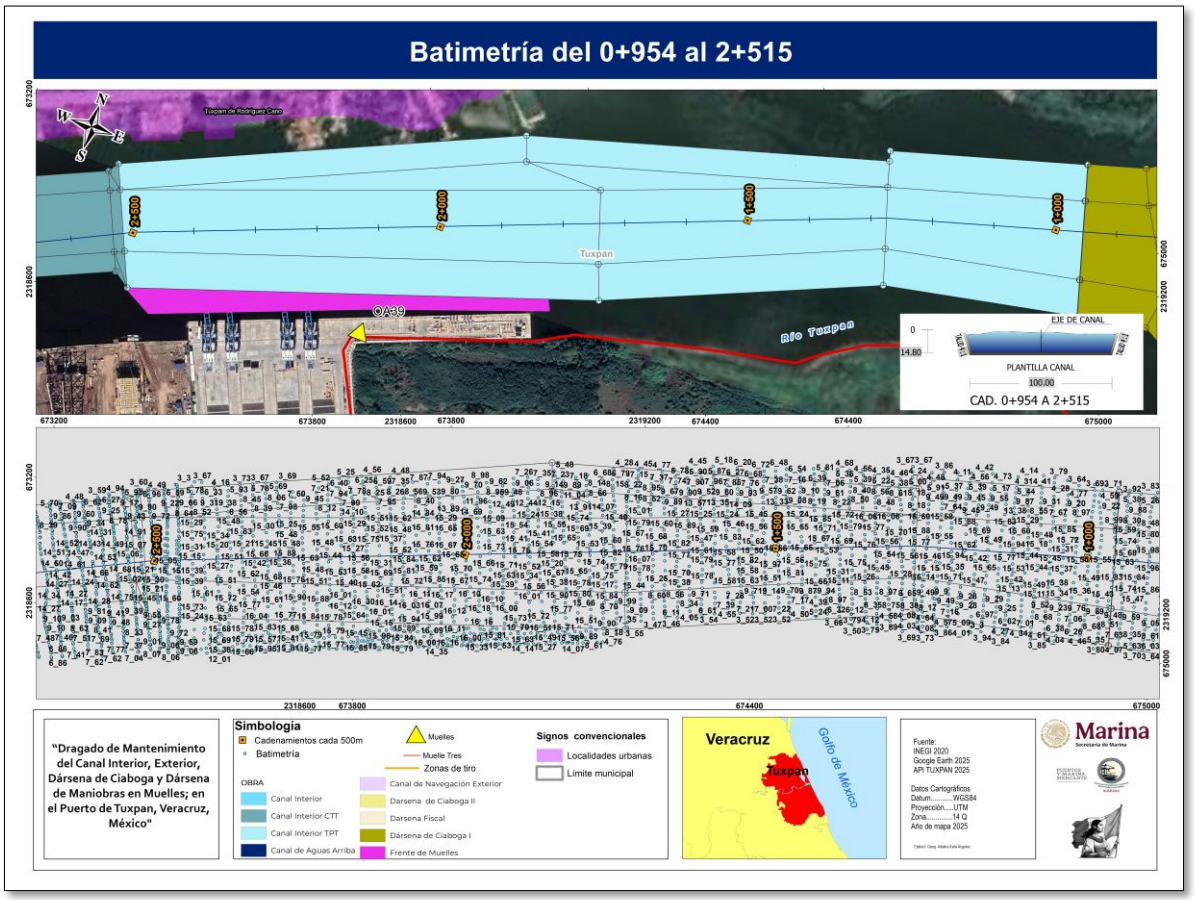
ILUSTRACIÓN II-4 INSTALACIONES Y BATIMETRÍA DE LA DÁRSENA DE CIABOGA I DEL 0+000 AL 0+954



II.2.3.1.2 Canal interior TPT

La sección del **Canal Interior TPT** se localiza, frente al Puerto Profundo de Tuxpan con presencia de un muelle de 500 m. La sección se localiza entre el cadenamiento de 0+954 al 2+515 en 1,565 m de largo, corresponde a una zona ubicada entre el canal de acceso a la Laguna de Tampamachoco, en la margen norte se localiza en muelle de PEMEX y en la margen sur el Puerto Profundo de Tuxpán, según el levantamiento batimétrico se alcanzan profundidades de -15 mbnm, en esta zona se busca mantener una profundidad de -14.80 mbnm. La zona sureste del Canal Interior TPT se localiza a 69.75 m de distancia del RAMSAR Manglares y Humedales de Tuxpán, y es preciso recalcar que en ningún momento se pretende arrojar material de dragado sobre el área de RAMSAR mucho menos sobre zonas cubiertas de vegetación de mangle.

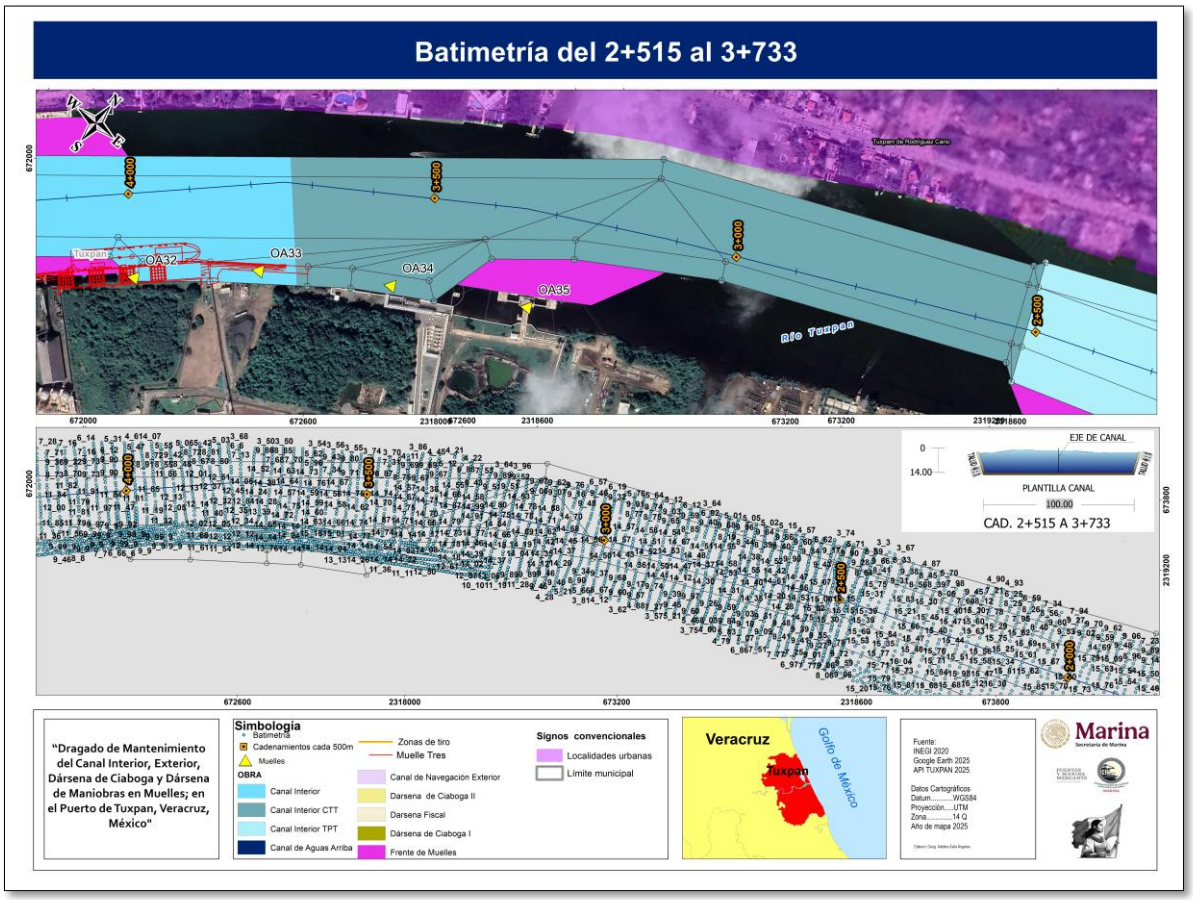
ILUSTRACIÓN II-5BATIMETRÍA DEL CANAL DE INTERIOR PTP DEL 0+954 AL 2+515



II.2.3.1.3 Canal Interior Compañía Terminal de Tuxpan CTT

La sección del Canal Interior frente CTT, va del cadenamiento de 2+515 al 3+733 en 1,218 m, en ella se encuentran diversas terminales que almacenan productos que van desde petrolíferos, productos agrícolas, mineros, entre otros. Los terrenos de la margen norte forman parte de la zona urbana de Tuxpán que cuentan con muelles e incluyen una terminal de servicios de una gasera y en la margen sur, áreas que constituyen al Puerto de Tuxpan donde se observan muelles y balizas. La sección registra una zona de bajo con profundidad de 12 mbnm y el resto presenta profundidades de 11 mbnm, y se pretende alcanzar una profundidad promedio de 14 mbnm. Se localiza a 1,470.16 m del Sitio RAMSAR antes citado.

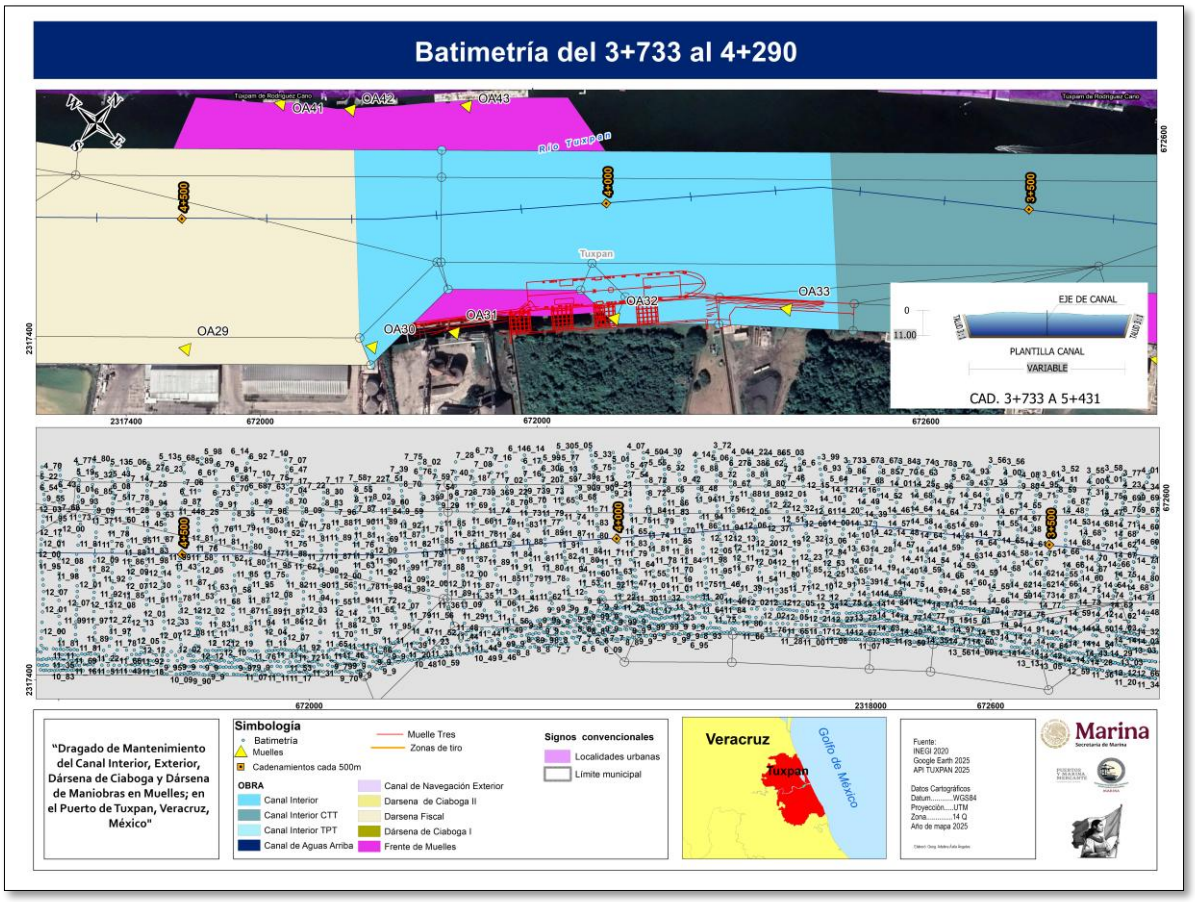
ILUSTRACIÓN II-6INSTALACIONES Y BATIMETRÍA DEL CANAL INTERIOR CTT DEL CADENAMIENTO 2+515 AL 3+733



II.2.3.1.4 Canal Interior

La sección del Canal Interior del cadenamiento 3+733 al 4+290 en 557 m, en la margen norte se encuentran las oficinas de la Administración del Sistema Nacional Portuario de Tuxpán que cuenta con un muelle de dragas y en la margen sur se encuentran los muelles de transferencia y la baliza del muelle fiscal, así como las instalaciones terminales del Puerto Tuxpan donde se ubican varias compañías de almacenamiento de granos y otros productos. La sección registra una con profundidades de -11 mbnm, misma que se pretende mantener. Se localiza a 2,672.5 m del Sitio RAMSAR referido.

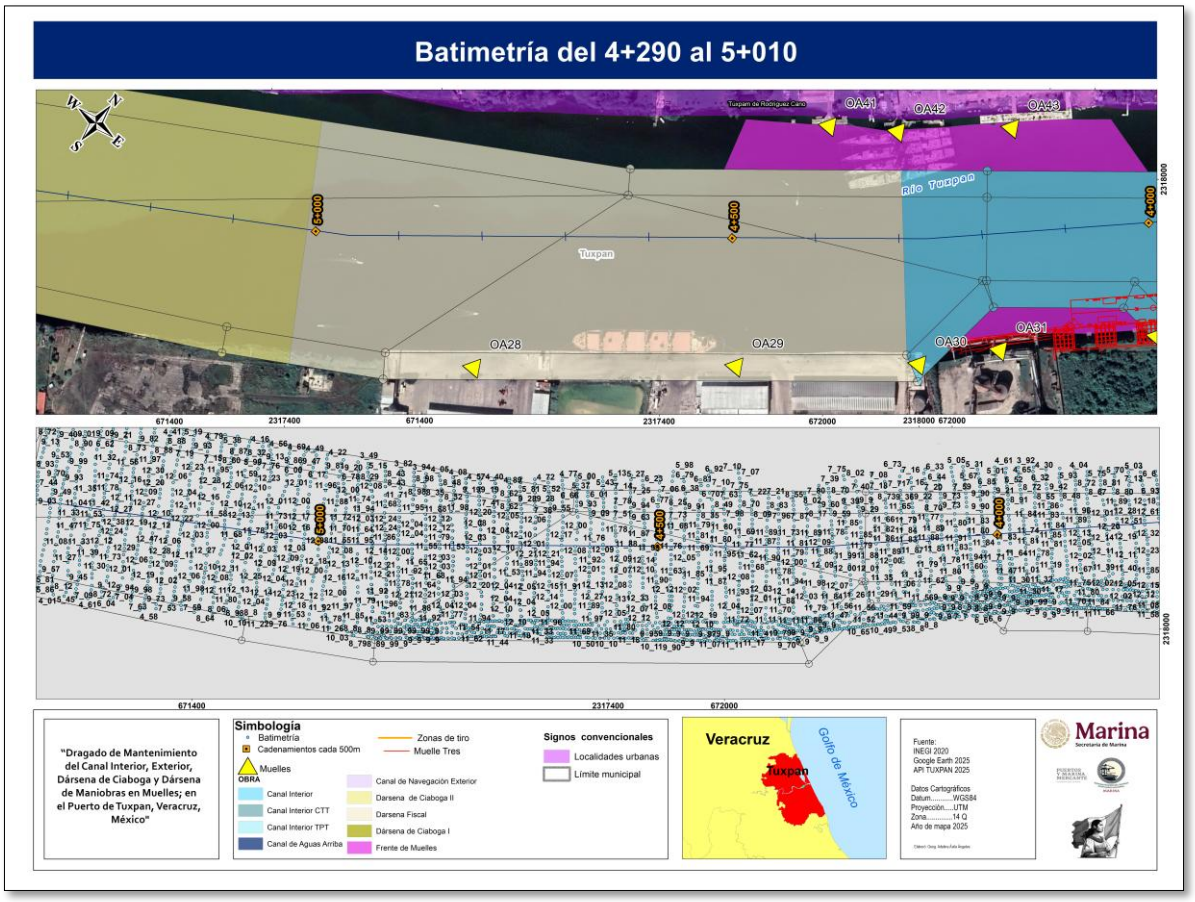
ILUSTRACIÓN II-7 INSTALACIONES Y BATIMETRÍA DEL CANAL INTERIOR DEL CADENAMIENTO 3+733 AL 4+290



II.2.3.1.5 Dársena Fiscal

La sección del cadenamiento 4+290 al 5+010 corresponde a la dársena fiscal. En la margen norte se localiza la capitanía de puertos, las balizas “anterior” y la “posterior” y la margen sur se localizan los muelles fiscales. Se cuenta con profundidad de -11, mbnm, que se pretende mantener. Se localiza a 1,286.86 m del Sitio RAMSAR referido.

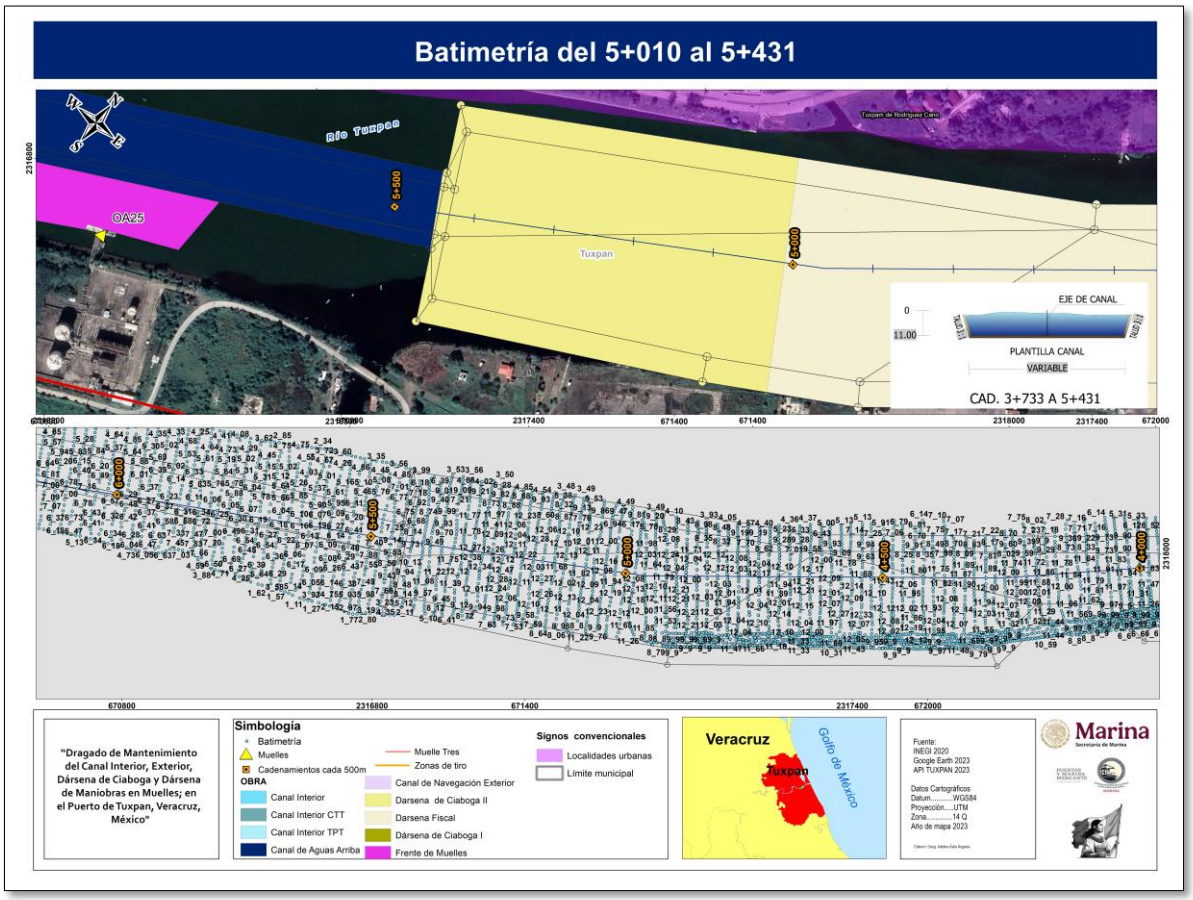
ILUSTRACIÓN II-8 INSTALACIONES Y BATIMETRÍA DE LA DÁRSENA FISCAL



II.2.3.1.6 Dársena de ciaboga II

La sección del cadenamiento 5+010 al 5+431 corresponde a la dársena de ciaboga II, el límite de la sección coincide con el Estero Tumilco. En la margen destac1 la presencia del Parque Ribereño Tuxpán y la porción sur los puertos y parques industriales SAPI, en ambas márgenes se observan diversas balizas, la sección cuenta con profundidad de -11, mbnm, que se pretende mantener. Se localiza a 4,947.58 m del Sitio RAMSAR referido

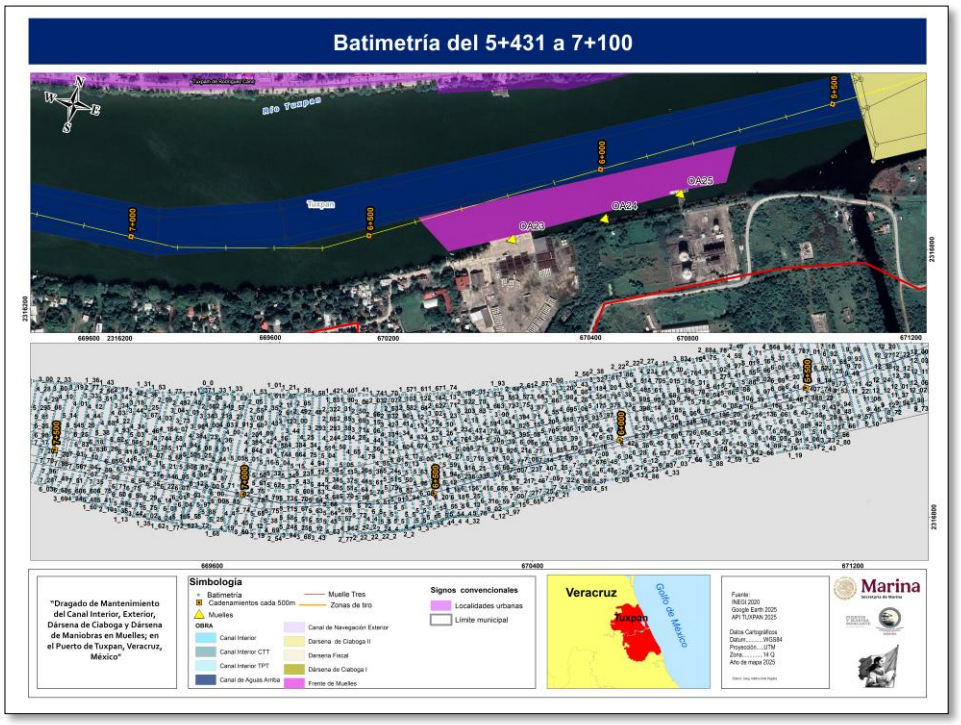
ILUSTRACIÓN II-9 BATIMETRÍA DE LA DÁRSENA DE CIABOGA II DEL CADENAMIENTO 5+010 AL 5+431

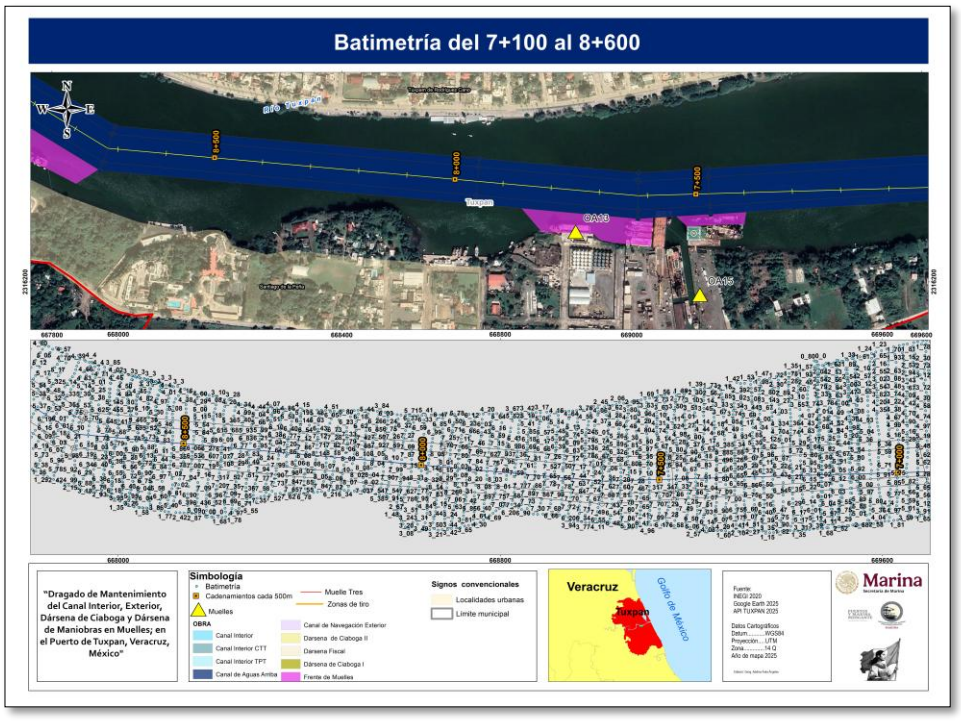


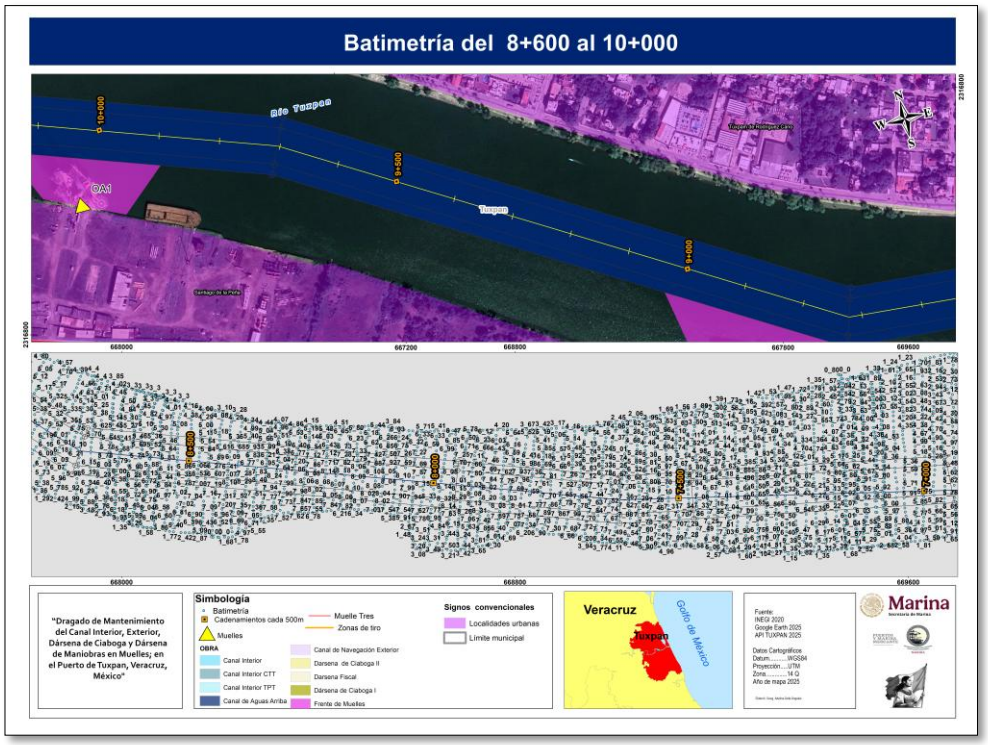
II.2.3.1.7 Canal Aguas Arriba

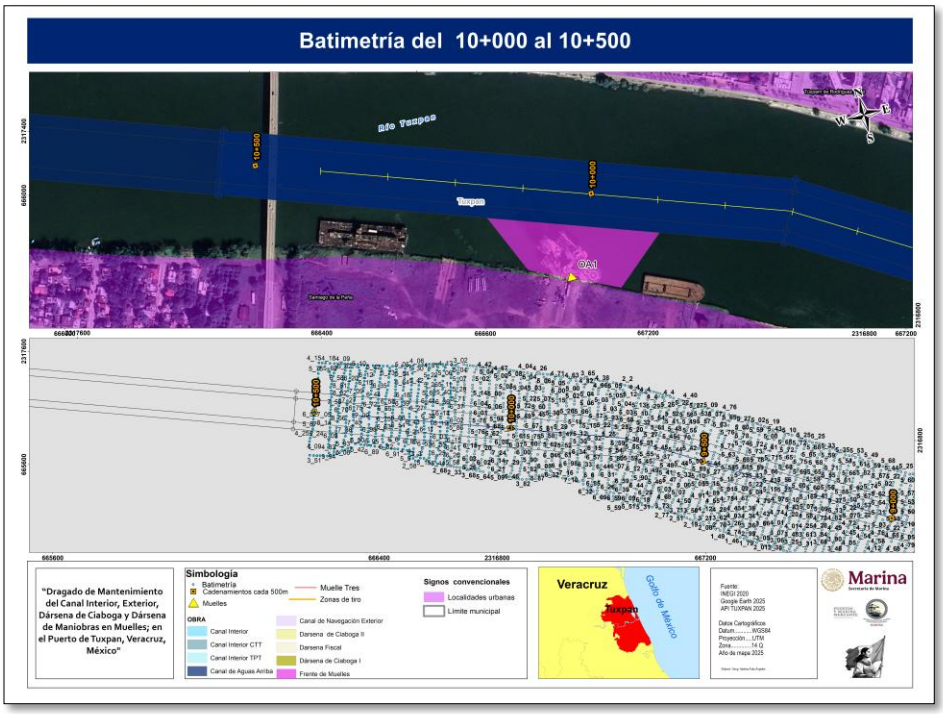
El canal aguas arriba va del cadenamiento 5+431 al 10+500 coincide su inicio con el Estero Tumilco y llega hasta el Puente que conecta a la Ciudad de Tuxpán con la carretera federal México Tuxpan. Esta sección del canal es atravesada por gasoductos de PEMEX, tres de ellos se localizan a la altura del cadenamiento 5+600 y otros dos a la altura del 6+100. En la margen norte del 5+431 al 7+100 se localiza la zona naval. Se localiza a 117.25 m al norte del Sitio RAMSAR referido

ILUSTRACIÓN II-10 LARGUILLO POR EL CANAL AGUAS ARRIBA 5+431 AL 10+500





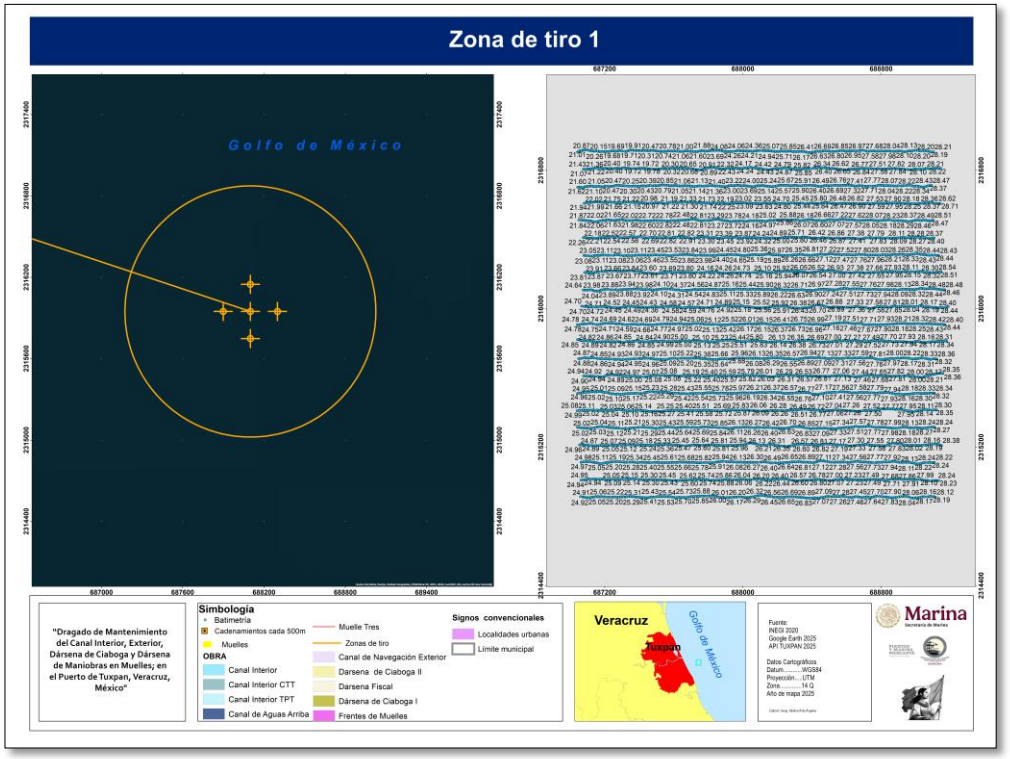


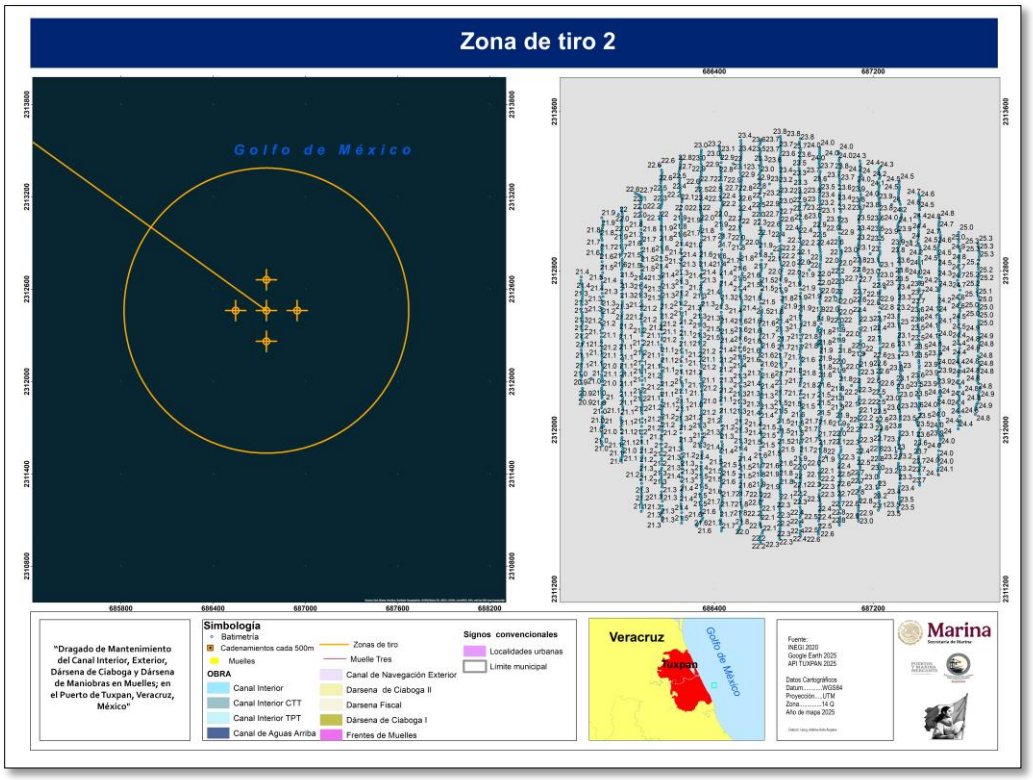


II.2.3.1.8 Sitios de Vertimiento I y II

Los sitios de vertimiento I y II se localizan a 6.41 y a 6.73 millas náuticas hacia el sureste, a partir del canal de acceso a Puerto de Tuxpán, son áreas localizadas en la plataforma del Golfo de México que presenta batimetría variable que oscila entre los -20 a los -28 mbnm, presentan 2 mil metros de diámetro y superficie de 269.35 ha cada una.

ILUSTRACIÓN II-11 BATIMETRÍA DE LOS SITIOS DE TIRO





II.2.3.1.1 Dragado de 19 frentes de Muelles

Los 19 muelles se ubican a lo largo del Rio Tuxpan en los márgenes de este y conectan al canal de navegación.

ILUSTRACIÓN II-12UBICACIÓN DEL MUELLE CELASA

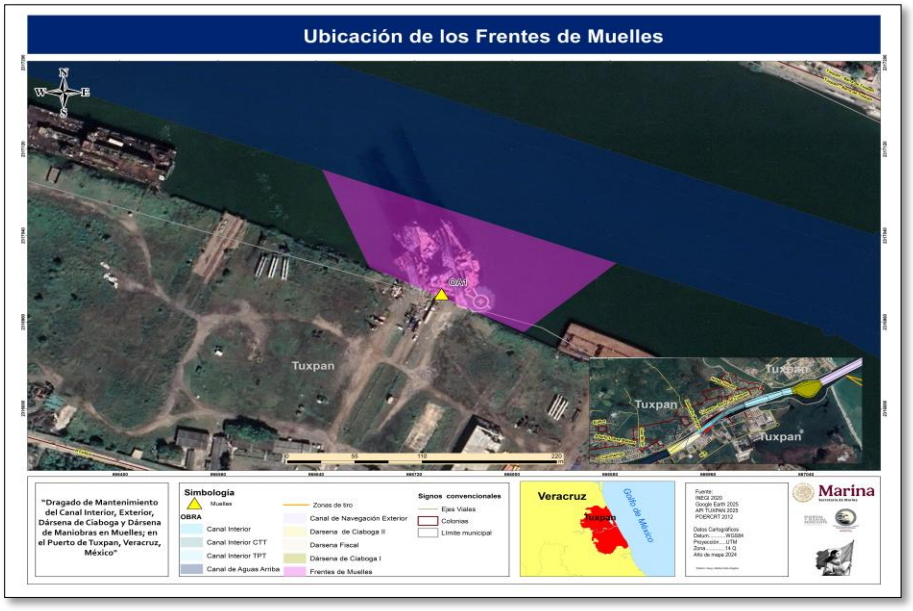


ILUSTRACIÓN II-13UBICACIÓN DEL MUELLE ANDINO

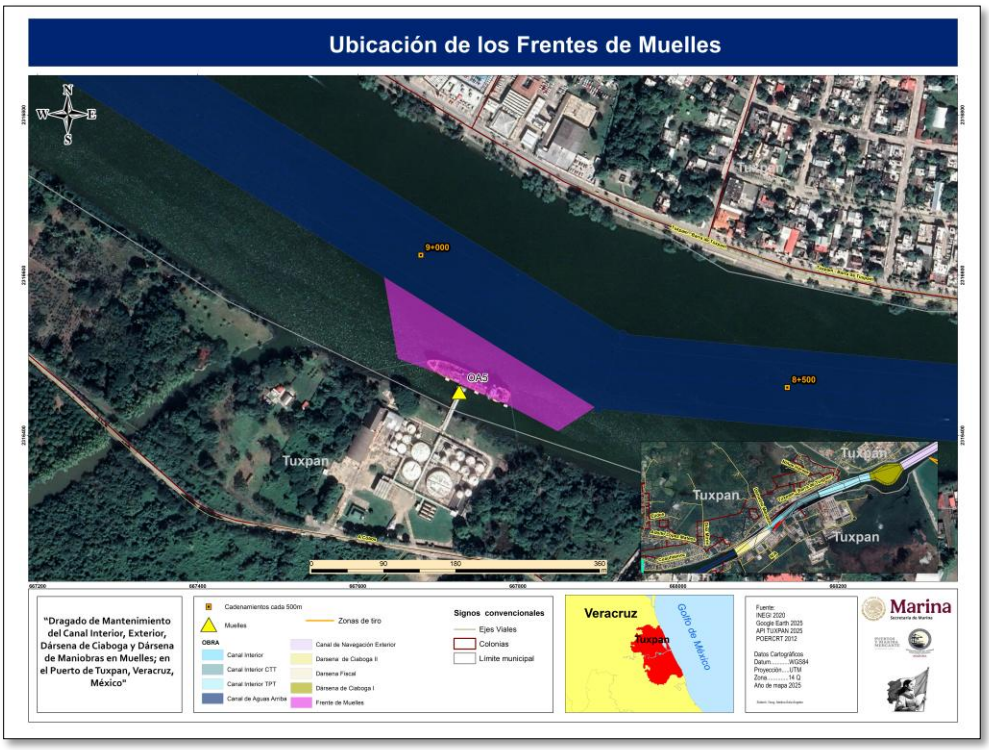


ILUSTRACIÓN II-14 UBICACIÓN DE LOS MUELLES SUMINISTROS MARINOS Y DE DESAGÜES METÁLICOS Y PRELIMINARES.

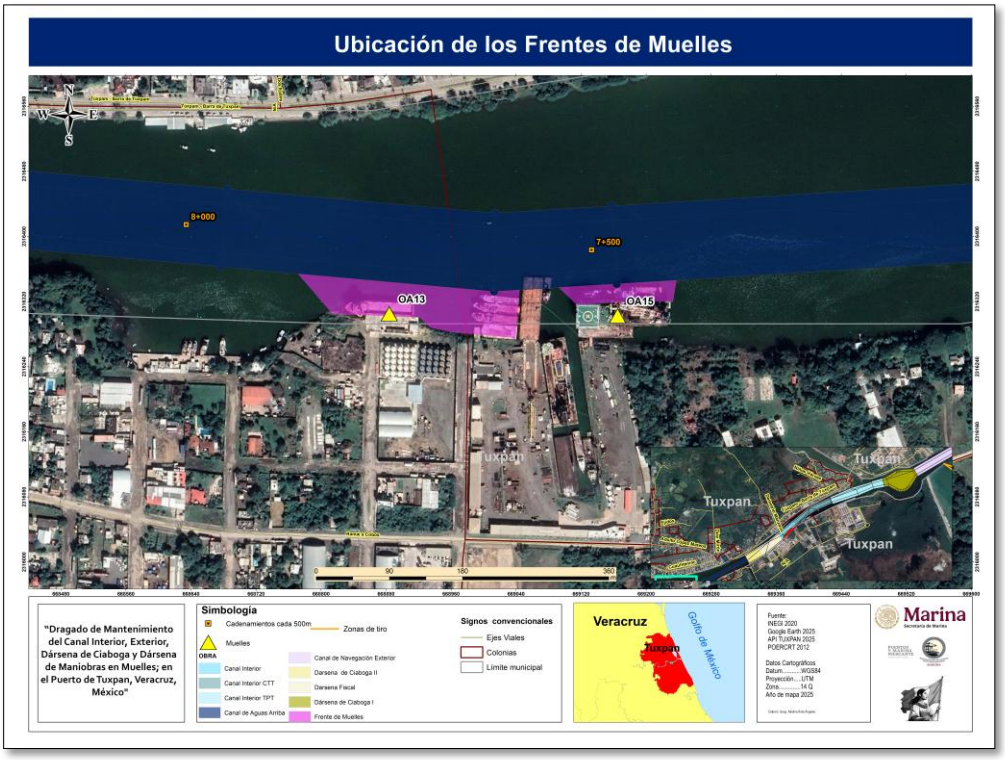


ILUSTRACIÓN II-15UBICACIÓN DE LOS MUELLES; PEMEX, DUQUE, Y ETILENO API TUXPAN

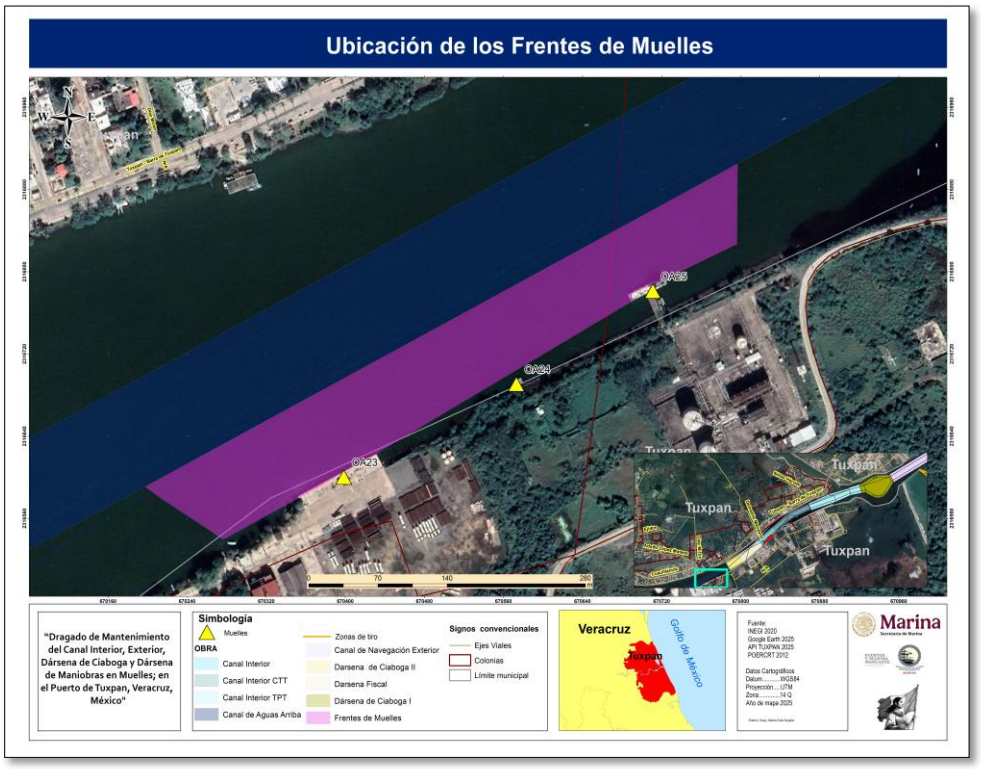


ILUSTRACIÓN II-16UBICACIÓN DE MUELLE TERMINALES MARÍTIMAS TRANSUMISA Y MUELLE FISCAL

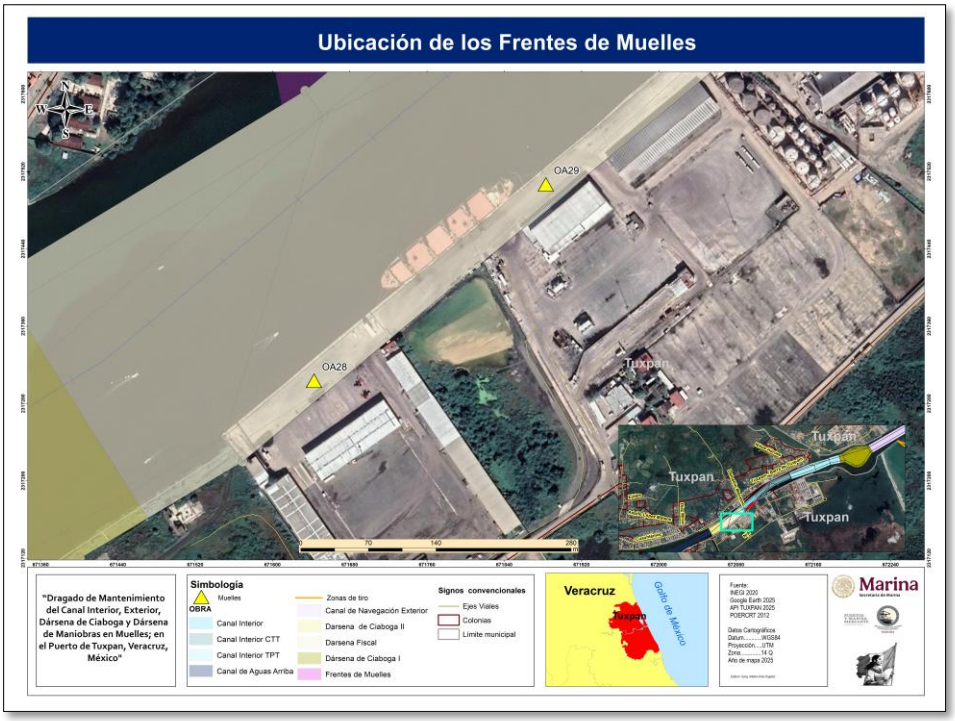
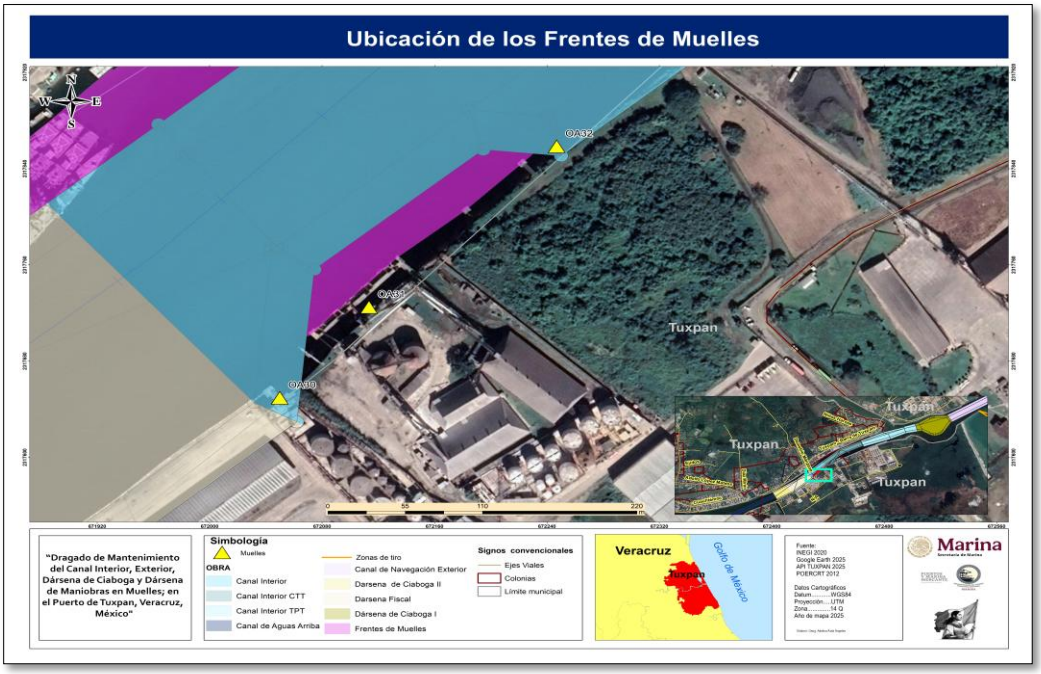


ILUSTRACIÓN II-17UBICACIÓN DEL MUELLE DUQUE API TUXPAN, TERMINAL PORTUARIA DE TUXPAN Y MUELLE DE USOS MÚLTIPLES DE VARIOS PROYECTOS.



II-18Ubicación del muelle Granelera Internacional y CTT



ILUSTRACIÓN II-19UBICACIÓN DE MUELLES TERMIGAS

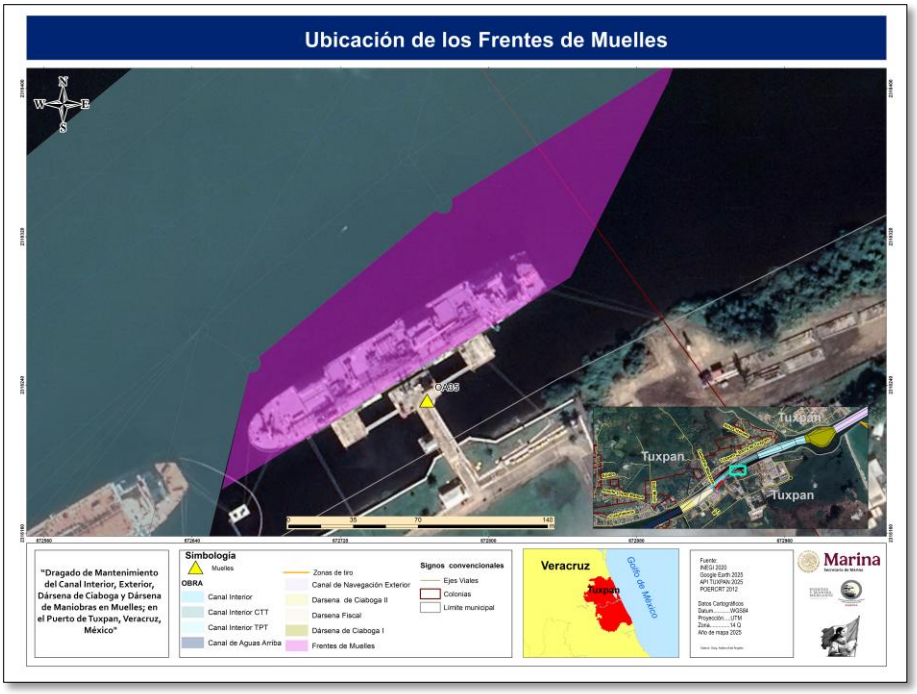


ILUSTRACIÓN II-20UBICACIÓN DE "TUXPAN PORT TERMINAL"

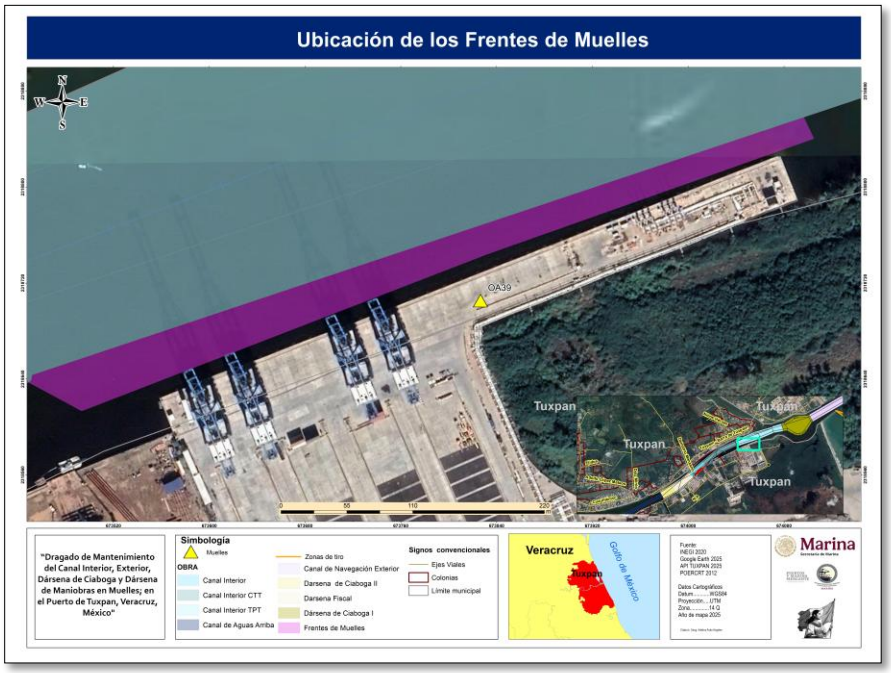
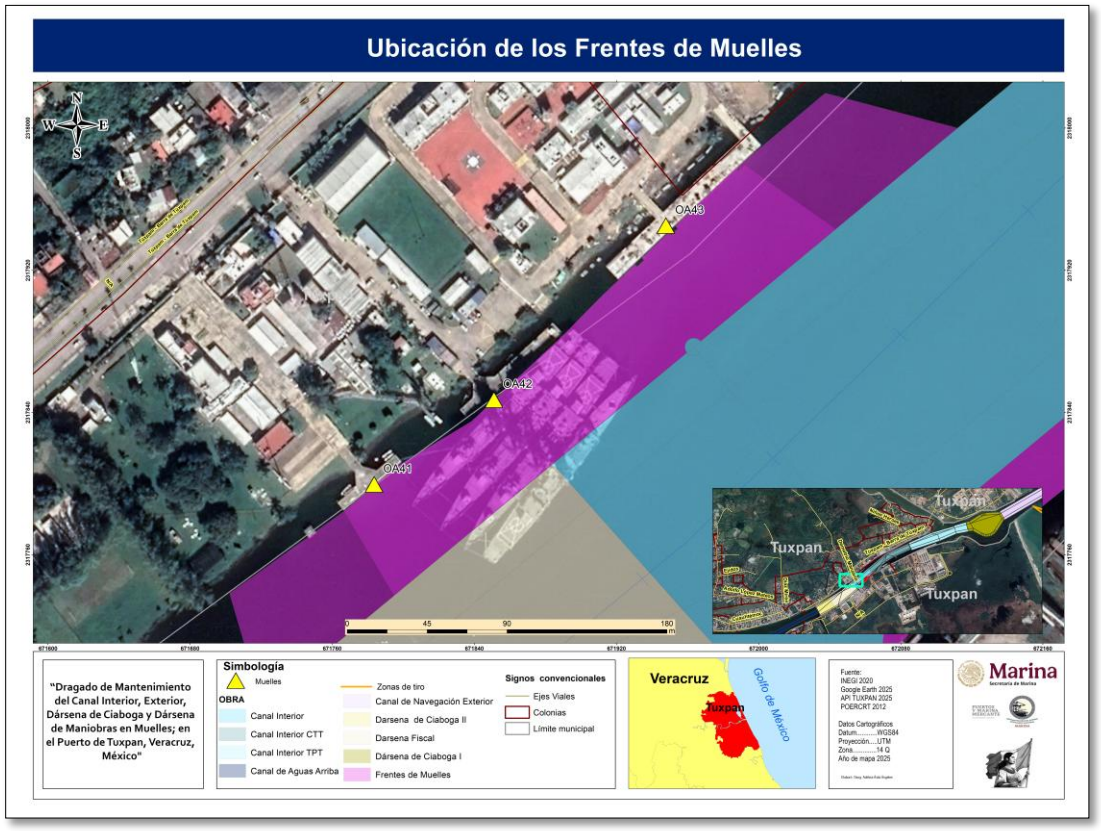


ILUSTRACIÓN II-21UBICACIÓN DE LOS MUELLES DRAGAS API TUXPAN, I SECRETARIAS DE MARINA Y II SECRETARIA DE MARINA

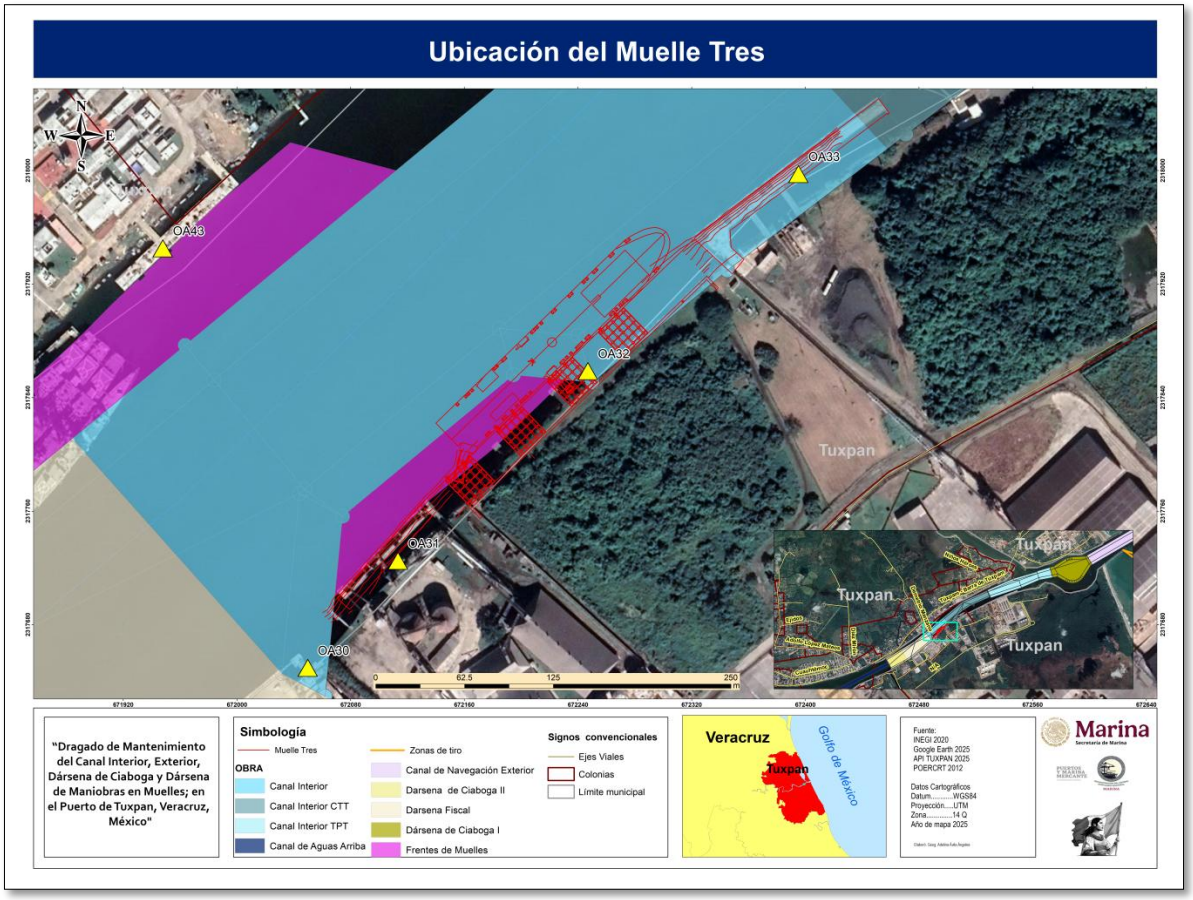


II.2.3.1.1 Muelle Tres y Dársena Operativa

En la Ilustración II-23 se muestra del sitio donde se espera que quede ubicado el Muelle Tres y su Dársena Operativa, mismo que corresponde a la margen sur del Canal de Tuxpan, al este de la Plataforma Marítima Centenario, al oeste del Muelle Granelera Internacional, y quedará conectado con la Terminal de Usos Múltiples (que forma parte del Programa Maestro Desarrollo del Puerto de Tuxpan) pero que no es parte del proyecto que se está sometiendo a la Evaluación de Impacto Ambiental y que será un proyecto independiente.

Es muy importante hacer énfasis, en que el espacio donde quedará establecido el Muelle Tres no corresponde a una zona terrestre, y el mismo quedará sobre un área de 5,270m^2 en el Canal de Tuxpan y la dársena de operación ocupará una superficie de 13,800 m^2.

ILUSTRACIÓN II-22UBICACIÓN DEL MUELLE TRES



II.2.3.2 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

El canal de navegación completo del Puerto de Tuxpán oficialmente mide 11 Km, sin embargo, como se puede ver en los planos anexos, el mismo abarca propiamente tres secciones, que son, 1) El canal de acceso, 2) Canal interior, y 3) Canal Aguas Arriba. El uso es básicamente de navegación y por reglamento están prohibidas las actividades productivas como la pesca o la acuacultura. El recinto portuario cuenta con una superficie terrestre de 57.02 Ha y de 256.77 ha de agua.

Para proveer condiciones de navegación cuenta con dos escolleras, la Norte presenta una longitud emergida de 1010 m y una porción sumergida de 390 m mientras la sur, presenta 720 m emergida y 220 m sumergida.

Como señalizaciones presenta.

- 10 balizas de enfilación
- 4 balizas de delimitación de dársena de ciaboga II
- 4 balizas de situación
- 4 balizas sobre escolleras
- 6 balizas de situación sobre muelles
- Un faro de recalada
- 4 boyas delimitadoras de la dársena de Ciaboga I
- 6 boyas delimitadoras del canal interior

En la zona terrestre se localizan diversas edificaciones que comprenden autoridades e instituciones, como son.

- Administración del Sistema Portuario Nacional Tuxpan
- Capitanía de Puerto
- UNAPROP
- SENASICA
- SADER
- Sanidad Internacional de la Secretaría de Salud.
- Instituto de Migración, de la Secretaría de Gobernación
- COFEPRIS
- PROFEPA
- SEMARNAT
- Aduanas
- Oficial exterior
- Fuerza Naval de la Secretaría de Marina

Se encuentran hasta 54 empresas que brindan sus servicios de avituallamiento para las embarcaciones que navegan en el canal de navegación del Puerto Tuxpan, cuyos servicios se indican en el Cuadro II-15.

CUADRO II-15 SERVICIOS QUE SE PUEDEN ENCONTRAR EN EL PUERTO TUXPÁN

Tipo de empresa	Número de empresas
Amarre de Cabos	4
Avituallamiento	9
Barreras antiderrames	5
Fumigadoras	2
Inspección, supervisión y certificación de mercancías	10

Tipo de empresa	Número de empresas
Lanchaje	4
Maniobras	5
Recolección de aguas residuales sentinas	3
Recolección de residuos sólidos	2
Remolque	1
Renta de sanitarios	1
Reparación de flota	1
Suministro de agua potable	2
Suministro de combustible	3

El Puerto de Tuxpán cuenta con infraestructura de ataque y almacenamiento para el manejo de productos a granel como los agrícolas, petróleo y derivados de hidrocarburos, el puerto cuenta con dos muelles de uso público a cargo de ASIPONA y un muelle de uso privado para el manejo de carga en general. La mayoría de las terminales e instalaciones del puerto son operadas por empresas de capital privado. Asimismo, pueden encontrarse embarcaciones para dragado, debido a que la ASIPONA cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental -vigente hasta el 2024.

II.2.3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS

II.2.3.3.1 Servicios para los dragados de mantenimiento

Básicamente se requieren dragas de tolva autopropulsada, que consisten en un barco con un sistema de bombas y tolvas donde descargar el material dragado. Este tipo de draga remueve el material del fondo acuático usando rastras, lo succiona y bombea usando una bomba centrífuga y lo deposita dentro de la draga en las tolvas, para finalmente descargarlo en las zonas de vertimiento.

Los modelos de dragas que se emplearán cuentan con tubos de succión para extraer los sedimentos y con tolvas de aproximadamente 12,000 m^3 de capacidad de almacenamiento (Ver Fichas Técnicas de la Dragas que se pretenden utilizar). Cabe mencionar que en México no se cuenta con este tipo de dragas es por ello, que las mismas serán arrendadas a empresas extranjeras que cuentan con sistemas de planeación, operación de mantenimiento

ILUSTRACIÓN II-23 FOTOGRAFÍA DEL TIPO DE EMBARCACIONES DRAGAS TOLVA QUE SE PRETENDE UTILIZAR



Las dragas de tolva funcionan sobre una embarcación autoportante y autopropulsada, de dimensiones variables, diseñada para dragar de forma continua elevados volúmenes de material de una forma sencilla y económica, y admitiendo condiciones marítimas adversas. El material es aspirado por un tubo dotado en su extremo de un cabezal de succión. A bordo de la embarcación se instala una bomba que crea el vacío necesario en el cabezal para poner en suspensión los materiales sueltos en el agua, y se aspira la mezcla agua-material que se almacena en la cantara de la propia draga.

Durante el proceso de dragado, el barco sigue en movimiento, aunque a una velocidad muy inferior a la de crucero. El material aspirado se vierte en la cantara, donde los sólidos decantan hacia el fondo y el agua que queda por encima se va evacuando a través de un dispositivo de rebose.

Las dragas tolva, permiten transportar el material dragado a grandes distancias. La descarga del material puede realizarse por apertura del fondo o por bombeo. En caso

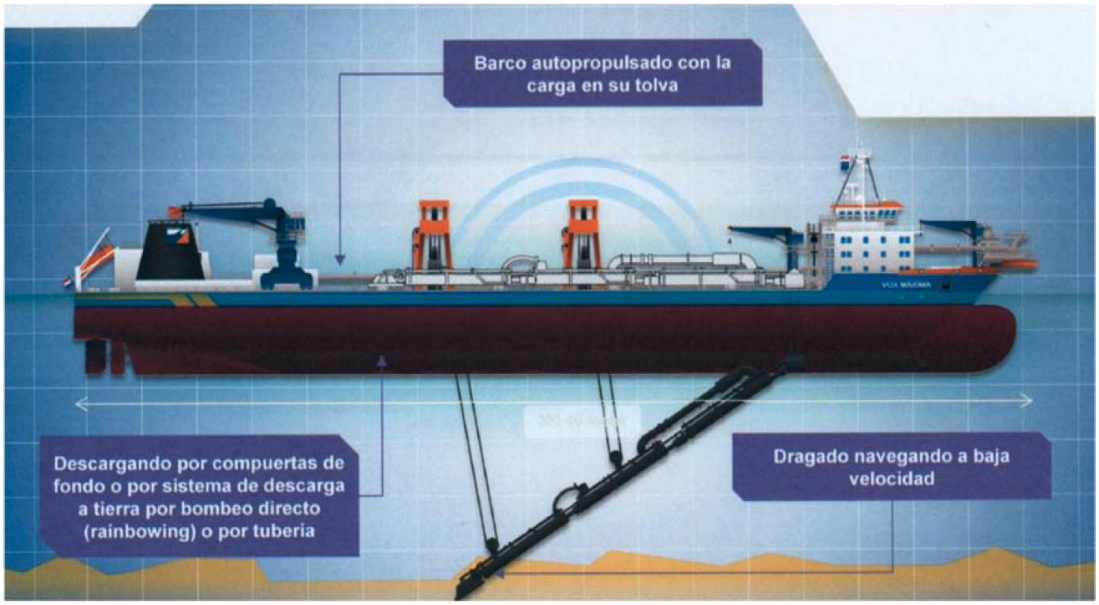
de no poder llegar hasta la zona de vertido debido al calado de la embarcación, el vertido solo podrá hacerse mediante tubería.

Las dragas de succión con tolva están principalmente diseñadas para dragar terrenos blandos, no demasiado compactos ni cohesivos, como fangos, arcillas blandas, arenas y ciertas gravas. En casos extremos, se puede instalar un montaje de dientes en el cabezal aspirador y un sistema de chorro para poder dragar materiales más resistentes

El número de bombas necesarias para succionar el material suele ser de 1 ó 2 unidades por buque, con una potencia que puede llegar a los 2.500 o 3.000 KW por unidad. Antiguamente se localizaban en la bodega del buque, aunque en la actualidad se incorporan cada vez más en el tubo de succión, es decir sumergidas, puesto que con ello se permite dragar a mayores profundidades sin disminuir la capacidad de succión, se obtiene un mayor peso específico de la mezcla y, por último, se consigue una mayor uniformidad en el proceso de succión

Las embarcaciones cuentan en general con los espacios necesarios para alojar al personal, servicios sanitarios, cocinas comedoras, así el combustible necesario.

ILUSTRACIÓN II-24 ESQUEMA DE LAS DRAGAS DE AUTOPROPULSIÓN



Las dragas aspiran el material extraído mediando bombas y dirigen este material hacia una cantara de almacenamiento. Las cantaras o tolvas varían en su capacidad pueden alcanzar más de 40 mil m^3. Las que se emplearán tendrán equipos integrados por tubos para la succión que termina en una cabeza de dragado, la cabeza de dragado sirve para facilitar el flujo de material hacia la tolva. Los sistemas de succión funcionan como aspiradoras mientras las embarcaciones se mueven lentamente a uno o dos nudos y va extrayendo en material acumulado en el fondo y al mismo tiempo lo almacena en la tolva. Una vez lleno, va evacuando el excedente de agua y lo evacua hacia el sitio de dragado. Posteriormente la embarcación se traslada hacia los sitios de tiro empleando el

mismo sistema de bombeo, pero ahora lo hará para expulsar el material producto de dragado en este caso mediante la técnica rainbowl.

II.2.3.3.2 Servicios para la Construcción de Muelle Tres y Dársena Operativa

Durante la construcción de estas obras, se hará uso de embarcaciones para llevar a cabo los trabajos desde el espacio marítimo. Es posible que en la parte terrestre (donde colinda el área para el Muelle Tres- se puedan aprovechar las terracerías ya existentes, los cuales pueden ser utilizados *ipso facto*, sin la necesidad de remover vegetación.

Para la construcción de la Dársena de Operación, se precisa el uso de dragas de succión, para dar la profundidad necesaria, los dragados se harán en el dragado del área del muelle (que comprende el límite del tablestacado primario hasta el frente de atraque), así como del área de la dársena operativa, en 230 m de longitud por 85 m de ancho, con superficie de 19,550.00 m^2, y un volumen aproximado de 9,631.83 m3.

II.2.3.3.3 Suministro de agua potable

Las naves que realizarán los dragados, cuentan con generadores de agua potable, alojadas en la sala de máquinas, con capacidad de transformar agua de mar en agua potable, con una capacidad de 8 toneladas cada 24 horas. La instalación comprende todo el equipamiento necesario para el tratamiento del agua producida y cuentan con alarmas para el caso de que el contenido de sal sea muy elevado y en este caso el agua producida se vierta por sobre la borda en vez de ser enviada al tanque de agua potable

En última instancia, los requerimientos de agua serán obtenidos con las empresas prestadoras de servicios del Puerto de Veracruz, y básicamente servirán para uso del personal de las embarcaciones.

.

Para el caso del agua que se requiere para los trabajadores que construirán el Muelle Tres, será suministrada por medio de garrafones que deberán ser dotados por la empresa que se contrate para la construcción

II.2.3.3.4 Suministro de agua para la construcción

Las naves que realizarán dragados de mantenimiento como de construcción de la dársena del Muelle Tres, que se utilizarán no requieren agua para los dragados, sin embargo, las mismas cuentan con sistemas de rebose para separar el material y eliminar el agua sobrante que se extrae durante los dragados.

Para el caso de la construcción del muelle no es preciso el uso de agua para la construcción, las estructuras corresponden a piezas metálicas y no se precisa realizar trabajos de albañilería.

II.2.3.3.5 Abasto de diésel y gasolina para el funcionamiento de las dragas

Las embarcaciones que se emplearan para los dragados en general cuentan con almacenamiento de combustibles suficiente para la operación sin embargo en caso

necesario, el abasto podrá realizarse directamente en las estaciones comerciales establecidas en diversos puntos del municipio del Puerto de Tuxpán, el tipo de combustible corresponde al diésel para funcionamiento de.

- Motores diésel principales, instalados en la sala de máquinas.
- Motor a diésel instalado en la sala de bombas que potenciará la bomba de dragado a través de un acople flexible y una caja reductora con embrague incorporado.
- Motor/motores diésel instalado en la sala de bombas, que potenciarán la/las bombas de chorro de agua
- Generadores auxiliares de corriente alterna propulsados por motores Diesel
- un generador de emergencia de corriente alterna propulsado por un motor Diesel.

Los motores Diesel podrán trabajar con Diesel Oil Marino (MDO) según: ISO 8217: 2005(E) con designación ISO-F-DMB o norma equivalente.

Para el caso de los vehículos y maquinaria que se utilice para la construcción de muelle, no se precisa de un almacenamiento, la misma será adquirida a partir de estaciones de servicio locales.

II.2.3.3.6 Suministro de víveres

Las embarcaciones cuentan con depósitos de provisiones, refrigeración, y cocinas, aso como comedores para la tripulación completa, de esta forma se espera que las mismas cuenten con suficientes víveres para todo el personal, y sistemas propios para el almacenamiento de residuos.

Para el caso de los alimentos que requerirán los trabajadores que construyan el Muelle Tres, serán suministrados por algún servicio de comedor, por parte de la empresa que se contrate para esta obra.

II.2.3.3.7 Suministro de sanitarios

Las embarcaciones cuentan con sanitarios, con plantas de tratamiento biológico de las aguas servidas, que tratará por separado los sistemas de descarga de aguas negras y grises, con capacidad para la tripulación, que cumplen con los últimos requerimientos aceptados internacionalmente, se espera que las embarcaciones no sean generadoras de aguas residuales.

Para el caso de los trabajos que se realicen en la porción terrestre, será dotado de un sanitario por cada 15 personas que participe y la ASIPONA Tuxpan a través de su contratista verificará de la correcta limpieza, manejo, recolección y disposición final de los residuos sanitarios.



II.2.3.3.8 Habitaciones para alojar a los trabajadores

Las embarcaciones usadas como dragas cuentan con dormitorios, propios y no será necesario el desembarque de personal en el Puerto Tuxpán.

Para el caso de los trabajadores que participen en la construcción del Muelle Tres, no será necesario proporcionar alojamiento, ya que se prevé la contratación de trabajadores de la localidad.

II.2.3.3.9 Oficinas con servicio de teléfono y energía eléctrica

Todas las embarcaciones cuentan con sistemas de navegación y telecomunicaciones y oficinas propias.

Para el caso de las obras requeridas para el Muelle Tres, es posible se establezca una oficina temporal que contará con servicios necesarios para realizar la vigilancia de las obras.

II.2.3.3.10 Servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos

Las dragas que se usarán en principio servirán para extraer sedimentos acumulados a lo largo del Canal del Puerto de Tuxpán, mismos que serán separados del agua y posteriormente serán vertidos en los dos sitios autorizados por la Secretaría de Marina.

Es preciso comentar que, conforme a la caracterización de los residuos, los mismos no corresponden a residuos tóxicos puesto que no rebasan los límites máximos permisibles de las normas ambientales de referencia (ver anexo de resultados CRIT realizados en el mes de septiembre de 2023), en consideración a que los sedimentos no constituyen pasivos ambientales, serán dispuestos en los sitios de tiro.

Por otra parte, es importante señalar que las dragas cuentan con las instalaciones necesarias para almacenar residuos de diversos tipos como son, a) de tipo urbano, b) recipientes con residuos gastados y materiales impregnados, y que son seguras para impedir la contaminación del ambiente y del medio marino.

Para el caso de los residuos de construcción y de tipo urbano que se deriven de las actividades de construcción del Muelle Tres, serán utilizados contenedores con capacidad suficiente para poder almacenar de modo temporal y entregar los mismos a prestadores de servicios, en todo momento se podrá mantener el control y obtener comprobantes de la entrega – recepción entre la empresa contratista y las empresas o recolectores municipales.

II.2.3.3.1 Maquinaria y equipo

Las dragas que se utilizarán incluyen de tolva de Succión en Marcha (TSHD, por sus siglas en inglés), mismas que se clasifican como dragas hidráulicas, que utilizan bombas centrífugas, al menos para el proceso de transporte del material dragado, bien sacándolo fuera del agua, o transportándolo horizontalmente hasta otro sitio.

Las principales características de una TSHD son: el cabezal de succión, las tuberías de succión, los compensadores de oleaje y los pescantes. Habitualmente, una TSHD está equipada con una o dos tuberías de succión a las que se les conecta los cabezales de succión. Se suele comparar los cabezales de succión con enormes aspiradoras. Las tuberías de succión descienden al fondo de las aguas y los cabezales se "arrastran" por encima del fondo marino, succionando material mientras el buque avanza lentamente, es decir, rastrea.

Las tuberías de succión y los cabezales de succión se pueden posicionar según las necesidades de la operación de dragado para que puedan ser transportados a la draga. La mezcla de agua y arena se aspira hacia arriba mediante un sistema de bombeo, hasta la tolva o cántara del buque. Los pescantes y cabrestantes de la draga operan las tuberías de succión, izándolas a bordo o arriándolas según convenga a la operación. Se utiliza un compensador de oleaje para controlar el contacto entre el cabezal de succión y el fondo marino cuando se draga con olas. Adicionalmente, la TSHD debe disponer de un sistema de rebose para separar el material y eliminar el agua sobrante.

equipadas con:

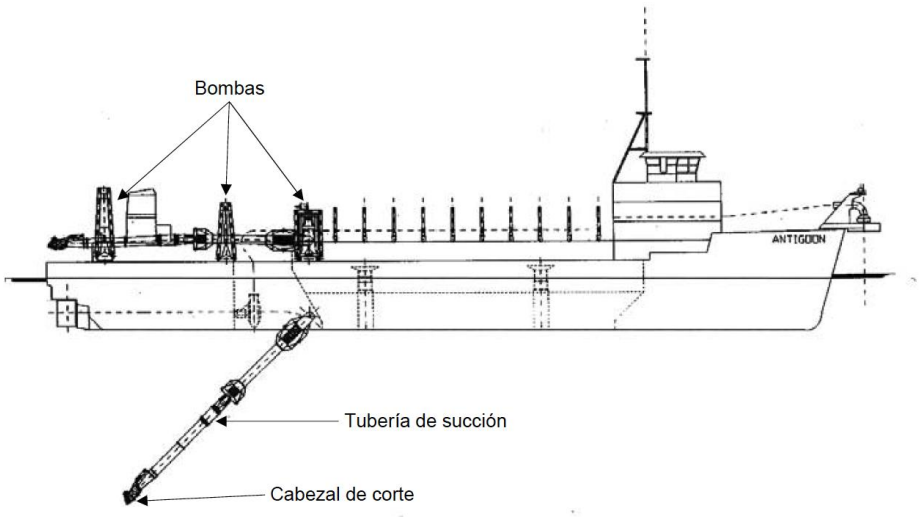


ILUSTRACIÓN II-25 DIAGRAMA DE UNA DRAGA DE TOLVA AUTOPROPULSADA CON CORTADOR
Fuente: Norma N-CTR-PUE-1-03-001/06

Esta clase de dragas tienen todos los elementos necesarios para cortar y disgregar el material del fondo, que mezclado con el agua es succionado por la bomba centrífuga de dragado y descargado en el sitio previamente elegido. Las dragas están equipadas con.



- Sistemas de control y gobierno
- Grúa tipo pedestal de cubierta
- Equipos de izaje en las salas de maquinas
- Sistema fijo de combate de incendios
- Taller de reparaciones
- Áreas de almacenaje
- Máquinas de herramientas
- Aire acondicionado y calefacción
- Cantaras o tolvas con sistemas de auto vaciado y sistemas de rebose, así como sondas y sistema de dilución de cantara
- Bombas de dragado, con tubos de succión en marcha
- Cabezal de dragados y codos articulados, así como toma de succión en el casco, líneas de aspiración de auto vaciado, descarga de la mezcla de baja densidad y conexión para la descarga en tierra
- Bombas de chorro de agua y sistema de agua del cabezal de dragado
- Llenado y vaciado del pique de proa
- Pescantes del cabezal de dragados y guinches
- Instrumentos y consolas de control
- Bombas de servicio de incendio/achique de sentina
- Dispositivos para descargas de agua con arena en sentina (agua productos de las filtraciones de agua y arena)
- Sistemas de desinfección de agua potable
- Bombas para circulación de sistema de agua potable para uso domestico
- Generador de agua potable por osmosis
- Unidad de tratamiento de aguas servidas
- Bombas de aceite lubricantes
- bombas de aceite sucio
- Sistemas de enfriamiento de agua
- Compresores de aire
- Sistemas hidráulicos
- Sistema de tuberías del buque que incluyen tuberías de lastre y sentinas, de aireación de llenado y de sondas, entre otras.

Las capacidades de combustible, lubricantes y agua potable, etc., deben ser suficientes para una autonomía mínima de 30 días de trabajo continuo, durante 24 horas diarias.

Para el caso del muelle, se espera el uso de maquinaria menor así como embarcaciones que permitirán los trabajos, tales como grúas, manos de chango, rotomartillos, vehículos y/o embarcaciones para transporte de materiales de construcción



II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

II.2.4.1 PARA LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO DEL CANAL Y FRENTES DE MUELLES

Previo a la realización de los dragados se realizan levantamientos batimétricos, para determinar las zonas que se deben dragar para ello las mismas embarcaciones cuentan con sistemas de sondeo que permite definir las áreas donde se extraerá el sedimento acorde a las características de los planos del proyecto,

Se revisarán las condiciones climáticas óptimas para la operación previas a las actividades del proyecto, para determinar si estas permiten el desarrollo de las actividades de dragado. Estas condiciones serán verificadas y autorizadas por la Capitanía de Puerto, los Pilotos de Puerto y la ASIPONATUX.

Para el inicio del dragado de material sedimentario en las zonas seleccionadas o marcadas del puerto, se indicará poligonal total del proyecto, es decir cono de enfilación del canal exterior, las secciones del canal interior, las dársenas y el canal exterior.

Se deberá verificar que las bombas de dragado estén correctamente conectadas a la tubería de succión y a la tubería de entrega aplicando los protocolos de seguridad necesarios, verificando que las draga pueda correr libremente y que exista un buen proceso de varado para mejorar el proceso de formación de la mezcla cerca de la boca de succión, asimismo se seguirán protocolos de revisión para asegurar que.

a) Se puedan realizar dragados durante la marcha por medio de una tubería flexible de succión situada en el costado de estribor y una bomba de dragado situada abordo.
b) Será capaz de descargar el material dragado en la cántara o fuera de borda, cuando el mismo sea demasiado ligero.
c) De poder descargar el material dragado al fondo del mar a través de dos filas de compuertas de fondo de tipo rectangular. Cada compuerta de fondo será accionada hidráulicamente por medio de un cilindro controlado a distancia desde el puente de mando.
d) De que se pueda vaciar la cántara del exceso de agua remanente luego de la descarga, por medio de la bomba de dragado y de las tuberías de autovaciado.
e) Que se puedan bombear el material dragado desde la cántara a tierra por medio de un sistema de auto vaciado, por medio de la bomba de dragado, a través de una conexión ubicada en la proa.
f) Que el cabezal de dragado esté provisto de un chorro de agua a alta presión para aflojar el suelo compactado.
g) La draga esté provista de un sistema de eliminación de gases en la bomba de dragado.
h) Se pueda diluir la carga de la cántara por medio de un sistema de chorro de agua para facilitar la descarga del material dragado cuando se descarga al fondo del mar o bien cuando se bombea a tierra.
i) La cántara pueda ser abierta por su parte superior y cuente con una pantalla contra salpicaduras en toda su extensión.



j) La cántara sea operable con sus dispositivos cilíndricos de rebose (overflow) y los mismos puedan ajustarse continuamente, accionados mediante dos cilindros hidráulicos controlados a distancia desde el puente de

II.2.4.2 Para la construcción de Muelle Tres y su Dársena de Operación

El muelle medirá 230 m de largo y 25 m, es decir, tendrá una superficie de 5,750.00 m2 El muelle servirá para soportar una grúa en modo de desplazamiento con peso total de 610 toneladas, con carga máxima de 100 toneladas, dando una carga máxima en operación en muelle de 710 toneladas para carga y descarga de productos a granel, directo de embarcación atracada. La construcción del muelle se construirá al norte de la actual Terminal de Uso Múltiple (TUM) -misma que se construyó bajo la autorización de impacto ambiental otorgada por la SEMARNAT por el oficio SGPA/DGIRA/DG/01389 de fecha 04 de febrero de 2018-. En la Ilustración II-27 se muestran las áreas que constituirán el Muelle Tres y la Dársena Operativa,

El desarrollo del **Muelle Tres** y su **Dársena de Operación**, implicarán las siguientes tareas.

Los trabajos de estructuración del **Muelle tres** y su **Dársena de Operación**, que comprenderá.

1) El armado de la superestructura
2) Tablaestacado como estructura de contención de rellenos, que implicará la colocación de acero laminad para protección del talud, que tendrá una longitud total de 350 m, a desplantar a una profundidad de -31.50 m en la parte baja y a -5.0 m en la parte superior en tierra en un área de aproximadamente 10 m de ancho, utilizando un sistema de anclaje constituido por pilotes de acero hincado a 34.5 m y ligados estructuralmente por un cabezal continuo, la tablaestaca será de acero laminado en caliente, asimismo se incluirá el establecimiento de una base de contención entre ambas estructuras de la tablaestaca, y después la construcción de un cabezal. Una vez construido el tablaestacado, se establecerá la dársena de Ciaboga de 13800 m3 con una profundidad de -12.30 m.
3) Hincado de pilotes como sistema de sostén del muelle, que se establecerán
4) Losa de cubierta
5) Establecimiento de sistema de defensas, sistema de amarre del barco, escaleras marinas, iluminación, drenaje pluvial, sistema de señalización marítima, señalización vial.
6) Será necesaria realizar dragados para la constitución de la **dársena operativa** del muelle y del propio muelle con las dimensiones señaladas enseguida.

Cuadro II-16 Dimensiones del dragado para el desarrollo del Muelle

Componente	Subcomponente	Dimensiones	Superficie (m²)
Zona de Dragado	**Dársena operativa**	230 m x 60 m	13,800.00
	Muelle	**230 m x 25 m**	**5,750.00**
Subtotal Zona de Dragado		230 m x 85 m	**19,550.00**

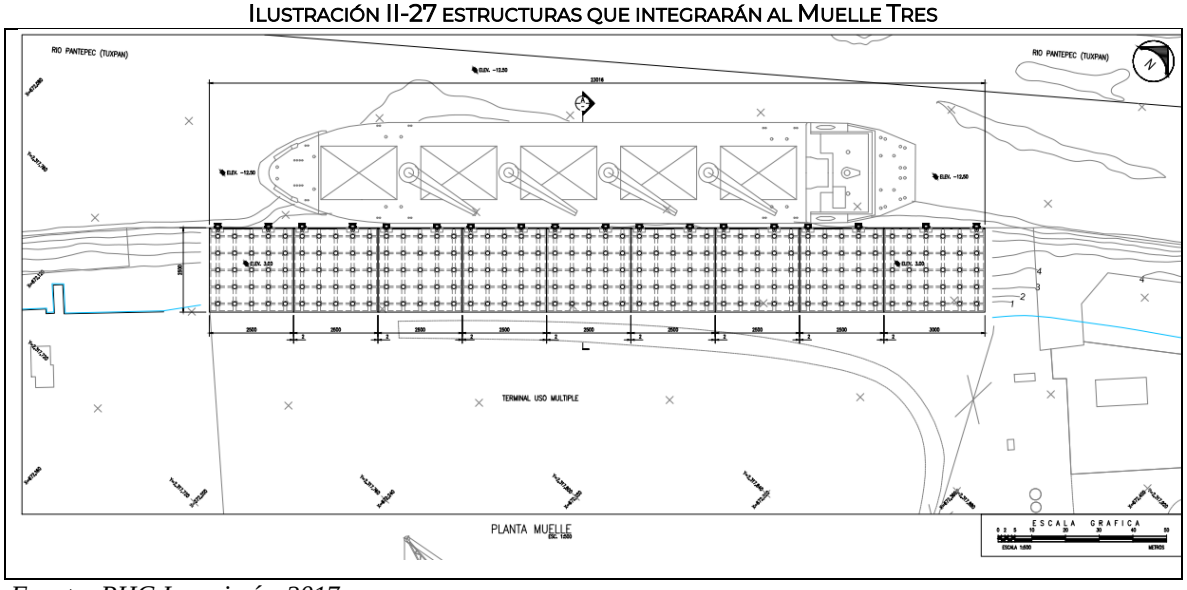
ILUSTRACIÓN II-26 ÁREAS QUE CONSTITUIRÁN EL MUELLE TRES Y LA DÁRSENA OPERATIVA



El **Muelle Tres** corresponde a una obra nueva que incluye la construcción de una dársena operativa.

El muelle tendrá 230 m de longitud y un ancho total de 25 m, para dar una superficie de 5,750.00 m^2 de muelle marginal, estará integrada por nueve módulos de concreto, 8 de 625 m^2 cada uno y 1 módulo de 750 m^2. Cada módulo estará soportado por 25 pilas de 1.20 m de diámetro, y llevará como complemento estructural dos bitas, dos defensas, pantalla y guarnición. El muelle mantendrá una elevación de 3.00, y las pilas serán hincadas a una profundidad de – 35.00 m. El muelle servirá para soportar una grúa en modo de desplazamiento con peso total de 610 toneladas, la cual tendrá una carga máxima de 100 toneladas, dando una carga máxima en operación en muelle de 710 toneladas para carga y descarga de productos a granel, directo de embarcación atracada (Ilustración II-28).

ILUSTRACIÓN II-27 ESTRUCTURAS QUE INTEGRARÁN AL MUELLE TRES

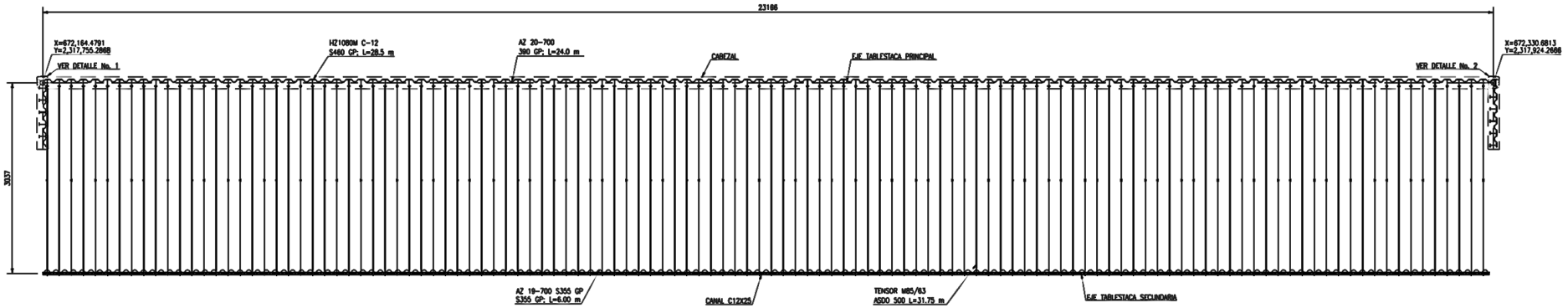


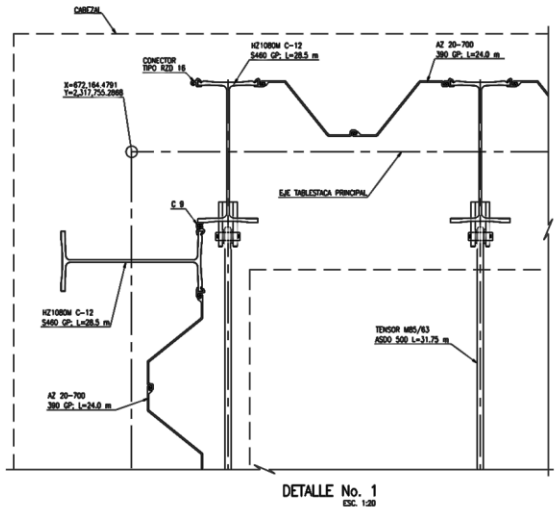
Fuente: RHG Ingeniería, 2017

Para la construcción del muelle, será necesario el establecimiento de un Tabla-estacado, que se conformará a base de placas metálicas, y estará integrado por un tablestacado primario de 230 m largo con laterales de 10 m, funcionando como muro de contención sobre la margen del río y desplantado a una profundidad de -26.00 m. Así como un tablestacado secundario o de reforzamiento, desplantado a -6.00 m de profundidad, colocado a 30 m de distancia del primario y tensado a éste con cable de acero

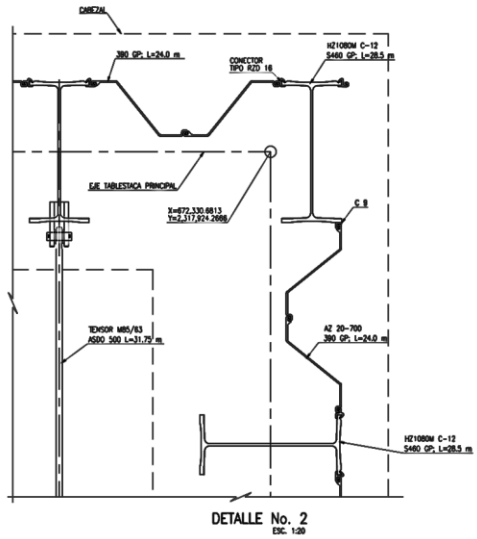
El tablaestacado, se conformará a base de placas metálicas, y estará integrado por un muro principal o primario de 230 m largo con laterales de 10 m, funcionando como muro de contención sobre la margen del río y será desplantado a una profundidad de -26.00 m. Así como un tablestacado secundario o de reforzamiento, desplantado a -6.00 m de profundidad, colocado a 30 m de distancia del primario y tensado a éste con cable de acero (Ilustración II-29).

Ilustración II-28 Corte transversal del tablaestacado



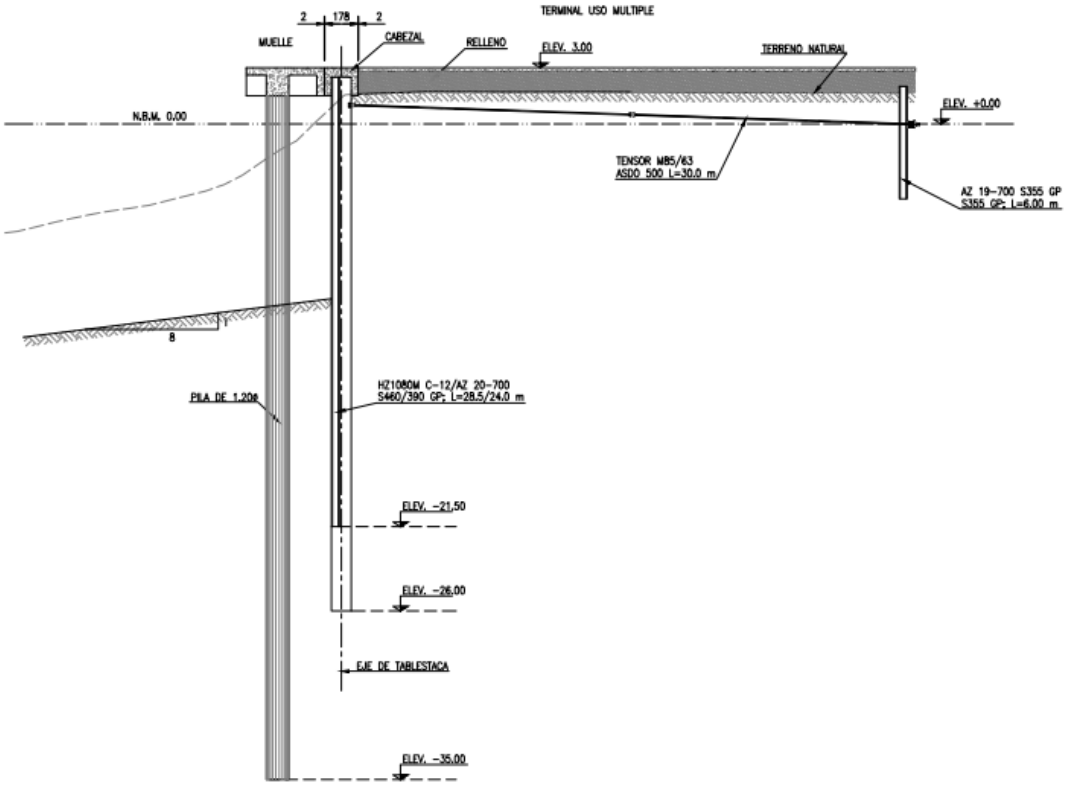


DETALLE No. 1
ESC. 1:20



DETALLE No. 2
ESC. 1:20

ILUSTRACIÓN II-29 CORTE PERPENDICULAR DEL MUELLE TRES CON SU TABLA ESTACADO



Para el establecimiento del Muelle Tres, se requiere una modificación del trazo del canal de navegación para asegurar su operación, de esta forma será necesaria la instalación de dos nuevas balizas de situación (BS) y placas de señalización. Las BS-1 tendrán luz de color verde y las BS-2 tendrán luz de color roja, todas con un rango luminoso de 5 millas náuticas. Las placas serán de 1 m^2, construidas en concreto y con un tubo central de acero redondo de 1 ½" (Cuadro II-6).

CUADRO II-17 *CARACTERÍSTICAS DE LAS BALIZAS DE SITUACIÓN.*
Fuente: RHG Ingeniería, 2017.

BALIZAS DE SITUACION					
IDENTIFICACION	COLOR DE LUZ	CARACTERISTICAS		RANGO GEOGRAFICO	RANGO LUMINOSO
		CANDELAS	DESTELLO		
BS–1	VERDE	77	0.4" ENC+3.6" APAG, T=4s	1.00 mn	5 mn T=0.74
BS–2	ROJA	77	0.4" ENC+3.6" APAG, T=4s	1.00 mn	5 mn T=0.74

El hecho de modificar el eje del canal obliga necesariamente a modificar la posición de las balizas de enfilación existentes, con el objetivo de que estas apoyen a la navegación y cumplan adecuadamente con su función. De acuerdo con esto, las balizas 12 y 13 (BS-1) de la margen izquierda y las balizas 20 y 24 (BS-2) de la margen derecha, deben ser reorientadas. Para las balizas 12 y 13 tendrán una altura de 30 m y 33 m

respectivamente, la ubicación de la baliza No. 12 será dentro de los terrenos propiedad de APITUXPAN y la baliza No. 13 dentro de los terrenos de la Escuela Secundaria Técnica

Pesquera No. 22. Para las balizas 20 y 24 tendrán una altura de 20 m y 23 m respectivamente, la ubicación de ambas balizas será en los terrenos donde se localizan las tuberías de PEMEX, es importante comentar que la localización de las estructuras es tal que no se tiene afectación a las tuberías (Cuadro II-17).

CUADRO II-18 REORIENTACIÓN DE LAS BALIZAS DE ENFILACIÓN.

Baliza	*Margen*	*Altura*	*POS ACTUAL*	*POS PROYECTADA*
12	Izquierda	30 m	20°57'04.64"N 97°21'00.32"O	20°57'10.50"N 97°20'56.70"O
13	Izquierda	33 m	20°57'00.34"N 97°21'08.12"O	20°57'07.80"N 97°21'01.90"O
20	Derecha	20 m	20°56'37.69"N 97°21'24.91"O	20°56'38.70"N 97°21'19.50"O
24	Derecha	23 m	20°56'31.02"N 97°21'33.95"O	20°56'35.20"N 97°21'23.40"O

Para el establecimiento del Muelle Tres y de su Dársena de Operación, van a ser necesarios los dragados y rellenos acorde a lo indicado en el Cuadro II-19., por ello se espera un volumen de dragado de 9,63.83 m³, que se sumarán al volumen de los dragados de mantenimiento.

CUADRO II-19 ESTACIONES Y VOLÚMENES DE RELLENO Y DRAGADO.

Estación	Relleno (m³)	Dragado (m³)
0+000	68.01	383.77
0+010	45.64	395.32
0+020	46.48	412.34
0+030	47.27	413.37
0+040	52.23	428.54
0+050	53.07	450.06
0+060	48.86	472.28
0+070	44.73	483.72
0+080	42.57	491.67
0+090	40.15	493.99
0+100	40.13	490.63
0+110	48.52	461.99
0+120	57.24	436.71
0+130	57	420.61
0+140	54.1	414.98
0+150	52.76	403.32
0+160	56.59	397.21
0+170	59.43	388.56
0+180	56.73	379.69
0+190	53.89	372.84
0+200	55.59	363.29
0+210	56.55	353.07
0+220	60.93	346.13
0+230	62.51	341.58
TOTAL	1,260.98	9,631.83

Fuente: RHG Ingeniería, 2017.

II.2.4.2.1 Realineación del canal de navegación y tablestacado secundario de refuerzo.

Como se comentó anteriormente, se identificó la necesidad de modificar el trazo del canal de navegación, con el objetivo de brindar áreas adecuadas para el tránsito de embarcaciones y para la operación del nuevo muelle.

Por lo general, el espacio para maniobras de atraque y desatraque se considera como parte de la misma área del canal de navegación, buscando aprovechar más espacio; sin embargo, es recomendable en donde existe tráfico, respetar una dársena de independiente del ancho del ancho proyectado del canal. Lo anterior con el fin de evitar dificultades adicionales durante el atraque y desatraque de los barcos.

Las recomendaciones de diseño de las áreas de navegación y fondeo para el nuevo muelle, es que debe contar con una dársena operativa con un ancho de media eslora (0.5 E) del mayor buque que se espera arribe al muelle, y un largo de 1.3 veces la eslora del mayor buque. De acuerdo con lo anterior, implica que, desde la pantalla de atraque hasta el límite de la plantilla del canal, debe existir como mínimo una distancia de 90 m.

De acuerdo con lo anterior se observa que bajo las condiciones actuales y con la embarcación de diseño propuesta, escasamente se cumple con la recomendación para la dársena operativa del muelle, ya que el límite entre la pantalla de atraque y la plantilla del canal apenas representa 44 m, lo que deja un espacio entre el límite de la plantilla del canal de navegación y el casco del buque de 12 m (Ilustración II-31).

ILUSTRACIÓN II-30RUTA DEL CANAL DE NAVEGACIÓN ACTUAL



Con base en lo anterior, como parte del proyecto se propone el modificar el eje del canal de navegación con el objetivo de brindar una zona operativa y de seguridad mayor a la que actualmente se presenta, tal como lo sugieren las recomendaciones de diseño.

La propuesta es modificar en 4° la orientación del eje del canal a partir del cadenamiento 2+550, con lo cual se logra resolver la curva que existe en el cadenamiento 3+100. Este nuevo eje intercepta al eje existente en el cadenamiento 3+310, en donde el eje tiene otro cambio de 6°, en el cadenamiento 3+745 se modifica en 10° el eje del canal hasta que el nuevo eje intercepta al eje existente en el cadenamiento 4+300 (Fig. II.49). Bajo esta nueva orientación del canal de navegación, se consigue un ancho de la dársena operativa de 70 m (medidos desde la pantalla de atraque hasta el límite de la plantilla del canal de navegación), lo que representa un espacio entre el casco de la embarcación al límite de plantilla de 38 m.

Por otra parte, como es posible observar en la Ilustración II-32, al modificar el eje del canal, el talud de corte del dragado se acerca de manera importante a la margen izquierda del río y considerando que en ambas márgenes del río existe infraestructura portuaria y urbana, es de suma importancia corroborar la estabilidad de los taludes de dragado, por tal motivo se ve la necesidad de revisar mediante un análisis que el coeficiente de seguridad de los taludes de dragado se mantenga en 1.2 o superior a este para ello se realizaron análisis de la estabilidad de los taludes, tal como se muestra en la Ilustración II-33.

ILUSTRACIÓN II-31 ORIENTACIÓN PROYECTADA DEL CANAL DE NAVEGACIÓN.

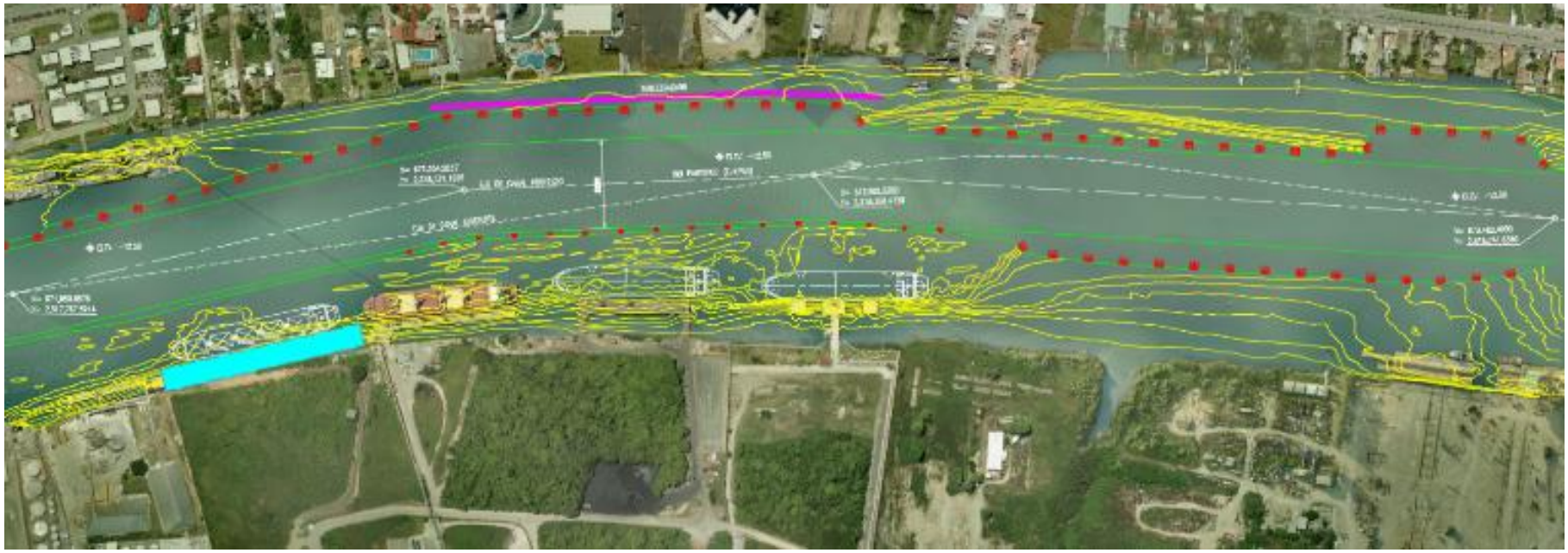
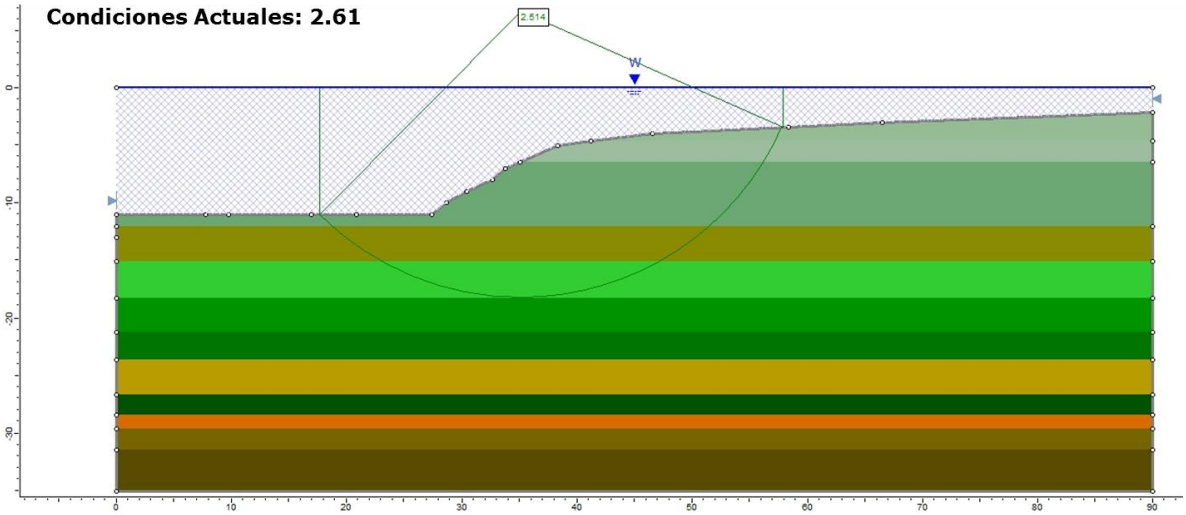


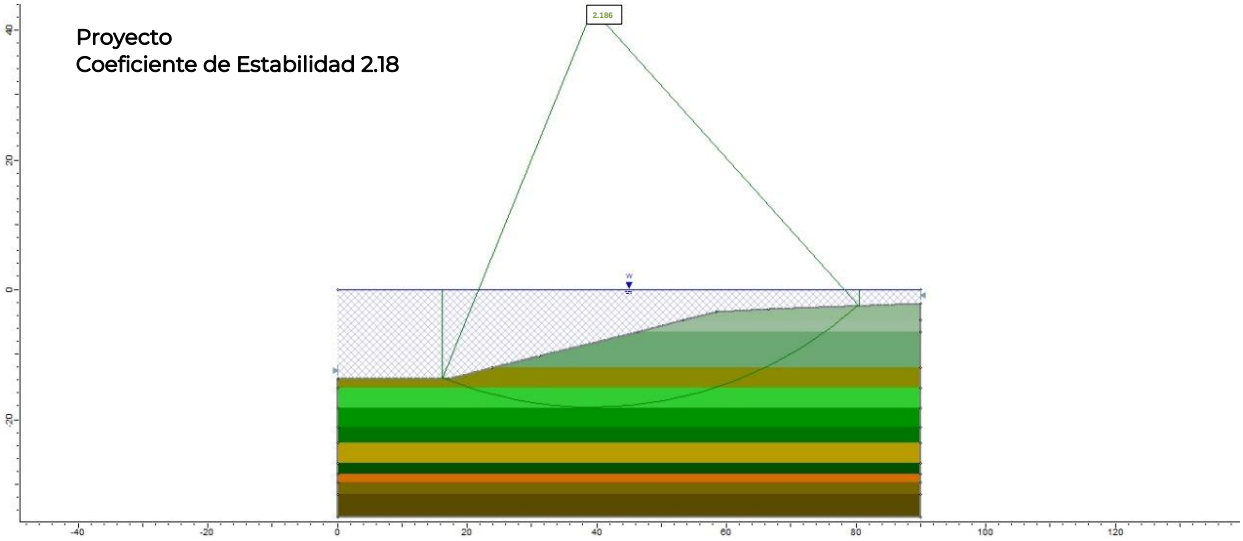
ILUSTRACIÓN II-32 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES (ACTUALES).



Fuente: APITUXPAN, 2017.

Para el desarrollo del Muelle Tres se ha diseñado un talud en la margen izquierda, que requerirá la estabilización de los taludes del canal de navegación a una profundidad de -12.5 m, bajo condiciones estáticas, que alcanzará un coeficiente de seguridad de 2.18, que está muy por arriba del mínimo establecido (Ilustración II-34).

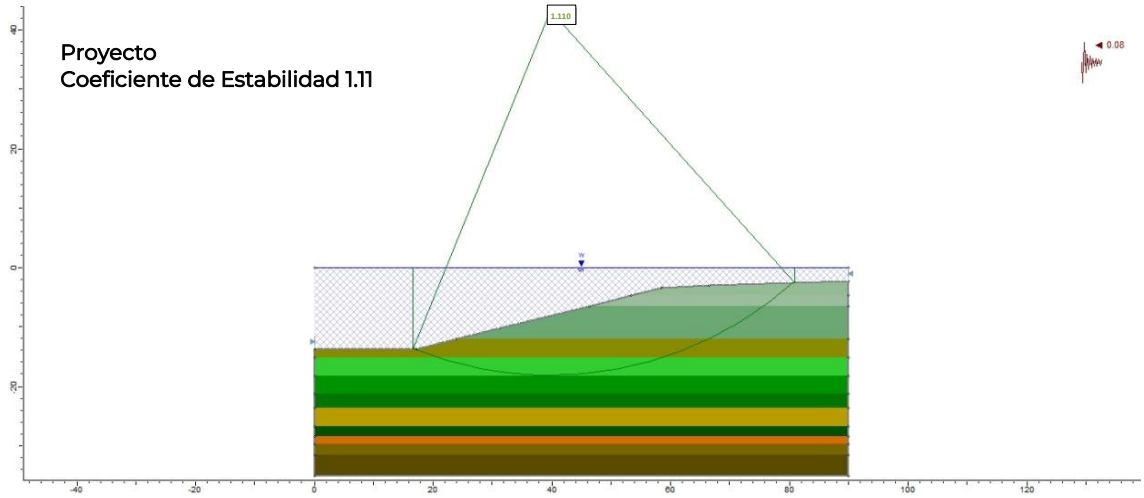
ILUSTRACIÓN II-33 ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, UNA VEZ EFECTUADO EL PROYECTO.



Fuente: APITUXPAN, 2017.

Se espera que, bajo condiciones dinámicas, la estabilidad de los taludes del canal de navegación alcance un coeficiente de seguridad es de 1.11, mismo que está por abajo del mínimo establecido, lo que implicará estabilizar parte de la margen izquierda del río en la zona contigua al proyecto, también mediante un tablestacado (Ilustración II-35).

ILUSTRACIÓN II-34ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, UNA VEZ EFECTUADO EL PROYECTO.



El diseño del proyecto con el tablestacado podrá satisfacerse con la construcción de un muro a base de tablestaca tipo AZ 25-800 Grado S355 GP, de 620 m de longitud. Dicho elemento estructural estará desplanta a la cota -31.50 m y la parte superior a -5.00 m, con el objetivo de permitir las operaciones de las embarcaciones que harán uso del muelle de combustibles. La tablestaca de acero estará laminada en caliente, con las características indicadas en el Cuadro II-20.

CUADRO II-20 CARACTERÍSTICAS DE LA TABLESTACA DE ESTABILIZACIÓN EN CONDICIONES DINÁMICAS.

Sección	Módulo elástico (cm^3)	Momento de inercia (cm^4)	Espesor ala (mm)	Espesor alma (mm)	Ancho por tablestaca (mm)	Clase de acero	f_{yk} acero (t/m^2)
AZ25-800	2,500	59,410	12.5	10.00	1,600	S 355 GP	355

II.2.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

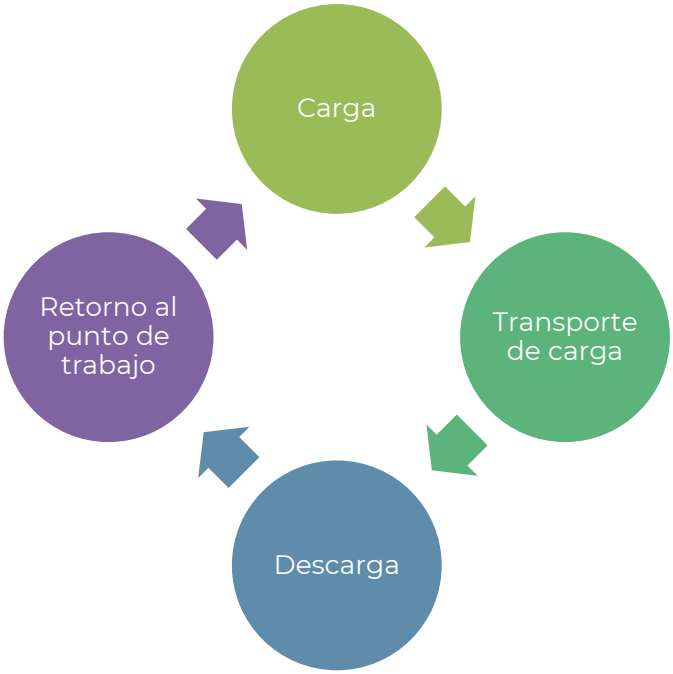
II.2.5.1 PARA LOS DRAGADOS

Considerando el volumen de 10 Mm^3, que se estiman extraer a lo largo de 10 años se calcula la participación de 3 a 4 operaciones al mes, ya que la capacidad de almacenamiento de material de dragado es de 24,000.00 m^3 por draga. El modo de operación de los dragados incluirá los siguientes trabajos.

1. Estacionamiento en la zona de trabajo
2. Posicionamiento de la barcaza junto a la draga o conexión a las tuberías de impulsión en el caso de bombeo
3. Descenso de los equipos de succión hasta la capa de material granular
4. Puesta en marcha de la succión y de los cabezales inyectores de agua que fluidifican y arrastran el terreno

5. Carga de las cantaras o tolvas a través de conductos elevados con difusores o bombeo
6. Se puede agregar una bomba de chorro en la entrada del conducto de succión. En cualquier caso, estos cambios tienen como objetivo aumentar la cantidad de material que entra en el conducto de succión o hacer más fluidos los sedimentos del fondo marino cerca de la entrada del conducto de succión, lo cual se logra con inyectores de agua de alta presión.

ILUSTRACIÓN II-35 PROCESO DE TRABAJO DE DRAGADOS



Los métodos de descarga, serán por:

- Descarga por el fondo: Este método es similar a la descarga de las dragas de succión en marcha.
- Conductos laterales: Esta opción es una alternativa a la descarga sobre cántara. La mezcla bombeada se dirige a través de una tubería hasta los conductos laterales, y desde allí se cargan las barcazas o gánguiles.
- Tubería: Las dragas estacionarias también pueden descargar el material de manera similar a las dragas con cabezal cortador, conectando tuberías flotantes por donde se desplaza el material dragado.

Las dragas que se utilizarán serán arrendadas por la ASIPONA Tuxpan, corresponde a dragas que cuentan con sistemas de operación y mantenimiento planificado, no obstante, deben seguirse procedimiento de control, como.

- Plan de Mantenimiento Preventivo para los motores y equipos de succión,



- Limpieza constante, recolección, clasificación de residuos, almacenamiento,
- Mantenimiento y funcionamiento de agua potable y de los sistemas de tratamiento de agua residual,
- Mantenimiento, Clasificación, y Reparación de Residuos Sólidos
- Programa de protección al ambiente, para cumplir Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL) con sus últimas reformas de 2005.

Las embarcaciones deben llevar a cabo procedimientos para asegurar el cumplimiento de los siguientes convenios.

- Convenio Internacional de Seguridad de Vida Humana en la Mar 1974 con enmiendas.
- Convenio Internacional de Líneas de Carga, 1966 con enmiendas.
- Convenio Internacional de Mediciones de Arqueo, 1969.
- Reglamento Internacional para Prevención de Colisiones en la mar, 1972.
- Convenio Internacional para la Prevención de Contaminación del Mar, 1973/1978 MARPOL - Annex I, IV AND VI.
- Convención de las Reglas Internacionales para la Prevención de Colisiones en el mar
(COLREG), 1972.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones, en lo que sea aplicable para este tipo de buque
- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en lo que sea aplicable para este tipo de buque
- Regulaciones IMO, excluyendo recomendaciones
- Carta circular de IMO No. 2285 (DR-67): Lineamientos para la Construcción y Operación de Dragas con Francobordo Reducido
- Código Internacional para la Seguridad de Buques e Instalaciones Portuarias (ISPS)
- El propietario es una compañía certificada por ISPS. Basado en esta certificación, el propietario tiene un Plan General para la Seguridad de los Buques
- Plan de Seguridad para este buque en particular-

II.2.5.2 PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LOS MUELLES

En la operación, el muelle funcionará para el manejo de carga, a través de grúas de desplazamiento; mientras que el mantenimiento implica el cambio y monitoreo de la vida media de las estructuras que absorben el impacto de los buques principalmente.

Cabe decir que las grúas de desplazamiento ya se encuentran operando, pero solo en la Terminal de Usos Múltiples.

II.2.5.3 RESIDUOS

II.2.5.3.1 Residuos Urbanos

En los barcos draga se generarán alrededor residuos sólidos urbanos procedente de alrededor de 32 personas que forman parte de la tripulación.

Duranta la construcción del muelle se espera la producción de residuos urbanos, como son restos de alimentos, latas, empaques, a razón de 0.74 Kg por persona al día, el volumen generado al día dependerá del número de personas que participen en la obra durante un año, se estima un promedio de 25 personas en promedio,

II.2.5.3.2 Residuos Peligrosos

Los restos de las sustancias enunciadas en el párrafo anterior, así como el trapo, estopas o cartón impregnados, y los envases vacíos de estos, serán depositados y almacenados en contenedores especiales de 200 litros de capacidad, con tapa hermética y debidamente rotulados, colocados en un lugares seguros e impermeabilizados, para su posterior entrega a empresas especializadas que serán contratadas y que deberán contar con la autorización para su manejo y disposición final, de conformidad con los lineamientos estipulados en la normatividad ambiental vigente de la materia.

Para el manejo de residuos peligrosos, se dispondrá un área especial que estará localizada dentro de los almacenes de la embarcación, mismas que cuentan con señalamientos alusivos al peligro en lugares y formas visibles, estará acondicionada con piso impermeables canaletas, diques y cárcamos para recuperación de líquidos derramados, a efecto de impedir que puedan fluir y contaminar el agua marina.

II.2.5.3.3 Emisiones a la atmósfera

Para los dragados. se tiene pronosticado que habrá emisiones a la atmósfera por parte las dragas por la combustión de diésel para las bombas y para la navegación de la embarcación. Estas embarcaciones están equipadas con instalaciones para cumplir con el Anexo VI se establecen los límites de las emisiones de óxidos de azufre y de óxidos de nitrógeno de los escapes de los buques y se prohíben las emisiones deliberadas de sustancias que agotan el ozono; para las zonas de control de emisiones designadas se establecen normas más estrictas en relación con la emisión de SOx, NOx y de materias particuladas. En un capítulo adoptado en 2011 se establecen medidas técnicas y operacionales obligatorias de eficiencia energética encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los buques.

Para la construcción de Muelle Tres se espera la producción de emisiones en un lapso de tiempo de un año. En el Cuadro II-21, se desglosan las emisiones atmosféricas esperadas durante los dragados y la construcción del Muelle Tres, por la maquinaria pesada como son martillos de hincado de pilotes, las retroexcavadoras, así como vehículos que se utilicen para carga y descarga de materiales para la construcción del muelle.

CUADRO II-21 EMISIONES ATMOSFÉRICAS ESPERADAS.

Origen	*Cantidad*	*Unidad*	*Disposición*
Emisiones provenientes de la combustión de los motores de los vehículos que van a transportar el personal hasta el lugar de la obra, y los vehículos encargados del transporte del material de banco de préstamo hacía el área de relleno.	80-120	gCO_2/km	Se realizará el mantenimiento preventivo cada seis meses, de los vehículos en talleres y sitios autorizados para ese servicio, así como la verificación vehicular, que garantice su correcto funcionamiento, la cual deberá realizarse en un Centro de Verificación Vehicular autorizado.
Emisiones provenientes de la combustión de los motores de la maquinaria pesada encargada de la distribución y compactación del material de relleno.	100-200	gCO_2/km	Se realizará el mantenimiento preventivo de la maquinaria de acuerdo a lo estipulado por el fabricante, así como la verificación de la maquinaria.
Emisiones provenientes de la combustión de los motores de las embarcaciones utilizadas para el hincado de las pilas.	3-8	gCO_2/ton/km	Se realizará el mantenimiento preventivo de la maquinaria de acuerdo a lo estipulado por el fabricante, así como la verificación de la maquinaria.
Emisiones provenientes de la combustión de los motores de la draga que se utilice para lograr la profundidad deseada en el muelle y el canal de navegación.	3-8	gCO_2/ton/km	Se realizará el mantenimiento preventivo de la maquinaria de acuerdo a lo estipulado por el fabricante, así como la verificación de la maquinaria.

II.2.5.3.4 Ruido

II.2.5.3.4.1 Dragados

Las dragas que se emplearán están equipadas con motores potentes que generan importantes niveles de ruido. Para los que se encuentren cerca de una draga, puede esperarse que los niveles de ruido sean altos. Sin embargo, a unos cientos de metros del buque, el ruido es menor y generalmente se reduce a niveles aceptables. Dado que las dragas habitualmente trabajan a gran distancia de zonas pobladas, esto no suele suponer ningún problema para el confort sonoro de la población. Las embarcaciones comerciales irradian ruido bajo el agua con una potencia espectral máxima de 20 200 Hz (Ross, 1976). La fuente de ruido dominante suele ser la cavitación de la hélice. que tiene una potencia máxima cercana a 50 150 Hz (a velocidades de pala y sus armónicos). En general, los buques más grandes generan más ruido en frecuencias bajas (<1000 Hz) debido a su potencia relativamente alta, profundidad motores y hélices de tiro y de giro más lento (<250 rpm) (Richardson et al., 1995).

La energía de baja frecuencia procedente de los barcos es la principal fuente de ruido ambiental en las profundidades del océano desde aproximadamente 5 1.000 Hz (Wenz, 1962; Urick, 1983; National Consejo de Investigación et al., 2003). El tamaño de los barcos ha elevado los niveles de ruido ambiental en las profundidades del océano en bandas de baja frecuencia cercanas. 40 Hz hasta 20 dB en relación con las condiciones preindustriales (Hildebrand, 2009) y 8 10 dB desde la década de 1960 (Andrew et al., 2002; McDonald, Hildebrand & Wiggins, 2006).

Los niveles de ruido serán medidos navegando en condiciones normales, a plena velocidad, con el buque cargado, en aguas profundas y no estando en funcionamiento el propulsor transversal de proa.

Las mediciones de los niveles de ruido se efectuarán según se describe en la Resolución IMO A.468 (XII) – Código de niveles de ruido abordo de buques.
A10 VIBRACIONES

El buque estará diseñado para evitar en la medida de lo posible, vibraciones que resulten inconvenientes.

Los límites de vibración en las áreas de alojamiento, en condiciones normales de trabajo, no excederán los valores que puedan resultar en comentarios desfavorables según la norma ISO 6954:2000(E) – Vibración Mecánica, guías para la medida, información y evaluación respecto de la habitabilidad de pasajeros en buques mercantes.

II.2.5.3.4.2 Construcción de muelles

El ruido por la construcción de muelles, será generado será el que producirán por martillos a diésel que pueden llegar a 160 db, aunque es posible realizar acciones para reducir el nivel sonoro.

Secretaria de Marina

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

P R E S E N T A

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

CAPÍTULO III

[redacted]

Contenido

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

III.1 INFORMACIÓN SECTORIAL III-1
III.2 PLANES GUBERNAMENTALES (TRES NIVELES DE GOBIERNO) III-2
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030. ..... III-2
III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo de Veracruz (PEDV) 2025 – 2030 ..... III-3
III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan (PDMT) 2022-2025 ..... III-4
III.2.4 Programa Maestro de Desarrollo del Portuario dl Puerto Tuxpan 2022-27 (PMDTPT) III-5
III.3 CONVENIOS INTERNACIONALES APLICABLES AL PROYECTO III-6
III.3.1 Convenio y Protocolo de Londres (CyPL) III-7
III.3.2 Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL) III-9
III.3.3 Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar III-12
III.3.4 Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho al mar de 1982 III-12
III.3.5 Convenio de Basilea III-13
III.4 ACUERDOS Y PROGRAMAS AMBIENTALES NACIONALES III-14
III.4.1 Acuerdo Secretarial 001/2023 por el cual se dispone que la Dirección General de Obras y Dragado se adscribe orgánica y administrativamente a la Subsecretaría de Marina III-14
III.4.2 Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024 ..... III-15
III.4.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PSMARN) 2020-2024. ..... III-16
III.5 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES III-17
III.5.1 Leyes y Reglamentos III-17
III.5.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGGPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) III-17
III.5.1.2 Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. III-21
III.5.1.3 Ley Federal del Mar III-24
III.5.1.4 Ley de Puertos III-25
III.5.1.5 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento III-27
III.5.1.6 Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos III-28
III.5.1.7 Ley Estatal para Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Estado de VERACRUZ (LPGIRS-Veracruz) III-30
III.5.1.8 Ley General de Cambio Climático (LGCC) y Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones III-31
III.5.1.9 Ley General de Vida Silvestre III-38
III.5.2 Programas de Ordenamiento Ecológico III-39
III.5.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) III-39

III.5.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca del Rio Tuxpan (POER-CRT) III-42
III.5.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe III-97
III.5.2.4 Programa de Desarrollo Urbano del Centro Urbano de Tuxpán de RODRÍGUEZ (PDU-CT). III-117
III.5.3 Decretos de ANP y regiones prioritarias de la CONABIO III-117
III.5.3.1 ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpán III-117
III.5.3.2 Regiones Prioritarias de la CONABIO III-135
III.5.3.3 Sitios RAMSAR III-138
III.5.3.4 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas en Materia Ambiental, Forestal, de Aprovechamiento de Recursos Naturales y demás Aplicables. III-139

Cuadros

Cuadro III-1 Objetivos prioritarios del PSMARN 2020 -2024 ..... III-16
Cuadro III-2 Vinculación del proyecto con la LGEEPA III-18
Cuadro III-3 Propuestas de ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. para cumplir con los principios de la LGCC. III-32
Cuadro III-4Propuesta de ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V para cumplir con los principios del Reglamento de la LGCC III-38
Cuadro III-5Vinculación de las Estrategias de la UAB 118 con el proyecto. III-40
Cuadro III-6 Unidades de Gestión Ambiental del POER-CRT donde incidirá el proyecto UGA 4 ..... III-43
Cuadro III-7 Unidades de Gestión Ambiental del POER-CRT donde incidirá el proyecto UGA 9 ..... III-44
Cuadro III-8 Estrategias ecológicas específicas y generales establecidos en el POER-CRT para la UGAS III-44
Cuadro III-9 Acciones Generales del Ordenamiento Marino del Golfo de México .. III-97
Cuadro III-10 Acciones específicas que aplican a las Unidad de Gestión Ambiental No.20, 161, y 201 ..... III-102
Cuadro III-11 Zona Costera Inmediata Occidente del Golfo de México III-113
Cuadro III-12 áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias cercanas Al Proyecto III-117
Cuadro III-13 Proporción del ANP que forma parte del canal Tuxpán y el SAR .. III-118
Cuadro III-14 Vinculación con los criterios del Programa de Manejo del ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpán III-118
Cuadro III-15 Cuadro de distancias de las Regiones Prioritarias III-135
Cuadro III-16 Proporción del RAMSAR que forma del canal Tuxpán y SAR III-139
CUADRO III-17 -VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM) III-140

Mapas

Mapa III-1Sitios de vertimiento para proyecto y su relación con el APFF Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpán.....III-24
Mapa III-2 Se muestra que la zona de dragado del proyecto incide sobre la UGA 4 del POER-CRT.....III-43
Mapa III-3 Se muestra la zona del Canal de Navegación del Canal del Puerto de Tuxpan, donde se realizarán los dragado.....96
Mapa III-4 Mapa de Área de Importancia para la Conservación de Aves..... III-136
Mapa III-5 Mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias III-137
Mapa III-6Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al proyecto III-137
Mapa III-7 Mapa de regiones Marina Prioritarias más cercanas al Proyecto III-138
Mapa III-8 Mapa de sitios Ramsar III-139

III Vinculación con los Instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables.

El propósito del presente capítulo es demostrar el compromiso de la ASIPONA TUXPAN S.A. de C.V. que tendrá durante desarrollo del proyecto **"Dragado de Mantenimiento del Canal Interior, Exterior, Dársena de Ciaboga y Dársena de Maniobras en Muelles; en el Puerto de Tuxpan, Veracruz, México",** en garantizar la protección y preservación de los elementos ambientales, conforme al Derecho Constitucional de las personas de gozar de un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar según lo previsto en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Además, en este capítulo III, se analiza la congruencia y coherencia legal con los planes de desarrollo y sobre todo con los ordenamientos legales aplicables según la naturaleza del proyecto y en los espacios que conforman el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto y el Área de Influencia del Proyecto (AIP), así como las normas internacionales y nacionales, enfocando el análisis con propuestas de cumplimiento de criterios y especificaciones técnicas.

III.1 Información Sectorial

El transporte marítimo es una actividad para el intercambio de mercancías entre países, a través de ella se realizan gran número de transacciones que subyacen en el comercio exterior, que contribuye a fortalecer las economías dentro de un contexto globalizado. Para ello es nodal contar con una infraestructura, superestructura y equipamiento eficientes, además de una buena comunicación, especialmente un equipo de gestión profesional y calificada, así como una fuerza laboral motivada y bien capacitada (García y Giraldo, 2019).

Los puertos marinos de México se consideran las zonas comerciales más dinámicas del mundo, tanto por su carácter bioceánico, que per se le infieren un papel geoestratégico, que los destaca sobre otros puertos, como país semi periférico, y lo diferencia de otros en el contexto latinoamericano (Ojeda 2007).

Hoy día el Sistema Portuario Nacional comprende 117 puertos y terminales, cuatro (Lázaro Cárdenas, Altamira, Veracruz y Manzanillo) que son estratégicos por movilizar el 96% de la carga contenerizada del país, no obstante, a ello, en materia de puertos, México ocupa el lugar 54 en el ranking a nivel mundial (según la CEPAL[1]), sobre todo por la falta de accesibilidad de las naves de alta generación.

El Puerto de Tuxpán (PT) paso del ranking 90 en 2013 al 70 para el año 2021 por registrar aumentos en su carga contenerizada. En la actualidad es considerando el puerto del Valle de México, por su cercana con la Ciudad de México, Edo. de México Puebla, y Guanajuato, su zona de influencia a nivel internacional está orientada a países como EU, Cuba, Rusia, Canadá, China, Letonia, Ucrania, entre

[1] *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*



otros. El petróleo de EUA, Holanda, Arabia Saudita y Finlandia. Su operación es multipropósito, especializándose en el manejo de combustibles petrolíferos de importación, así como de granel agrícola y mineral; carga general y fluidos. También es una plataforma de apoyo logístico a la industria petrolera offshore con cinco terminales y patios de construcción y avituallamiento.

El PT, se enfrenta a diversos retos para elevar su competitividad en los niveles internacional y nacional. Las características que contribuyen a elevar la competitividad de los puertos, según el modelo GRA (Gray relational analysis), se relacionan en la eficiencia de operación del puerto (terminal), cargos por manejo de carga portuaria, confiabilidad, preferencias de selección de puertos de transportistas y expedidores, la profundidad del canal de navegación, adaptabilidad al cambiante entorno del mercado, accesibilidad terrestre y diferenciación del producto. En base a lo anterior se retomaron los criterios de cargos por manejos de carga portuaria, preferencias de selección de puertos de transportistas y accesibilidad terrestre.

Si bien, este recinto fue modernizado en el años 2016, con la construcción del nuevo muelle público de contenedores y carga general que actualmente facilita la recepción de buques de 9 mil TEU [2], lo que le permite participar competitivamente en las rutas de contenedores que atienden los mercados del Este de Estados Unidos y del Golfo de México y establecer sinergias de conectividad con la autopista México – Tuxpan, facilitado la diversificación de las operaciones del puerto al incursionar en el manejo de carga comercial, es menester para mantener o aumentar la eficiencia del PT, realizar la inversión en infraestructura portuaria que elevar la productividad y calidad de los servicios, para ampliar las sinergias, aumentar la eficiencia y eficacia de sus procesos, como se reconoce en el Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Tuxpan 2017-2022.

Desde la pasada pandemia de COVID 19 y de la guerra de Ucrania y Rusia, el PT se ha convertido en un puerto Hob, y enfrenta saturación de buques de mayor porte en el comercio marítimo internacional, con contenedores y fluidos, y surge la necesidad de almacenamiento de los puertos ubicados en el Golfo de México. Los dragados son actividades relevantes y necesarias en este puerto, para asegurar el ingreso de naves de hasta 11 m de calado.

III.2 PLANES GUBERNAMENTALES (TRES NIVELES DE GOBIERNO)

III.2.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (PND) 2025-2030.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 15 de abril de 2025, define las prioridades del gobierno en materia de desarrollo económico, social y ambiental. En el Eje rector número 4 “Desarrollo Sustentable”, que incluyó el objetivo de protección ambiental que se

[2] *TEU es un acrónimo que viene del inglés “Twenty-foot Equivalent Unit” y corresponde a una unidad de medida utilizada en el comercio exterior para calcular la capacidad de carga de los contenedores. En otras palabras, un TEU es la capacidad de carga que tiene un contenedor estándar de 20 pies (20’ x 8’ x 8’).*

refiere a "*Conservar los ecosistemas, y regular sustancias químicas peligrosas*" lo que implica llevar a cabo acciones para reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos., así se indica la necesidad de "*consolidar un modelo de gestión responsable de los recursos naturales, garantizando así la sostenibilidad ambiental, económica y social del país a largo plazo*".

El proyecto, se alinea directamente con dichos objetivos al contribuir a una gestión ambiental responsable en el ámbito marítimo, ya que:

- Contribuyen al equilibrio entre desarrollo económico y responsabilidad ambiental, al mejorar el rendimiento de la actividad portuaria sin comprometer la integridad ecológica del entorno acuático.

Por tanto, el proyecto no solo tiene un impacto técnico-operativo, sino que también representa una acción concreta hacia la viabilidad ambiental y energética que plantea el PND, integrándose a una estrategia de sostenibilidad a largo plazo para el país.

Vinculación

El PT forma parte del Sistema Nacional de Puertos a cargo de la SEMAR, misma que se ha planteado como meta la trasformación de los puertos en empresas desarrolladoras de nuevos negocios marítimos, portuarios y logísticos en las regiones costeras donde se ubican, considerando las vertientes de turismo en todas sus escalas, actividades pesqueras, cabotaje y navegación de corta distancia y sobre todo la inclusión social y para ello, la SEMAR reconoce la necesidad de dirigir los elementos disponibles de la comunidad portuaria hacia modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia, generando innovación y condiciones que la permitan la logística ágil y moderna.

Tomando lo antes señalado, se considera que dados los objetivos del proyecto que se analiza en esta MIA-R, es completamente congruente con el PND 2025-203.

III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo de Veracruz (PEDV) 2025 – 2030

El PEDV- 2025-2030, se encuentra en proceso de elaboración[3]., y por lo anterior se consideró el anterior correspondiente al PEDV 2019 – 2024, mismo que comprendía con cinco bloques temáticos, entre ellos el titulado "Política económica", que incluye un apartado relativo a infraestructura, **donde se reconoce la relevancia del Puerto Tuxpan,** por el manejo de carga industrial que tan solo en 2018 movilizó cerca de 8 millones 556 mil 076 toneladas.

3



Este plan estatal se enfoca en dos ejes; el ejecutivo y el sectorial. Para el nivel ejecutivo se indican 16 objetivos y estrategias, 91 líneas de acción y 78 indicadores que corresponden a los compromisos del actual gobernador, entre ellos "*Impulsar la obra pública del Estado para fortalecer la infraestructura estatal, generando una integración económica y territorial que contribuya al bienestar social de la Entidad*".

Reconoce también la importancia del aumento de la productividad empresarial y de los ingresos de los trabajadores; el desarrollo de oportunidades de negocios para incidir de forma importante en los mercados nacional e internacional y el logro sostenido de las metas de los indicadores económicos y financieros serán los argumentos que permitirán transitar hacia posiciones que mejoren su desempeño en lo que a Competitividad Estatal y Democracia Económica y beneficien a todos los Veracruzanos por igual, de la forma más justa y distributiva

En el PEDV, se declara que el desarrollo regional adquiere un importante valor para elevar la productividad y competitividad de Veracruz. Respecto de la población
ocupada y el sector de la actividad económica en el que inciden, y señala la importancia de ser más competitivos.

Vinculación

Si bien, este plan **no alude** a la relevancia del Puerto de Tuxpan, reconoce la importancia del comercio internacional en Tuxpán (Huasteca Baja), en particular en Parque Industrial Litoral del Golfo de México, así como la necesidad de "Promover la competitividad estatal a partir de una política de desarrollo regional y sostenible, con la participación de los diferentes actores económicos y sociales". Evidentemente el proyecto no corresponde a una iniciativa estatal, y no está en la agenda del gobierno estatal el impulso a los puertos de Veracruz como es el caso del Puerto de Tuxpán, y pese a ello, se considera las acciones para mejorar la infraestructura como es el caso que nos ocupa, no encontrará discrepancias o controversias con las autoridades del gobierno estatal.

III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan (PDMT) 2022-2025

El PDMT es el eje rector del gobierno municipal de Tuxpan, en este se expresa, que servirá para la coordinación de acciones con diversos sectores públicos y privados, como es el caso de la capitanía del Puerto de Tuxpan. En este plan se proponen cinco objetivos de largo plazo para 2050, uno de ellos directamente ligado al Puerto de Tuxpán que pretende "***Consolidar la centralidad económica de Tuxpan con su sistema de ciudades y región a partir de la regeneración del sistema económico y encadenamientos productivos con generación de empleo, incrementos de la inversión pública y privada potencializando la ubicación estratégica y desarrollo portuario***". Los ejes que traza este plan, son, 1. Eje Bienestar Social, 2. Eje Bienestar Económico, 3. Eje Bienestar Territorial, 4. Eje Bienestar Medioambiental, y 5. Eje Bienestar en la Seguridad.

Vinculación



Este plan admite que una fortalezas del municipio de Tuxpan, es tener acceso a recursos marítimos, y resalta la importancia del Puerto Tuxpán y de su canal de navegación con un calado oficial de 13.10 m (43 pies) en el canal exterior de navegación y 10.05 m (33 pies) en el canal interior, además de las 36 posiciones de atraque públicas y privadas, y su relevancia como puerto del Valle de México, por la cercanía con la Cd de México y por ser la principal puerta para Europa a México, le atribuyendo así su papel como ancla para emprendedores y microempresas instaladas para este municipio.

Al igual que el PDEV vigente, no se reconoce la necesidad de hacer mejorar en la infraestructura del PT, sin embargo, en virtud de la importancia que se le concede en el plan, en especial en el ámbito de desarrollo económico, se puede afirmar que la actividad de dragado que corresponde al proyecto, será bien recibido por el gobierno del municipio de Tuxpán.

III.2.4 Programa Maestro de Desarrollo del Portuario dl Puerto Tuxpan 2022-27 (PMDTPT)

Corresponde a un plan estratégico de visión a 20 años, que forma parte de proceso de planeación bajo las directrices establecidas por la Secretaría de Marina (SEMAR) del Sistema de Gestión Integral de todas las Administraciones del Sistema Portuario Nacional, para definir el objetivo estratégico y metas. El documento establece la zonificación maestra para el puerto, todas ellas para el manejo de los diferentes tipos de carga de comercio exterior, y las operaciones de uso particular, se especifican usos y modos de operación, asimismo, incluye los servicios portuarios y conexos que tiene habilitados para brindar atención a las embarcaciones. Se establece como visión "*Ser uno de los principales Nodos Comercia/es del Sistema Portuario del Golfo de México, con infraestructura y servicios de alta calidad integrados a las cadenas logísticas, para el manejo de hidrocarburos, químicos y carga en general, a fin de vincular de manera eficiente y eficaz su movilización entre los usuarios nacionales e internacionales*". En este documento se reconoce la necesidad de realizar dos tipos de dragados, los de mantenimiento y profundización para garantizar el acceso de naves de calados de hasta 11 m, en aras de mantener la capacidad operativa y de respuesta de las necesidades que enfrenta actualmente este puerto, señala que actualmente existe la limitante para generar infraestructura básica (dragado) para lo cual únicamente permite el desarrollo de actividades portuarias para embarcaciones de menor calado con 48 m de eslora y 11m de manga.

Vinculación

El Puerto de Tuxpán está especializado en el manejo de combustibles petrolíferos de importación destinados al centro del país, así como de granel agrícola y mineral, carga contenerizada, carga general y fluidos. También es una plataforma de apoyo logístico a la industria petrolera offshore con 5 terminales y patios de construcción y avituallamiento, que mantiene relación con empresas internacionales como Hapag-Lloyd Container Line y One Ocean Network Express Shipping.



Las actividades de dragado del proyecto que se evalúa corresponden corresponde a una actividad necesaria de manera constante, para garantizar el funcionamiento del Puerto Tuxpan como un Puerto Hub, mismo que requiere de un amplio recinto que esté conectado con varios lugares. Cabe decir que lo puertos hubs, se desarrollan preferentemente en lugares idóneos para efectuar ese almacenaje y distribución, puesto que sirven como plataforma de acogida y de distribución de mercancías. De esta forma el dragado permitirá el acceso de embarcaciones que cargan y descargan mercancías como son combustibles, granos, fertilizantes, autopartes, lo que se podría traducir en un incremento de comercio para el periodo 2022-2027, que derivará en tarifas cobradas por el uso de infraestructura portuaria.

III.3 Convenios Internacionales Aplicables al Proyecto

México se ha adherido y comprometido a nivel internacional con diversos convenios y acuerdos -que buscan responder a manifestaciones reiteradas de la comunidad internacional-, para enfrentar las problemáticas y retos que son comunes para todos los seres humanos del planeta, dentro de un sistema de gobernanza internacional a favor de los derechos y la dignidad de las personas.

Los tratados son considerados por el artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), como ley suprema de toda la Ley. Los tratados internacionales celebrados forman parte del ordenamiento jurídicos nacional y son de observancia jurídica. Acorde a la tesis jurisprudencial de la Suprema Corte de 1999, se estableció que estos "se encuentran en segundo plano inmediato debajo de la CPEUM y por encima del Derecho Federal y el local [por lo que los] compromisos internacionales son asumidos por el Estado mexicano en su conjunto y comprometen a todas sus autoridades frente a la comunidad internacional (tesis aislada IX/2007, instancia: Pleno, 13 de febrero de 2007[4]).

Después de la publicación del Informe Brundtland, que marcó un hito histórico, en el que registró el concepto de Desarrollo Sostenible, donde se visibilizaron los problemas comunes económicos, sociales y ambientales a nivel internacional, llevó a la creación de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (CDS). La CDS ha tomado de base dicho informe para **incorporar el concepto Desarrollo Sostenible en los programas de la ONU**, como fueron los Objetivos del Milenio vigentes hasta 2015 y ahora los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) Agenda 2030.

---

[4] *Tratados Internacionales. se Ubican Jerárquicamente por encima de las Leyes Federales y en un Segundo Plano Respecto de la Constitución Federal, Novena Época, instancia: Pleno, fuente: Semanario Judicial de la Federación, tomo X, noviembre de 1999, tesis P. LXXVII/99, p. 46, materia: constitucional, tesis aislada;*
Supremacía Constitucional Y Ley Suprema De La Unión. Interpretación Del Artículo 133 Constitucional, Tesis Aislada, Número VIII/2007, Instancia: Pleno, 13 De febrero De 2007; Tratados Internacionales. Son Parte Integrante De La Ley Suprema De La Unión Y Se ubican jerárquicamente por encima de las leyes generales, federales y locales. interpretación del artículo 133 constitucional.

Los ODS constituyen un elemento de gobernanza global para el desarrollo; cuyo horizonte temporal se extenderá hasta el año 2030. Los ODS de a Agenda 2030 comprende **17** objetivos, **169** metas y **230** indicadores, que se concibieron y configuraron en un mundo globalizado para responder a los requerimientos de cooperación y de gobernanza regional o global, para movilizar la acción colectiva y asegurar una provisión adecuada de bienes públicos globales y/o regionales.



Entre los17 ODS figura el número "*Objetivo 14: Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible*", además de los: "Objetivo 09: Construir infraestructura resiliente, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación" y Objetivo 10: Reducir la desigualdad dentro y entre los países y el Objetivo 13: Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos.

Los dragados son actividades necesarias para la navegación productiva está directamente conectada a ODS 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14 y 15. Los mismos son herramientas que proporcionan protección costera e infraestructura que respaldan el riesgo de inundaciones. Gestión y es necesario los dragados, se realicen bajo las regulaciones internacionales como son los tratados internacionales.

III.3.1 Convenio y Protocolo de Londres (CyPL)

El Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, fue elaborado en 1972 y entró en 1975, su objetivo es el fomento del control efectivo de todas las fuentes de contaminación del mar y la adopción de todas las medidas posibles para prevenir la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.

Desde su elaboración se enfocó en la prohibición del vertido en el mar de cualquiera de las sustancias incluidas en dos listas, la negra, que comprende compuestos halogenados tóxicos, sustancias cancerígenas acordadas, mercurio y cadmio y sus compuestos, petróleo crudo y productos derivados del petróleo, así como de sustancias de alto nivel radiactivo, y las sustancias de la "lista gris" (arsénico, plomo, cobre y zinc y sus compuestos, compuestos organosilícicos, cianuros, fluoruros y pesticidas, los objetos voluminosos y el alquitrán que puedan

obstaculizar la pesca o la navegación, los residuos radiactivos de media y baja actividad y las sustancias que se viertan en cantidades tales que causen daños. Se incluyó el requisito de, al menos, un permiso previo general para todos los demás vertimientos. Esos permisos debían seguir un enfoque establecido de la Convención, que exigía considerar la eliminación alternativa en tierra y evitar daños a los usos legítimos del mar; otro requisito para evaluar la efectividad del proceso de evaluación regulatoria a través del monitoreo del cumplimiento y el monitoreo de campo de los efectos; y la obligación de informar a la Secretaría del Convenio (que está alojada en la Organización Marítima Internacional (OMI) en Londres) sobre los permisos de vertimiento expedidos y las cantidades que se permite verter.

A lo largo de los años, las reuniones de las Partes Contratantes endurecieron los requisitos del Convenio, disminuyendo las cantidades de desechos que pueden ser vertidos, estableciendo requisitos y orientaciones sobre los métodos para la concesión de permisos especiales y generales para vertimientos. OMI, 2014);

En 1996 quedo derogado el convenio de 1972, sustituyéndolo con políticas restrictivas respecto del vertimiento de desechos y otras materias en el mar y fue adoptado un protocolo del convenio.

En 2006 entró en vigencia el Protocolo de Londres de 2006. Entre otros cambios, la diferencia fundamental entre el Convenio de 1972 y el Protocolo de Londres de 1996 es que el Protocolo adopta un enfoque de “lista inversa”, que prohíbe todo vertimiento de desechos, excepto un número limitado de categorías en las que se podría permitir el vertimiento, en contraste con el enfoque del Convenio de 1972, que prohibía el vertimiento sólo de una lista específica de sustancias, al tiempo que exigía un permiso (general o especial) para todo. demás. El número limitado de categorías en las que todavía se puede permitir el dumping5 en virtud del Protocolo adoptado originalmente son: (a) Material dragado; b) lodos de depuradora; c) Desechos de pescado o material resultante de operaciones industriales de procesamiento de pescado; 4 36 Materiales legales internacionales. d) Buques y plataformas u otras estructuras artificiales en el mar; e) material geológico inorgánico e inerte; f) Materia orgánica de origen natural; g) Artículos voluminosos que comprenden principalmente hierro, acero, hormigón y materiales inofensivos similares cuya preocupación es el impacto físico y se limitan a esas circunstancias, cuando esos desechos se generan en lugares, como pequeñas islas con comunidades aisladas, que no tienen acceso practicable a opciones de eliminación distintas del vertido.

Una preocupación de los estados miembros relacionado con los impactos que producen los dragados, como la asfixia del fondo marino por el material dragado y la removilización de sustancias peligrosas contenidas en el material dragado, que dependen si el vertedero tuviera vida bentónica biodiversa, tal asfixia sería catastrófica. Cuando la acción de las mareas es muy dinámica y hay un fondo sedimentario, los efectos son limitados, porque gran parte del material del fondo marino se mantendrá en movimiento gracias a la acción de las mareas. Por tanto, la elección del vertedero es importante.

5 *Práctica comercial que consiste en vender un producto por debajo de su precio normal, o incluso por debajo de su coste de producción, con el fin inmediato de ir eliminando las empresas competidoras y apoderarse finalmente del mercado.*



Este convenio establece una guía con procedimientos y criterios para decidir si es seguro arrojar material dragado contaminado[6].

Dichas guías incluyen las directrices para el muestreo y los análisis del material dragado destinado a su eliminación en mar. Estos proporcionan consideraciones y buenas prácticas. para desarrollar planes de muestreo en un esfuerzo por ayudar a los usuarios decidir cómo organizar y priorizar su muestreo actividades que se adapten a sus objetivos particulares, experiencia, presupuesto y capacidades técnicas.

Vinculación

La ASIPONA Tuxpán como parte de la SEMAR, reconoce la existencia del convenio y de los criterios establecidos para los dragados del vertimiento; actividades que forman parte del proyecto que se somete a la Evaluación del Impacto Ambiental, en especial de los protocolos que se requieren para asegurar la salud del mar, y en especial del fondo marino.

En consideración a los protocolos establecidos en las guías del CyPL, ha llevado a cabo diversos estudios cuyos resultados se han anexado en el Capítulo VIII.

1. Caracterización de los sedimentos mediante análisis CRIT, realizados en muestras de sedimentos extraídos en diferentes puntos del Canal Tuxpán, mismos que muestran que estos no contienen sustancias tóxicas que rebasen las normas oficiales mexicanas.
2. Análisis de muestras de bentos, fitoplancton y zooplancton que fueron obtenidos en diferentes puntos de los posibles sitios de vertimiento, que indican que los sitios de tiro no constituyen zonas de alta biodiversidad de bentos, estos sitios presentan perturbación.
3. Análisis de calidad de agua que incluyen análisis de bacterias como son coliformes y enterococos fecales. Acorde a los resultados se encuentra que estos sitios presentan perturbación.

Por lo antes mencionado, se considera que la ASIPONA Tuxpan cumple con las guías del convenio para las actividades de dragado.

III.3.2 CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR LOS BUQUES (MARPOL)

Es el principal convenio internacional que versa sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales. Cuenta con cinco anexos del Convenio contienen reglas que abarcan las diversas fuentes de contaminación por los buques.

Es preciso mencionar que a diferencia del Convenio de Londres, el término “descarga", se relaciona directamente con las sustancias perjudiciales o con

[6] *https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/22780LDC%20Leaflet%20without%2040%20Anniv%20logo2012Web1.pdf*

efluentes que contengan tales sustancias, se entiende cualquier derrame procedente de un buque por cualquier causa y comprende todo tipo de escape, evacuación, rebose, fuga, achique, emisión o vaciamiento, así ese término no se relaciona con las operaciones de vertimiento en el sentido que se da a este término en el Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos.

El ámbito de aplicación, son: los buques que tengan derecho a enarbolar el pabellón de una Parte en el Convenio; y los buques que sin tener derecho a enarbolar el pabellón de una Parte operen bajo la autoridad de un Estado Parte.

- Anexo I, aborda la cuestión de la prevención de la contaminación por hidrocarburos como consecuencia de medidas operacionales, así como de; las enmiendas de 1992 al Anexo I hicieron obligatorio el doble casco para los petroleros nuevos e incorporaron un calendario de introducción gradual ...derrames accidentales
- Anexo II: "Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel",
- Anexo III. Reglas para Prevenir la Contaminación por Sustancias Perjudiciales Transportadas por Mar en Bultos
- Anexo IV prohíben la descarga de aguas sucias en el mar dentro de una distancia especificada de la tierra más próxima, a menos que se disponga de otra manera.
- Anexo V. Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques
- En el Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptado en 1997, se restringen los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, en particular los óxidos de azufre (SOx) y los óxidos de nitrógeno (NOx), y se prohíben las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono.

Es preciso mencionar los anexos III y IV del Convenio MARIPOL; fueron aprobados por la Cámara de Senadores del Honorable Congreso de la Unión, el cuatro de noviembre de dos mil veintiuno, según Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del primero de diciembre del propio año, esas disposiciones serán consideradas y aplicadas por la ASIPONA a través de sus contratistas como obligados solidarios, durante los dragados para evitar efectos negativos al ambiente

Para el caso del Anexo VI se considerarán las reglas establecidas, mismas que se relacionan con la Ley de Cambio Climático y su reglamento, y se analizan en los apartados correspondientes en este capítulo III.

Vinculación

Bajo la consideración de que los buques que se utilizarán para realizar los dragados y el vertido de los materiales productos de dragado con embarcaciones de empresas extranjeras, la ASIPONA se asegurará de que estas embarcaciones cumplan con los requisitos que establece el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, (MARPOL) y sus anexos.



Para el caso del anexo I, que se refiere a la prevención de contaminación por hidrocarburos, y tomando en cuenta que estas embarcaciones transportarán aguas de lastre (agua de lastre que se introduce en un tanque que está completamente separado de los servicios de carga de hidrocarburos y de combustible líquido para consumo y que está permanentemente destinado al transporte de lastre o al transporte de lastre o cargamentos que no sean ni hidrocarburos ni sustancias nocivas tal como se definen éstas en los diversos Anexos del Convenio.

En ese mismo orden de ideas, resultan importantes las reglas internacionales del Anexo IV y V, ya que el tipo de buques generará aguas residuales y residuos sólidos domésticos y otros residuos resultados del mantenimiento de las embarcaciones, que pueden ser causa de contaminación. Son de particular importancia las reglas 22 del Anexo IV que se refiere a las obligaciones de los buques de más de 5 mil toneladas de garantizar la eficiencia energética y para el Anexo V, la obligación de las embarcaciones de proporcionar un libro registro de basuras donde debe figurar la fecha, la hora, la posición del barco, la descripción de la basura y la cantidad estimada incinerada o descargada. El Libro de registro de basuras deberá conservarse durante un período de dos años después de la fecha de la última entrada. Además, deberán realizar un plan de gestión de basuras que

Son de particular importancia las reglas 14, 15v y 16b del anexo VI, que indican.

La regla 14 fija un límite mundial de contenido de azufre (expresado en términos de porcentajes m/m - es decir, en peso) en el fueloil utilizado a bordo de los buques de un máximo de 3,50% m/m (fuera de una zona de control de emisiones (ECA)), cayendo a 0,50% m/m a partir del 1 enero de 2020. Dentro de las ECAs de SOx (SECAs) este nivel es aún más estricto y desde el 2015 es 0,10% m/m. Antes de 2018 se llevará a cabo un examen de la norma especificada en el apartado 1.3 de la presente regla, con objeto de determinar la disponibilidad de fueloil a fin de cumplir la norma del fueloil se deben realizar diferentes análisis del contenido del fueloil.

La regla 15 establece normas de controles sobre los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) procedentes de un buque, que son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a temperatura ambiente o que son muy volátiles a dicha temperatura. In particular se establece que todos los buques tanque estarán provistos de un sistema de recogida de vapores aprobado por la Administración y que todos los puertos y los terminales que hayan instalado sistemas de control de la emisión de vapores podrán aceptar buques tanque que no estén equipados con un sistema de recogida de vapores durante un periodo de tres años a partir de la fecha de entrada en vigor.

Respecto de la regla 16 la incineración a bordo se permitirá sólo en un incinerador, excepto cuando se trate de agua de sentinas y de residuos de hidrocarburos generados durante la operación normal del buque que se podrán incinerar en calderas o la planta de poder principal o auxiliar, pero sólo fuera de puertos y ensenadas. Restos de carga producto de la aplicación



de los Anexos I, II y III de este Convenio, incluyendo residuos hidrocarburos, residuos de sustancias nocivas líquidas a granel, mezclas de sustancias nocivas líquidas a granel y materiales contaminantes embalados relacionados a los anteriores. • Bifenilos policlorados (PCBs) • Basuras que contengan más que rastros de metales pesados, como las que se indican en el Anexo V. • Productos refinados del petróleo que contengan compuestos halogenados. • Policloruro de vinilo (PCVs), que están permitidos en incineradoras que cuentan con el Certificado IMO de Aprobación.

Se declara que la ASIPONA Tuxpán **cuenta con protocolos internos para asegurarse del cumplimiento de los Anexos del Convenio y que verificará que estas embarcaciones se apeguen a las reglas de los anexos.**

III.3.3 Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar

El Convenio SOLAS está considerado como el más importante de todos los tratados internacionales relativos a la seguridad de los buques. El objetivo es establecer normas mínimas relativas a la construcción, el equipo y la utilización de los buques, compatibles con su seguridad, de esta forma comprende obligaciones de carácter general, procedimientos de enmienda y otras disposiciones, acompañado de un anexo dividido en 14 capítulos:

I. Disposiciones generales. Construcción – Compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas
II. Prevención, detección y extinción de incendios
III. Dispositivos y medios de salvamento
IV. Radiocomunicaciones
V. Seguridad en la navegación
VI. Transporte de cargas
VII. Transporte de mercancías peligrosas
VIII. Buques nucleares
IX. Gestión de la seguridad operacional de los buques
X. Medidas de seguridad aplicadas a las naves de gran velocidad
XI. Medidas especiales para incrementar la seguridad marítima
XII. Medidas especiales para incrementar la protección marítima

Vinculación

El contenido de los capítulos es conocido por la ASIPONA Tuxpán y se asegurará que las embarcaciones cumplan con los certificados de seguridad y que garanticen la protección del Puerto de Tuxpán, sobre todo que se garantice la **protección de la Vida Humana.**

III.3.4 Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho al Mar de 1982

Entró en vigor desde 1994. Contiene nueve anexos técnicos que cubren prácticamente contienen todo lo relacionado con la protección y conservación del mar.



En el Artículo 17 “Normas, reglamentos y procedimientos de la Autoridad”, se establece que la a Autoridad adoptará y aplicará de manera uniforme, en virtud del inciso normas, reglamentos y procedimientos para el desempeño de sus funciones enunciadas, en especial en el apartado 2, de este artículo se indican las normas, reglamentos y procedimientos. En particular en el inciso f “Protección del medio marino” se disponen las normas, reglamentos y procedimientos para asegurar la protección eficaz del medio marino contra los efectos nocivos directamente resultantes de actividades en la zona o del tratamiento de minerales procedentes de un sitio minero a bordo de un buque que se encuentre inmediatamente encima de tal sitio, teniendo en cuenta la medida en que tales efectos nocivos puedan ser resultado directo de la perforación, el dragado, la extracción demuestras y la excavación, así como de la evacuación, el vertimiento y la descarga en el medio marino de sedimentos, desechos u otros efluentes.

Por su parte en el artículo 145 “Protección del medio marino”, se indica. Que *se adoptarán con respecto a las actividades en la Zona las medidas necesarias de conformidad con esta Convención para asegurar la eficaz protección del medio marino contra los efectos nocivos que puedan resultar de esas actividades*. Con ese objeto, la Autoridad establecerá las normas, reglamentos y procedimientos apropiados para, entre otras cosas: a) Prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino y otros riesgos para éste, incluidas las costas, y la perturbación del equilibrio ecológico del medio marino, *prestando especial atención a la necesidad de protección contra las consecuencias nocivas de actividades tales como la perforación, el dragado*, la excavación, la evacuación de desechos, la construcción y el funcionamiento o mantenimiento de instalaciones, tuberías y otros dispositivos relacionados con tales actividades; b) Proteger y conservar los recursos naturales de la Zona y prevenir daños a la flora y fauna marinas.

Vinculación

Se reitera que la ASIPONA Tuxpan, está tomando previsiones, mediante la realización de estudios previos que aseguren que el vertido del producto de dragado no ocasionará efectos significativos sobre los componentes marinos, y que no se producirán desequilibrios ecológicos pro esta actividad.

III.3.5 Convenio de Basilea

Fue adoptado en respuesta a fuertes protestas públicas en los años 80 y entró en vigor desde mayo de 1992. Busca proteger la salud de las personas y el medio ambiente frente a los efectos perjudiciales de los desechos peligrosos. Las disposiciones del Convenio giran en torno a la disminución de los desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente racional, la restricción de los movimientos transfronterizos y la aplicación de un sistema regulatorio para los movimientos permisibles de desechos peligrosos.

Vinculación

Acerca de este Convenio, la ASIPONA Tuxpán reconoce su importancia, y precisa manifestar, que los sedimentos que se pretenden dragar no contienen sustancias



tóxicas, peligrosas, reactivas y/o corrosivas -según los resultados de los estudios CRIT-, que se realizaron como parte de esta MIA -que se encontrarán en el anexo del Capítulo VIII-, de esta forma, no se prevé que esta actividad pueda ocasionar efectos perjudiciales al ambiente por el vertimiento de los sedimentos en los sitios de vertimiento que se propusieron en el capítulo II de esta MIA.

Por otro lado, se declara que la ASIPONA TUXPÁN no pretende utilizar sustancias químicas o explosivas. Tomará las medidas de prevención con las empresas contratistas el cumplimiento de protocolos de protección ambiental que reduzcan al máximo que existan fuentes de toxicidad para los seres vivos. Amén de asegurar lo anterior estos protocolos incluirán medidas como son.

1.- Prohibir que se proporcione mantenimiento en el área de influencia del proyecto

2.- Asegurarse de que las embarcaciones cuenten con los equipos para control o la recolección de sustancias contaminantes

3. Verificar que se utilicen recipientes para la separación de residuos y en especial para almacenar materiales como baterías o pilas, así como materiales impregnados de aceites o de grasas.

4. Contar con servicios de supervisión ambiental, que verifique que no exista suelo o agua contaminada y en el caso de detectarse áreas contaminadas proceder conforme a la normatividad nacional e internacional aplicables para asegurar la descontaminación.

III.4 Acuerdos y Programas Ambientales Nacionales

III.4.1 Acuerdo Secretarial 001/2023 por el cual se dispone que la Dirección General de Obras y Dragado se adscribe orgánica y administrativamente a la Subsecretaría de Marina.

Este acuerdo fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de enero de 2023. Los acuerdos se transcriben (sic).

- PRIMERO. - La Dirección General de Obras y Dragado, se adscribe orgánica y administrativamente a la Subsecretaría de Marina.
- SEGUNDO.- La Dirección General de Obras y Dragado, elaborará y actualizará sus estructuras organizacionales, el manual de organización y el de procedimientos y el catálogo de descripciones y perfiles de puestos, en coordinación con la Dirección General de Administración y Finanzas; y sus planillas orgánicas con la Dirección General de Recursos Humanos, así como de sus unidades subordinadas, conforme a los lineamientos establecidos; una vez aprobados, gestionarán su formalización correspondiente.
- TERCERO. - La operación, conservación y mantenimiento de la Dirección General de Obras y Dragado, se llevará a cabo con los recursos asignados por el Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal correspondiente, sujeto a las disponibilidades existentes en el mismo. Los gastos de los ejercicios fiscales posteriores deberán ser considerados dentro de los anteproyectos de Presupuesto de Egresos de la Federación subsecuentes.

Vinculación

La ASIPONA Tuxpán S.A. de C.V., reconoce el contenido del acuerdo y posterior a la obtención de la resolución, se apegará a los lineamientos de la

Dirección General de Obras y Dragado de la SEMAR para obtener la autorización del uso de los sitios de vertimiento.

III.4.2 Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024

El PECC es congruente con los compromisos internacionales de nuestro país en materia de cambio climático. A continuación, se enlistan aquellos instrumentos internacionales cuyos compromisos tienen un impacto directo en el establecimiento de las acciones puntuales, objetivos y metas del presente PECC

Este documento corresponde a un instrumento mandatorio relacionado con la Ley General de Cambio Climático, incluye la planeación sexenal de las acciones que se realizarán en materia de adaptación a los efectos adversos del cambio climático; así como de mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero por parte de las dependencias y entidades que integran la APF. Esta planeación se enmarca en una visión de mediano y largo plazo, congruente con los objetivos de la ENCC, con los compromisos internacionales y con la situación económica, ambiental y social del país. Para lograr esto, el PECC 2021-2024 incluye cuatro Objetivos Prioritarios que, en su conjunto contribuirán al avance en el cumplimiento de los compromisos de México a nivel internacional, particularmente las NDC

La LGCC mandata priorizar las acciones de mitigación con mayor potencial de reducción al menor costo que conlleven beneficios ambientales, económicos y sociales para mejorar la calidad de vida de los mexicanos y bajo ese enfoque, el programa incluye líneas de acción encaminadas a reducir GEI entre ellos al sector comunicaciones y transportes.

Los objetivos del PECC 2021-2024, son

1.- Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia.

2.- Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de generar un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible.

3- Impulsar acciones y políticas sinérgicas entre mitigación y adaptación, que atiendan la crisis climática, priorizando la generación de cobeneficios ambientales, sociales y económicos.

4.- Fortalecer los mecanismos de coordinación, financiamiento y medios de implementación entre órdenes de gobierno para la instrumentación de la política de cambio climático, priorizando la co-creación de capacidades e inclusión de los distintos sectores de la sociedad, con enfoque de derechos humanos.



Vinculación

El proyecto de dragado, se relaciona indirectamente, ya que se emplearán embarcaciones que pueden consumir y generar Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI), y por ello, la ASIPONA, se asegurará de que estas embarcaciones sean de última generación y cuenten con tecnologías que disminuyan la emisión de GyCEI.

III.4.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PSMARN) 2020-2024.

El derecho constitucional a que la sociedad pueda gozar de un medio ambiente sano; es un fundamento legal para los tres órdenes de gobierno en México, que le da soporte en la realización de acciones para mejorar la calidad del aire, sin embargo, hasta la fecha; en las 67 cuencas atmosféricas prioritarias existen más de 72.2 millones de personas expuestas a mala calidad del aire. Según la evaluación del Índice de Desempeño Ambiental (*Environmental Performance Inde*x), 2020, México ocupó el lugar 51 de los 180 países cuantificados y clasificados de los que se cuantifica numéricamente el desempeño ambiental de las políticas de un país.

Cerca del 80% de los contaminantes atmosféricos que se generan en el territorio provienen de los vehículos de motor en circulación, cuya flota hasta julio de 2020 se estimó en 33.3 millones de automóviles, 443,103 camiones de pasajeros y 11, 680,800 camiones de carga (https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/)

El PSMARN 2020-2024 refiere (sic): "***La visión territorial de este gobierno es muy clara: el desarrollo integral, equilibrado y sustentable del territorio debe considerar que cualquier decisión para conservarlo o transformarlo se guiará por su potencial intrínseco, así como por el análisis profundo de las interrelaciones de todos los elementos del sistema socio ambiental involucrados, lo que al final permita maximizar los beneficios que puedan obtenerse y minimizar los efectos negativos que se desprendan***". En el Programa se indican los objetivos que el presente gobierno 2018-2024 considera prioritarios, mismos que se indican en el Cuadro III-1.

Cuadro III-1 Objetivos prioritarios del PSMARN 2020 -2024

Objetivos
1.-Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
2.- Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.

3.- Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4.- Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
5.- Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

Considerando los objetivos prioritarios 2 y 3, se advierta que el proyecto podría **contribuir en agilizar el movimiento de embarcaciones reduciendo el consumo de combustibles, además los dragados pueden contribuir a mantener la operación de un canal y de sus niveles de agua, reduciendo riesgos de inundación de las zonas aledañas al canal del Puerto de Tuxpán.**

III.5 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.5.1 LEYES Y REGLAMENTOS

Tomando en cuenta la naturaleza del proyecto, así como la jurisdicción de los espacios físicos donde se pretende desarrollar el proyecto, se encontró que son aplicables para el proyecto, desde la vertiente ambiental, las siguientes leyes marco.

- 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)
- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

III.5.1.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGGPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA)

LA ASIPONA TUXPÁN S.A, de C.V., en acatamiento a lo dispuesto en la LGEEPA y su REIA, somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) al proyecto **DRAGADO DE CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN INTERIOR AGUAS ARRIBA DE LA DÁRSENA DE CIABOGA II, Y DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL EXTERIOR HASTA LA DÁRSENA DE CIABOGA II Y DÁRSENA DE MANIOBRAS DE MUELLES EN EL PUERTO DE TUXPÁN, VERACRUZ".**

El artículo 28 de la LGEEPA, dispone "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 ambiente. Para ello, en los casos 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".



Específicamente en las fracciones I, IX y X, que se refieren a las obras hidráulicas y las Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales de manera respectiva.

> **I.-** Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;
>
> **IX.-** Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
>
> **X.-** Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

Asimismo, en el artículo 5 del Reglamento de la Evaluación de Impacto Ambiental se específica que requieren la autorización de impacto ambiental las obras, de la fracción X del inciso A, relacionadas con Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales y en la fracción I del inciso R referentes a cualquier obra civil que se efectué en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. Inciso B, Q y R.

Vinculación

La ASIPONA Tuxpán, somete al PEIA el proyecto que nos ocupa, y somete a la consideración de la DGIRA (Unidad Administrativa facultada para ello de acuerdo con la fracción II del Artículo 27 del Reglamento Interior de la SEMARNAT), la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. Enseguida se expone la forma en que se da cumplimiento a las disposiciones complementarias en esta materia (Cuadro III-2).

CUADRO III-2 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LGEEPA

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
LGEEPA Artículo 28 y 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 elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al	El proyecto cumple esta disposición vinculante al presentar a la consideración de la DGIRA (Unidad Administrativa facultada para ello de acuerdo con la fracción II del Artículo 27 del Reglamento Interior de la SEMARNAT), la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	
Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA) Capítulo II Artículo 5 Inciso A). Inciso B) Inciso Q) y R)	Capítulo II: de las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones. Artículo 5: Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras y actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: A) HIDRAÚLICAS I. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales; R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier obra civil R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	El promovente pretende llevar a la construcción de una actividad de dragado sobre el Canal del Puerto Tuxpán en el rio Pantepec. Se trata de una actividad que se requiere realizar de manera constante debido a los azolves que se producen en este cuerpo de aguas nacionales y que es necesaria para garantizar la operación del Canal de Navegación de este puerto. Es preciso mencionar que la ASIPONA cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental que se encuentra aún vigente emitida con el resolutivo número SGPA/DGIRA/DG (07493 de fecha 28 de octubre de 2015, sin embargo, su vigencia está cerca de fenecer y se requiere obtener una nueva autorización para un período de 10 años para los dragados de 2024 a 2034 en el canal antes citado. Por lo anterior y afecto de cumplir con lo dispuesto en la LGEEPA y su reglamento se presenta un nueva MIA-R para obtener la autorización de las obras y actividades que comprende el proyecto.
(REIA) Capítulo III Artículo 9.	Capítulo III: Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental. Artículo 9: Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la Manifestación de Impacto Ambiental deberá referirse a circunstancias	El proyecto se ajusta a esta disposición vinculante dado que se trata de un proyecto catalogado dentro de las vías generales de comunicación.

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	relevantes vinculadas con la realización del proyecto.	
(REIA) Capítulo III Artículo 10.	Capítulo III: Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental. Artículo 10: Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: Regional, o Particular.	El proyecto se ajusta a estas disposiciones vinculantes y para ello presenta a la autoridad competente la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad regional, toda vez que las características del proyecto se ajustan al supuesto previstos en la fracción I del Artículo 11 del REIA.
(REIA) Capítulo III Artículo 11.	Capítulo III: Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental. Artículo 11: Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la 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.	Se considera vinculante con el artículo 11 dado que se pretende que la autoridad competente, autorice una obra que se relaciona con una porción de la Cuenca a la que pertenece el Rio Tuxpan.
(REIA) Artículo 13	Artículo 13.-La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y regulaciones sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales,	En acatamiento a estas disposiciones vinculantes, la integración de la MIA regional que se somete a la consideración de la autoridad ambiental competente contiene la información ambiental relevante requerida en cada uno de los VIII capítulos que dispone el artículo 13 del REIA.



INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	
(REIA) Artículo 17.	Artículo 17.-El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	De igual forma, la disposición del Artículo 17 fue cumplida al ingresar la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en la ventanilla del CIS de la DGIRA, anexando los documentos que relaciona este precepto.

III.5.1.2 LEY DE VERTIMIENTOS EN LAS ZONAS MARINAS MEXICANAS.

La ley se publicó el 17 de enero de 2014, su objeto es, el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.

De acuerdo a esta ley, en su artículo 2 inciso II se entiende como *dragado* "el retiro, movimiento o excavación de suelos cubiertos o saturados por agua, incluyendo la acción de ahondar y limpiar para mantener o incrementar las profundidades de puertos, vías navegables o terrenos saturados por agua; sanear terrenos pantanosos, abriendo zanjas que permitan el libre flujo de las aguas, eliminar los suelos de mala calidad en las zonas donde se proyecta la instalación de estructuras"

Asimismo, el inciso X define la Zona de Tiro como el "área determinada geográficamente por la Secretaría para realizar el vertimiento".

Por otra parte, el artículo 3 establece que, para efectos de la presente Ley, se entenderá como vertimiento en las zonas marinas mexicanas, aplicando el inciso I y III los cuales mencionan:

I. La evacuación deliberada de desechos u otras materias, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones con el único objeto de deshacerse de ellas;

III. El almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho marino o en el subsuelo de éste, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar.

Para determinar si el material a depositar cumple con lo establecido en la Ley el Artículo 3 Bis y 4 Bis establecen los parámetros a solicitar

Artículo 3 Bis. - En las zonas marinas mexicanas no se considerará como vertimiento lo siguiente:

I. La evacuación en el mar de desechos u otras materias resultante, directa o indirectamente, de las operaciones normales de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar y de su equipo, salvo los desechos u otras materias que se transporten en buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar destinados a la evacuación de tales materias, o se transborden a ellos, o que resulten del tratamiento de tales desechos u otras materias en esos buques, aeronaves, plataformas o construcciones;

II. La colocación de materias para un fin distinto del de su mera evacuación, siempre que dicha colocación no sea contraria a los objetivos del Protocolo 1996 relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, y

III. El abandono de materiales que hayan sido colocadas para un fin distinto del de su mera evacuación, tales como, cables, tuberías y dispositivos de investigación marina, sin perjuicio de lo señalado en el artículo 3, fracción IV de la presente Ley.

El Artículo 4 Bis establece que, para otorgar un permiso de vertimiento, la Secretaría de Marina (SEMAR) debe verificar que el material a depositar se encuentre dentro de una de las categorías como se indica en el inciso I) Materiales de dragado. Esto significa que la ley considera el material de dragado como una sustancia susceptible de ser vertida en el mar, siempre y cuando se cumplan con los requisitos y el procedimiento establecidos.

Es esta ley se otorgan las facultades a la SEMAR, según el artículo 5.- para Otorgar y cancelar los permisos de vertimientos y vigilar su cumplimiento; asimismo, suspender cualquier vertimiento deliberado de desechos u otras materias que contravenga las disposiciones de la presente Ley;

En esa misma ley, concretamente en el artículo 13, se indica, que no se autorizarán vertimientos de desechos u otras materias en áreas naturales protegidas marinas y sus zonas de influencia, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en aquellas áreas que establezca la Ley General de Vida Silvestre.

Por otra parte, esta ley en su artículo 14, señala que Secretaría, evaluará las solicitudes de vertimiento de desechos -conformes a su origen, propiedades físicas, químicas, biológicas, de toxicidad, persistencia, acumulación y biotransformación en materiales o sedimentos biológicos, y en esa ley se indica que no se autorizará los vertidos cuando se trate de sustancias señaladas en el artículo 15 de esta ley.

I. Los desechos que contengan determinadas sustancias, o sustancias que causen reacciones biológicas que excedan del límite superior pertinente; no se verterán en el mar, a menos que su vertimiento resulte aceptable después de haberlos sometido a técnicas o procedimientos de degradación de los componentes peligrosos;
II. Los desechos u otras materias que contengan determinadas sustancias que causen reacciones biológicas, que no excedan del límite inferior pertinente, se deberán considerar de escasa incidencia ambiental desde el punto de vista de su vertimiento, y
III. Los desechos que contengan determinadas sustancias que causen reacciones biológicas, que no excedan el límite superior, pero excedan el inferior; requerirán una evaluación más detallada, con la finalidad de determinar la aceptabilidad del vertimiento.

Relacionado con los permisos previos, en el artículo 19 fracción II, se indica, que para efectuar un vertimiento se requiere de permiso otorgado por la Secretaría en los términos y condiciones que establece la presente Ley, debiendo el interesado presentar la Autorización en materia de impacto ambiental, expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Vinculación

La ASIPONA Tuxpán después de conseguir la autorización de impacto ambiental del proyecto en cuestión, realizará los trámites necesarios con la Dirección General de Obras y Dragado de la SEMAR.

Cabe mencionar que los sitios de vertimiento que fueron señalados en el Capítulo II de esta MIA, se localizan fuera de la zona de influencia del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna ((APFF) del Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan" (Mapa III-1), siendo el más cercano a dicha ANP que se localiza a más de 2.49 kilómetros de distancia. Asimismo, es preciso mencionar que los materiales que se pretenden disponer han sido analizados por un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación, que utilizó las técnicas conforme a las normas mexicanas y se encontró que las mismas no contienen sustancias previstas en el artículo 15 de la ley en comento.

MAPA III-1SITIOS DE VERTIMIENTO PARA PROYECTO Y SU RELACIÓN CON EL APFF SISTEMA ARRECIFAL LOBOS-TUXPÁN



III.5.1.3 LEY FEDERAL DEL MAR

Corresponde a una ley reglamentaria que se relaciona con los párrafos cuarto, quinto, sexto y octavo del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a las zonas marina mexicanas (DOF 8 de enero de 1986). En su artículo 3, se establecen como áreas mexicanas, a) El Mar Territorial b) Las Aguas Marinas Interiores c) La Zona Contigua d) La Zona Económica Exclusiva e) La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares y f) Cualquier otra permitida por el derecho internacional.

En el artículo 6, se indicas las atribuciones de la nación sobre las zonas marinas, incluido la fracción "V.- La protección y preservación del medio marino, inclusive la prevención de su contaminación; y".

Vinculación

Considerando lo anterior es preciso mencionar que parte de las actividades que se realizarán del proyecto en particular el vertimiento de derivados del dragado se dispondrán en dos sitios que se localizan en la plataforma continental, y que esos vertidos se realizarán conforme a las leyes mexicanas aplicables.

III.5.1.4 LEY DE PUERTOS

La ley de puertos publicada en el diario Oficial de la Nación el 19 de julio de 1993 la cual se encarga de regular y fomentar la construcción, operación, administración, modernización y mantenimiento de los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias. La ley de Puertos junto con su reglamento, establece el marco legal y administrativo para la realización de las obras de dragado, especialmente aquellas que se llevan a cabo dentro de las áreas que están bajo la jurisdicción de un puerto.

A continuación, se citan los artículos que se vinculan con el proyecto:

ARTICULO 20.- Para la explotación, uso y aprovechamiento de bienes del dominio público en los puertos, terminales y marinas, así como para la construcción de obras en los mismos y para la prestación de servicios portuarios, sólo se requerirá de concesión, permiso o autorización que otorgue la Secretaría conforme a lo siguiente:

III. Autorizaciones para obras marítimas o dragado.

Para construir y usar embarcaderos, atracaderos, botaderos y demás similares en las vías generales de comunicación por agua, fuera de puertos, terminales y marinas, se requerirá de permiso de la Secretaría, sin perjuicio de que los interesados obtengan, en su caso, la concesión de la zona federal marítimo terrestre que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ARTICULO 39.- La administración portuaria integral será autónoma en su gestión operativa y financiera, por lo que sus órganos de gobierno establecerán sus políticas y normas internas, sin más limitaciones que las que establezcan las disposiciones legales y administrativas aplicables.

ARTICULO 40.- Además de los derechos y obligaciones que se establecen para los concesionarios, corresponderá a los administradores portuarios:

I. Planear, programar y ejecutar las acciones necesarias para la promoción, operación y desarrollo del puerto, o grupo de ellos y terminales, a fin de lograr la mayor eficiencia y competitividad;

II. Usar, aprovechar y explotar los bienes del dominio público en los puertos o grupos de ellos y terminales, y administrar los de la zona de desarrollo portuario, en su caso;

III. Construir, mantener y administrar la infraestructura portuaria de uso común;



IV. Construir, operar y explotar terminales, marinas e instalaciones portuarias por sí, o a través de terceros mediante contrato de cesión parcial de derechos;

V. Prestar servicios portuarios y conexos por sí, o a través de terceros mediante el contrato respectivo;

VI. Opinar sobre la delimitación de las zonas y áreas del puerto;

VII. Formular las reglas de operación del puerto, que incluirán, entre otros, los horarios del puerto, los requisitos que deban cumplir los prestadores de servicios portuarios y, previa opinión del comité de operación, someterlas a la autorización de la Secretaría;

VIII. Asignar las posiciones de atraque en los términos de las reglas de operación;

IX. Operar los servicios de vigilancia, así como el control de los accesos y tránsito de personas, vehículos y bienes en el área terrestre del recinto portuario, de acuerdo con las reglas de operación del mismo y sin perjuicio de las facultades del capitán de puerto y de las autoridades competentes;

X. Percibir, en los términos que fijen los reglamentos correspondientes y el título de concesión, ingresos por el uso de la infraestructura portuaria, por la celebración de contratos, por los servicios que presten directamente, así como por las demás actividades comerciales que realicen;

XI. Proporcionar la información estadística portuaria, y

XII. Proporcionar al CUMAR la información que les sea requerida relacionada con la Protección Marítima y Portuaria, así como tomar en cuenta sus recomendaciones para mantener los niveles establecidos en el artículo 19 Ter de la presente Ley.

ARTICULO 41.- El administrador portuario se sujetará a un programa maestro de desarrollo portuario, el cual será parte integrante del título de concesión y deberá contener:

I. Los usos, destinos y modos de operación previstos para las diferentes zonas del puerto o grupos de ellos, así como la justificación de los mismos, y

II. Las medidas y previsiones necesarias para garantizar una eficiente explotación de los espacios portuarios, su desarrollo futuro, las instalaciones para recibir las embarcaciones en navegación de altura y cabotaje, los espacios necesarios para los bienes, y los servicios portuarios necesarios para la atención de las embarcaciones y la prestación de los servicios de cabotaje.



El programa maestro de desarrollo portuario y las modificaciones substanciales a éste que se determinen en el Reglamento de esta Ley, serán elaborados por el administrador portuario, y autorizados por la Secretaría, con base en las políticas y programas para el desarrollo de la infraestructura portuaria nacional, con una visión de veinte años, revisable cada cinco años.

La Secretaría deberá expedir la resolución correspondiente en un plazo máximo de sesenta días hábiles. En dicho plazo la Secretaría deberá solicitar las opiniones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en lo que se refiere a la ecología y de impacto ambiental y de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano en cuanto a los aspectos de desarrollo urbano.

Estas opiniones deberán emitirse en un lapso no mayor de quince días hábiles a partir de que la Secretaría las solicite. Si transcurrido dicho plazo no se ha emitido la opinión respectiva, se entenderá como favorable.

La Secretaría, con vista en el interés público, podrá modificar los usos, destinos y modos de operación previstos en el programa maestro de desarrollo portuario respecto de las diferentes zonas del puerto o grupo de ellos o terminales aún no utilizadas.

Si dichas modificaciones causaren algún daño o perjuicio comprobable al concesionario, éste será indemnizado debidamente.

Vinculación

La ASIPONA Tuxpan solicitará y realizara la gestión para el permiso para el Dragado ante Dirección General de Puertos, también se solicitaran los permisos ante la Dirección General de Impacto Ambiental de la SEMARNAT

III.5.1.5 LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO

El objetivo de la ley corresponde a regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable, incluidos los cuerpos de agua nacionales.

De la lectura a esta ley, y tomando en cuenta que el Rio Pantepec o Canal del Rio Tuxpan forma parte del Rio Tuxpan, y que el segmento que se pretende dragar aun forma parte de un cauce o vaso de depósito de agua nacional, se considera aplicable esta ley, siendo competencia de la federación a través de la CONAGUA, según lo señala la

> Artículo 113 de la LAN. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":
> ...
> II. Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional;
> III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;



IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos

Además, en el artículo 7, se indica la competencia de la federación para las acciones como el dragado.

En la LAN, en el artículo 7 fracción II se declara que son de utilidad pública. II. **La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas,** acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;

En el artículo 98 de la LAN se indica que cuando las obras se pudiera afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales, es el título de concesión conforme a los artículos 23 y 42 de esta Ley y de sus reglamentos.

Concretamente en el artículo 157 del Reglamento de la LAN, se especifica que las personas que pretendan realizar obras que impliquen desviación del curso de las aguas nacionales de su cauce o vaso, alteración al régimen hidráulico de las corrientes o afectación de su calidad, al solicitar el permiso respectivo de "La Comisión", deberán acompañar el proyecto y programa de ejecución de las obras que pretendan realizar, y demostrar que no se afecta riesgosamente el flujo de las aguas ni los derechos de terceros aguas abajo. En el párrafo cuarto de este mismo artículo se lee "*El procedimiento a que se refiere este artículo se aplicará a las obras o trabajos que se realicen para dragar, desecar y en general, modificar el régimen hidráulico de los cauces, vasos, lagos, lagunas y demás depósitos de agua de propiedad nacional*".

Vinculación

Se obtendrá el permiso de la CONAGUA para realizar los trabajos de dragado para los cadenamientos que fueron descritos en el capítulo II de la presente MIA.

III.5.1.6 Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos

La LGPAIR vigente, fue publicada el 22 de mayo de 2015. Corresponde a una ley constitucional y reglamentaria, cuyo fin es propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para, I) valorización de residuos, II) Determinar los criterios de manejo, prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana, III) Establecer los mecanismos de coordinación con los tres niveles de gobierno, IV) Formular la clasificación básica V) Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, de los tres niveles de gobierno. VI) Definir las responsabilidades para los tres niveles de gobierno, VII) Fomentar la valorización de residuos, VIII) Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, IX) Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los diferentes residuos peligrosos, X. Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, XI. Regular la importación y



exportación de residuos; XII. Fortalecer la investigación y desarrollo científico, XIII. Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad así como para la imposición de las sanciones que corresponda. Además de lo anterior en los siguientes artículos se definen diversas atribuciones para manejo de residuos urbanos y especiales.

En el artículo 6, se establecen las atribuciones de la gestión integral de residuos para la Federación, las entidades federativas y los municipios, en materia de gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales y en su artículo 9, se señalan las facultades de los Gobiernos Estatales, formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar de manera coordinada con la Federación los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos , en las siguientes fracciones se especifica que son facultades de los gobiernos de los estados, según los dispuesto en las fracciones

> *III) que se refiere a la autorización de planes de manejo integral de residuos de manejo especial,*
> *IV) Verificar el cumplimiento de los instrumentos y disposiciones jurídicas y*
> *VI) Establecer el registro de planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final, conforme a los lineamientos establecidos en la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan, en el ámbito de su competencia*.

Vinculación

En virtud del tipo de residuos que se esperan en las diferentes etapas del proyecto, se considera lo antes referido en la LGPAIR, y además lo especificado en la Ley que Regula la Producción, Manejo y Disposición Final de Residuos Urbano y Manejo Especial y Productos Plásticos de Un Solo Uso en el Estado de Veracruz, que enseguida se analiza a fin de ofrecer medidas para su debido cumplimiento en torno al proyecto.

Sin embargo, considerando las actividades de dragado serán realizadas con buques y con la participación de personal que no descenderá de las embarcaciones, será preciso que se cumpla con los criterios del Anexo V. “Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques”, es especial la indicadas en la regla 7, que indica a la letra “*Regla 7. Instalaciones y servicios de recepción2. 1) Los Gobiernos de las Partes en el Convenio se comprometen a garantizar que en los puertos y terminales se establecerán instalaciones y servicios de recepción de basuras con capacidad adecuada para que los buques que las utilicen no tengan que sufrir demoras innecesarias*”.



Por lo anterior, la ASIPONA Tuxpán se asegurará de brindar la información a los barcos a fin de indicar las prevenciones necesarias para que los residuos sólidos sean separados y dispuestos según las especificaciones que indique esta ley y de manera particular la Ley Estatal para Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Estado de Veracruz (LPGIRS-Veracruz).

III.5.1.7 LEY ESTATAL PARA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL ESTADO DE VERACRUZ (LPGIRS-VERACRUZ)

Esta ley fue publicada en la Gaceta Oficial. Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el lunes 28 de junio de 2004. Esta ley, según el art. 1, dispone que, es de observancia obligatoria en todo el territorio del Estado; sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la prevención de la generación y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que no sean considerados como peligrosos por la legislación federal de la materia.

En el art. 4, señala, que corresponde al Ejecutivo Estatal, a través de la Secretaría y de las instancias correspondientes en materia ambiental, y que es responsable de.

I. Formular, conducir y evaluar la política estatal en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (…),
II. Expedir, conforme a sus atribuciones (…) las normas técnicas ambientales que permitan darle cumplimiento, conforme a la política estatal en materia de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, así como de prevención de la contaminación de sitios con dichos residuos y su remediación;
(…)
V. Verificar el cumplimiento de los planes de manejo y disposiciones jurídicas en materia de residuos de manejo especial, e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables;
VI. Autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores, así como imponer las sanciones que procedan, de acuerdo con la normatividad aplicable y lo que establezcan los convenios que el Estado suscriba con la SEMARNAT y con los municipios, conforme a lo dispuesto en los artículos 16 y 17 de este ordenamiento;

En la fracción XV del artículo 5 de la ley, dispone (se cita a la letra) que "Los Ayuntamientos, de conformidad con lo dispuesto por la Ley Orgánica del Municipio Libre, esta Ley, demás leyes del Estado, Normas Oficiales Mexicanas y Normas Técnicas Ambientales (…) **tendrán la facultad de aprobar los planes de manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, incluyendo la recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, reciclado, remanufactura y disposición final, dentro de su territorio,** en su fracción XXI, señala que los ayuntamientos, pueden, participar en el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores, así como **imponer las sanciones que procedan, de acuerdo con la normatividad aplicable y lo que establezcan los**

convenios que se suscriban, de conformidad con lo establecido en esta Ley; otras facultades que se otorgan en el artículo 5, son las señaladas en **las fracciones XXVI. "**Verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad en materia de residuos sólidos urbanos e **imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables, para lo que podrán ordenar y practicar visitas domiciliarias, de inspección y verificación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás legislación aplicable;** y la fracción XXVII, que señala que "**Las demás que se establezcan en esta Ley, las Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable"**

Por lo enunciado en los artículos, que han sido invocados, la ASIPONA TUXPÁN S.A. de C.V., además de obtener las autorizaciones de impacto ambiental, presentará al ayuntamiento el Plan de Manejo de Residuos Sólidos previa a la realización de las actividades y de las obras que se describen en esta MIA-R , indicando *las cantidades que serán generadas, la forma de manejo y disposición previstas, asimismo realizara las gestiones para el caso de los residuos de tipo urbano, señalando las forma de revalorización, reducción que se aplicarán considerando los residuos que se generen en las embarcaciones que se utilizarán para los dragados*.

Garantizará al ayuntamiento las formas de manejo que permitan prevenir la contaminación que pueden producirse, y las medidas de vigilancia que aplicará para prevenir afectaciones a los elementos ambientales.

La ASIPONA TUXPÁN S.A. de C.V., establecerá como parte de los contratos que se establezcan las empresas que participen en los dragados, los conceptos de catálogo de servicios, la obligatoriedad de presentar la autorización de los planes de manejo para los residuos sólidos, en especial Residuos Sólidos Urbanos y valorizables, 2) Residuos sanitarios, y 3) Residuos peligrosos. La forma manejo se expresará en el Plan de Manejo, así como los indicadores y formas de comprobación y documentación.

III.5.1.8 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES

La LGCC fue publicada el 06 de julio del año 2012, la última reforma data del de julio de 2018, los objetos que se persiguen, son: 1) "Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, 2) Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma, 3) Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, 4) Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades



nacionales de respuesta al fenómeno, 5) Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; 6) Establecer las bases para la concertación con la sociedad; 7) Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y 8) Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de Paris, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

En el título cuarto de la LGCC, se establecen las políticas que aplican en nuestro país relativas al Cambio Climático; abarca, los siguientes capítulos; I.- Principios, II.- Adaptación, y III.- Mitigación.

Considerando, que, en la LGCC, se encuentran Los Principios que rigen la política de Cambio Climático de la ley, se realizó un análisis a efecto de demostrar que la política ambiental de la promovente., donde se compromete a apegará a dichos principios y los incluirá en la política del proyecto (CuadroIII-3).

Cuadro III-3 Propuestas de ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. para cumplir con los principios de la LGCC.

Principios de la LGCC		Aplicable	Propuesta de ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.
I	Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;	Si	La **ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.** mediante esta MIA R, demuestra que ha caracterizado, diagnosticado y valorado a los elementos ambientales a las áreas que pueden resultar afectadas, por el desarrollo de los dragados, y declara que se asegurará de minimizar cualquier efecto negativo por pequeño que pueda resultar y sobre todo aquellos que puedan añadir o contribuir con el efecto de Cambio Climático. En especial se asegurará de compuestos de efecto invernadero (GyCEI) se disminuyan durante los trabajos por parte de las empresas que contratará para este efecto.
II	Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;	Si	**ASIPONA TUXPÁN S.A. de C.V.** acepta su corresponsabilidad y se esforzará por mantenerse coordinado con el gobierno federal, estatal y el municipio de Tuxpan para demostrar que las medidas de mitigación y compensación, contribuirán a mitigar efectos negativos o que pueden sumarse al cambio climático en el desarrollo del proyecto que nos ocupa.



PRINCIPIOS DE LA LGCC		APLICABLE	PROPUESTA DE ASIPONA TUXPÁNS.A. DE C.V.
III	Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;	No	**ASIPONA TUXPÁN S.A. de C.V.,** ha realizado los estudios con las mejores técnicas basadas en el conocimiento científico, para asegurarse de que no ocasionará efectos significativos sobre los elementos ambientales del área de influencia del proyecto y del SAR.
IV	Prevención, considerando que esta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;	Si	**ASIPONA TUXPÁN S.A. de C.V.,** como se podrá verificar en las medidas de mitigación que se ofrecen en el capítulo VI de esta MIA-regional, ejecutará un plan de vigilancia basado en medidas de prevención en particular, la relacionadas con las emisiones de GEIyC.
V	Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;	Si	**ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.,** promoverá la reducción de uso de consumo de equipos o de otras fuentes de emisiones fijas. Es preciso resaltar que los dragados ni los equipos que se utilizarán, corresponden a fuentes fijas de contaminación las que se han reconocido serán de tipo móvil, y se buscará contar con programas de reducción de consumo de combustibles fósiles.
VI	Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;	No	La **ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.,** se coordinará con los diferentes órdenes de gobierno para incidir en este principio.
VII	Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;	No	La **ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.,** participará en las acciones que se precisen para incidir en este principio.
VIII	Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;	Si	La empresa **ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.,** minimizará cualquier efecto negativo por pequeño que pueda resultar y sobre todo aquellos que puedan añadir o contribuir con el efecto de Cambio Climático; en particular con las emisiones de GyCEI (Cox, SOx, COx, NHx, Metano, otros). Será así un principio fundamental reducir la huella del proyecto y elevar la calidad de las condiciones ambientales y mejorar las mismas que contribuyan e minimizar los



PRINCIPIOS DE LA LGCC		APLICABLE	PROPUESTA DE ASIPONA TUXPÁNS.A. DE C.V.
			efectos de este fenómeno climático global. climático.
IX	El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;	Si	**ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.,** aprovechará la política establecida por la LGCC, y las inversiones que realice a efecto de disminuir el consumo de energía eléctrica, buscará apoyarse en este principio.
X	Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;	Si	**ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.,** informará continuamente a los tres órdenes de gobierno sobre los avances y resultados de las medidas de prevención, mitigación y de compensación que se indican en el capítulo VI de la presente MIA.
XI	Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;	Si	Es preciso mencionar que una pequeña porción del sitio RAMSAR Humedales y Manglares de Tuxpán forman parte del SAR delimitado y cercana al AIP donde se efectuaran los dragados -área cercana a la CIABOGA I-, donde la ASIPONA no efectuará acciones de dragado que puedan afectarle, de cualquier manera, informará a las empresas contratistas de su presencia, y se asegurará de que estas áreas sean protegidas y conservadas, realizando las actividades de mitigación del capítulo VI.
XII	Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y	No	No es un aspecto que pueda abarcar la empresa **ASIPONA TUXPÁN S.A. de C.V.,** sin embargo, se considera que el proyecto que se promueve entra en el ámbito de la sustentabilidad.

PRINCIPIOS DE LA LGCC		APLICABLE	PROPUESTA DE ASIPONA TUXPÁNS.A. DE C.V.
XIII	Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible. Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.	Si	La empresa **ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V.,** actuará en el ámbito de su responsabilidad con las metas que se establezcan en los diferentes órdenes de gobiernos respetando los derechos humanos para tener un ambiente sano, y contribuir en el ámbito del proyecto sobre el derecho a la salud sin hacer diferencias entre la población y garantizando el respeto de grupos más vulnerables como son la población indígena y las mujeres, los niños y los ancianos.

El reglamento se deriva de la LGCC 2012, y su objeto está relacionado al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la secretaria.

Considerando el proyecto abarca la generación de “Residuos” y que como parte de dicho sector; y acorde a los dispuesto en el artículo al subinciso A.1 del inciso A, Fracción V del artículo 4, la ASIPONA queda obligada y se compromete a cumplir y a acatar lo dispuesto en este reglamento, el proyecto corresponde a una

actividad que producirá emisiones solo en su construcción. La ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V., cumplirá con el artículo 9, especialmente se enfocará en mitigar las emisiones atmosféricas que se producirán por las embarcaciones que efectuaran los dragados por el uso de equipos y embarcaciones, para lograr este propósito se asegurará que en las cláusulas de contratos que celebre con las empresas se establezca la obligatoriedad de dar cumplimiento a las medidas que se indican en la Cuadro III-3, mismas que se detallarán en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Es importante mencionar que ASIPONA para este caso, aplicará las reglas que se establecen en el anexo VI MARIPOL, que se refiere a solicitar los certificados que puedan garantizar el cumplimiento de los requisitos del capítulo 3 del Anexo VI de MARPOL.

Reglas relacionadas con emisiones de GyCEI del Capítulo 3 Requisitos para el control de las emisiones de los buques de MARIPOL

Regla 12 – Sustancias que agotan la capa de ozono Este reglamento prohíbe las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono, así como instalaciones que contienen sustancias que agotan la capa de ozono en los buques, según la fecha de construcción.

Las sustancias que agotan la capa de ozono están controladas internacionalmente en virtud del Protocolo de Montreal y el Es posible que las Partes en el Anexo VI de MARPOL ya hayan promulgado legislación relacionada con estas sustancias en la legislación nacional. Sin embargo, sería necesario establecer en qué medida. Las disposiciones nacionales se aplican a los buques que operan en aguas nacionales, comercian internacionalmente y poderes para inspeccionar y detener buques cuando esos buques se encuentren en el puerto de una Parte del Anexo VI de MARPOL.

El reglamento también exige que los buques con sistemas o equipos que contengan sustancias que agotan la capa de ozono y que deben tener un Certificado IAPP para transportar y mantener un dispositivo que agota la capa de ozono.

libro registro de sustancias de acuerdo con este reglamento.

El anexo VI también podrá decidir regular las emisiones derivadas de fugas de un producto que agota la capa de ozono. sustancia según lo dispuesto en la regla 12.2 del Anexo VI del Convenio MARPOL.
Regla 13 – Óxidos de nitrógeno (NOx)

Este reglamento contiene los requisitos de control en relación con los NOx que se aplican a los equipos marinos instalados. motores diésel. El reglamento prevé tres niveles diferentes de control, conocidos como Tiers, que se aplican a un buque en función de su fecha de construcción, con los límites de emisión de óxidos de nitrógeno establecidos en cada nivel está determinado por la velocidad nominal del motor (rpm). El reglamento también enumera las emisiones Áreas de control (ECA) para NOx donde se requieren límites más estrictos (límites de NOx de Nivel III).

Regla 14 – Óxidos de azufre (SOx) y partículas
Este reglamento contiene los requisitos de control en relación con los óxidos de azufre y las partículas emisiones de materia que se aplican al fueloil utilizado o transportado para su uso a bordo de un buque. El reglamento enumera la ECA donde se requiere un valor

límite más estricto para el contenido de azufre del fueloil (0,10% m/m) que el límite general (0,50% m/m) del reglamento. Las disposiciones también incluyen requisitos para los buques. tener procedimientos escritos para el cambio de fueloil y que los cambios se registren en un libro de registro o libro de registro.

Las disposiciones incluyen requisitos para el muestreo en uso y a bordo de fueloil que se está utilizando por el buque o llevados a bordo para su uso posterior. También se incluyen provisiones para pruebas y verificación de muestras en uso y a bordo extraídas utilizando los procedimientos establecidos en el apéndice VI del Anexo VI del Convenio MARPOL.

La regla 14.8 identifica el requisito de utilizar el procedimiento de verificación establecido en el apéndice VI del Anexo VI de MARPOL para el análisis de muestras de fueloil en uso o a bordo. Referencia a esta verificación

El procedimiento debe realizarse en la legislación nacional, ya que esta es la norma internacional para el fueloil. pruebas para buques que comercian internacionalmente.

Regla 15 – Compuestos orgánicos volátiles (COV) Este Reglamento se aplica principalmente a los petroleros (en casos limitados, también a los gaseros) y establece los requisitos para el control de compuestos orgánicos volátiles (COV) en los buques cisterna cuando se encuentren en determinados puertos y terminales. Los petroleros a los que se aplica el Reglamento y que transportan petróleo crudo están Se requiere tener a bordo e implementar un plan de gestión de COV aprobado por la Administración. Una Parte podrá optar por aplicar controles sólo a ciertos puertos o terminales bajo su jurisdicción. Dónde una Parte designa puertos o terminales dentro de su jurisdicción como aquellos donde las emisiones de COV deben ser regulados, garantizará que se proporcionen sistemas de control de emisiones de vapor en dichos puertos y terminales y que los sistemas estén aprobados por la Parte, teniendo en cuenta las normas pertinentes desarrollado por la OMI.



CUADRO III-4PROPUESTA DE ASIPONA TUXPÁNS.A. DE C.V PARA CUMPLIR CON LOS PRINCIPIOS DEL REGLAMENTO DE LA LGCC

ARTÍCULOS DE REGLAMENTO DE LA LGCC	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR LA ASIPONA TUXPÁNS.A. DE C.V.
Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;	No se esperan emisiones de fuentes fijas para este proyecto.
Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;	Se asegurará que las empresas rindan un informe para las embarcaciones que participen en los dragados, se aplicarán las reglas señaladas en el anexo VI de Maripol, se solicitarán los certificados a que se refieren en especial los que agotan la capa de ozono y el libro registro de sustancias de acuerdo con ese reglamento. Asimismo, ASIPONA solicitarán los cálculos y las pruebas que permitan saber que las emisiones cumplen con las normas mexicanas de emisiones a la atmosfera y que demuestren la disminución de las mismas.
Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	
Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, calculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	
Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cedula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales;	No aplica al proyecto, ya que no tendrá fuentes fijas de contaminación atmosférica.
Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y	No aplica al proyecto, ya que no tendrá fuentes fijas de contaminación atmosférica.
Conservar, por un periodo de 5 años, contados a partir de la fecha en que la secretaria haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas, así como la utilizada para su medición, calculo o estimación.	No aplica al proyecto, ya que no tendrá fuentes fijas de contaminación atmosférica.

III.5.1.9 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene como fin la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Específicamente el artículo 60 ter, que señala a la letra “Articulo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad



que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. (...) Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

Vinculación

En esta MIA-R se realizaron todos los estudios pertinentes para asegurar la integridad del medio natural, cabe señalar que para la línea base del SAR y AIP, se realizaron los estudios necesarios para conocer el estado de los componentes biológicos de vida silvestre del SAR, y con base en los resultados se determinaron las medidas de mitigación que se aplicarán para asegurar su protección tal como se describe a detalle en el capítulo VI de la presente MIA-R.

III.5.2 Programas de Ordenamiento Ecológico

III.5.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

A nivel nacional, existe un acuerdo por el cual inició la aplicación del POEGT[7], mismo que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre de 2012. Según su artículo 2 y en términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, corresponde a un instrumento de planeación y ordenación territorial de primer piso, que sienta las bases para la regionalización ecológica a nivel nacional y dispone de un de los lineamientos y de estrategias ecológicas, en este documento han quedado plasmadas las principales estrategias dirigidas a **1) logro de la sustentabilidad ambiental del territorio**, **2) mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana** y 3) al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Considerando la sobre posición del Modelo de Ordenamiento del POEGT, se encontró que el área donde se desarrollará el proyecto, forma parte de la **Región Ecológica 18.18, cuyas Políticas Ambientales aplicables son Restauración y Aprovechamiento**. Concretamente la Unidad Ambiental Biofísica que la compone corresponde a la 118 denominada se denomina “Lomeríos de la Costa del Golfo Norte”. Acorde a su ficha técnica se trata de una zona (Se cita a la letra) que.

> “*No presenta superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La*

[7] http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267338&fecha=07/09/2012



modificación antropogénica es media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Agrícola y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 3.9. Alta marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera".

La política ambiental aplicable es de **Restauración y Aprovechamiento Sustentable, con Prioridad de Atención muy alta**. En la ficha técnica se establecen 27 estrategias que se agrupan en cuatro categorías, enseguida se analizan dichas estrategias.

CUADRO III-5VINCULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 118 CON EL PROYECTO.

POLÍTICA	CRITERIO	VINCULACIÓN	
		APLICA (SI/NO)	PROPUESTA
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO			
A) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No	En virtud de la naturaleza del proyecto, no se pretende realizar aprovechamiento de especies biológicas o de recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No	El proyecto no comprende actividades agrícolas o pecuarias.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No	El proyecto no comprende actividades agrícolas o pecuarias.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No	El proyecto no abarca actividades para el aprovechamiento de recursos forestales, no obstante.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No	El proyecto no corresponde a un aprovechamiento, es una actividad de dragado que permitirá la navegación del Puerto Tuxpán.
B) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	12. Protección de los ecosistemas.	No	Las actividades de dragado tienen como objeto garantizar la navegación del Canal del Puerto Tuxpán, y se podría esperar que estas mismas coadyuven al control de azolves que se produce de manera constante y de esta forma protejan a las zonas aledañas en particular la zona urbana del Puerto de Tuxpán.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No	El proyecto no corresponde a una actividad agrícola que requiera el empleo de agroquímicos.
C) RESTAURACIÓN	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No	El proyecto, no corresponde a una actividad de restauración forestal o agrícola.
D) APROVE-CHAMIENTO	15.- Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al	No	No se pretende realizar actividades de tipo minera.



POLÍTICA	CRITERIO	VINCULACIÓN	
		APLICA (SI/NO)	PROPUESTA
SUSTENTA-BLE DE RECURSOS NATURALES NO RENOVA-BLES Y ACTIVIDA-DES ECONÓMI-CAS DE PRODU-CCIÓN Y SERVICIOS	desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.		
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No	No se pretende realizar actividades de tipo minera.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	No	El proyecto no corresponde a una actividad industrial.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	Si	El proyecto no corresponde a una actividad industrial. Sin embargo, puede contribuir al crecimiento económico de la región debido a las facilidades que pueden asegurarse para la carga y descarga de la industria automotriz.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Si	La realización de los dragados puede servir para garantizar el desarrollo del turismo local,
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) â beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No	La realización de los dragados puede servir para garantizar el desarrollo del turismo local,
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA			
A) AGUA Y SANEAMIEN TO	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No	El proyecto no está relacionado con obras para tratamiento de agua
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No	El proyecto no está relacionado con obras para tratamiento de agua, sin embargo,
B) INFRAESTRU CTURA Y EQUIPA-MIENTO URBANO Y REGIONAL	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No	El proyecto no corresponde a un programa de desarrollo urbano, **sin embargo, su realización puede beneficiar al centro urbano de Tuxpan.**
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	No	El proyecto no corresponde a un programa de desarrollo urbano, **sin embargo, su realización puede beneficiar al centro urbano de Tuxpan, y favorecer el desarrollo regional.**
C) DESARRO-LLO SOCIAL	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el	No	El proyecto no corresponde a una actividad económica, se relaciona con el establecimiento de



POLÍTICA	CRITERIO	VINCULACIÓN	
		APLICA (SI/NO)	PROPUESTA
	aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.		infraestructura, aunque su desarrollo favorecerá el desarrollo económico regional.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No	El proyecto no afectara núcleos agrarios o comunidades indígenas.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No	El proyecto no corresponde a un servicio de salud
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No	No es aplicable, ya que el proyecto no comprende actividades de tipo sociales.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No	No es aplicable, ya que el proyecto no comprende actividades de tipo sociales.
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL			
A) MARCO JURÍDICO	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No	El desarrollo del proyecto no implicará afectaciones de terrenos de propiedad rural
B) PLANEACIÓN DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No	La realización de ordenamientos no es una atribución del ASIPONA TUXPÁN S.A. de C.V., pero puede contribuir a su realización.

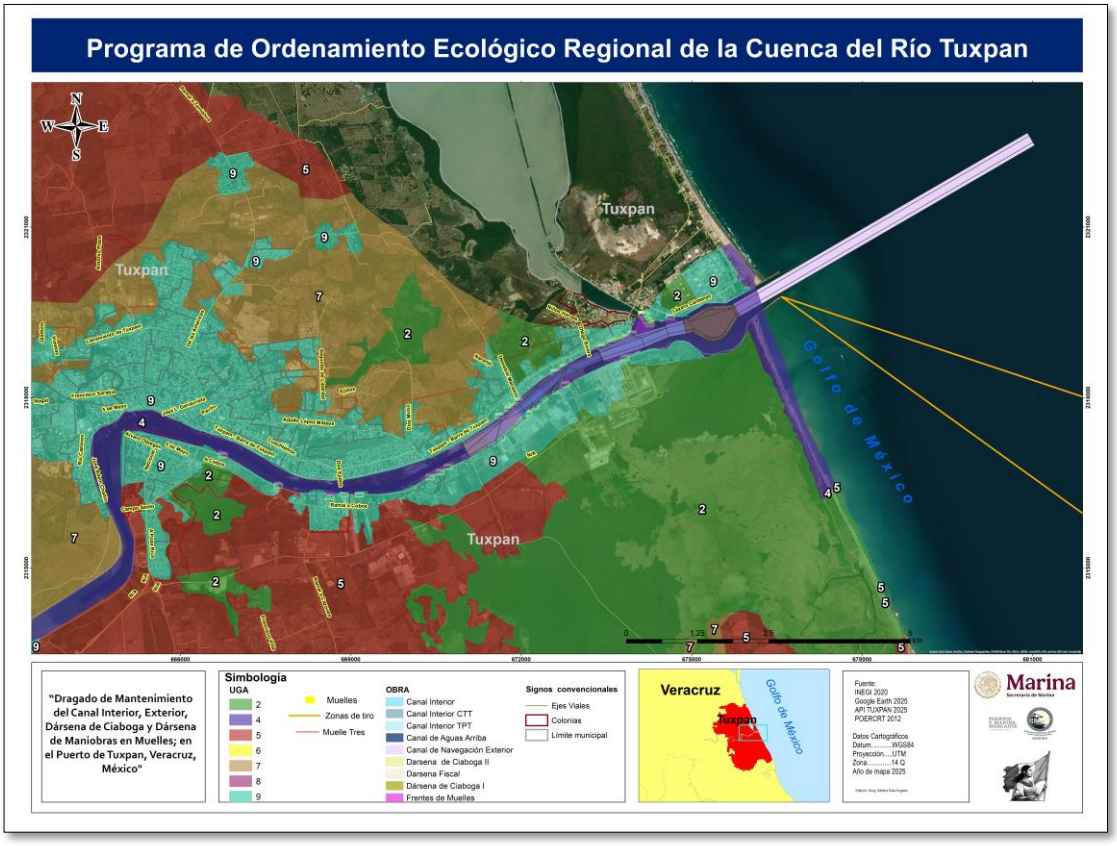
III.5.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL QUE REGULA Y REGLAMENTA EL DESARROLLO DE LA REGIÓN DENOMINADA CUENCA DEL RIO TUXPAN (POER-CRT)

El POER-CRT [8] entró en vigor después su publicación en la Gaceta Oficial del estado de Veracruz de la Llave el 20 de julio de 2012. El ámbito de aplicación de este ordenamiento comprende una superficie de 4,239.10 km^2, y una diferencia altitudinal que va desde los 0 m.s.n.m en la costa, hasta los 2,780 en un cerro denominado Cerro Verde a poco menos de un kilómetro al este de la localidad Palo

[8] http://sistemas3.cgever.gob.mx/normatividad/archivos/pdfs/5/1532.pdf

Hueco en el municipio de Huayacocotla, abarcando terrenos dentro de las siguientes coordenadas geográfica, latitud norte 1) 20°2405.37", 2) 20°1605.62", 3)20°5830.69" y 4) 20°3131.15", y en longitud oeste 1) 98°2704.56", 2) 97°5235.59", 3) 97°1835.85" y 4) 97°5921.44", que incluye 18 municipios; entre ellos una porción del municipio de Tuxpan Veracruz.

MAPA III-2 SE MUESTRA QUE LA ZONA DE DRAGADO DEL PROYECTO INCIDE SOBRE LA UGA 4 DEL POER-CRT



El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial (MOET), abarca nueve Unidades de Gestión Ambiental (UGA), a las que se asignaron políticas, estrategias y criterios de regulación ecológica que dictan la dirección de las actividades que se pretendan realizar dentro de las mismas. Considerando la ubicación de la zona que se pretende dragar dentro del Canal del Rio Tuxpán, las UGA implicadas será la UGA 4 (Como se observa en el mapa III-2).

CUADRO III-6 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL POER-CRT DONDE INCIDIRÁ EL PROYECTO UGA 4

Política	Conservación
Uso Predominante	Flora y Fauna
Usos Compatibles	Forestal, Turismo y Pesca
Usos Condicionados	Equipamiento, Infraestructura, Minería y Acuacultura
Usos Incompatibles	Agrícola, Pecuario, Asentamientos Humanos e Industria

Criterios Ecológicos	Ff1, Ff2, Ff3, Ff4, Ff5, Ff6, Ff7, Ff8, Ff9, Ff10, Ff11, Ff12, Ff13, Ff14, Ff16, Ff17, Ff18, Ff19, Ff20, Ff21, Ff22, Ff23, Ff24, Ff25, Ff26, Ff27, Pe1, Pe2, Pe3, Pe4, Pe5, Pe6, Pe7, Pe8, Pe9, Pe10, Pe11, Pe12, Pe13, Pe14, Pe15, Pe16, Pe17, Pe18, Pe19, Pe20, Pe21, Eq1, Eq2, Eq3, Eq4, Eq5, Eq7, Eq8, Eq11, Eq12, Eq13, Eq14, Eq15, If3, If4, If5, If6, If7, If8, If9, If10, If11, If12, If13, If14, If15, If16, If17, If18, If19, If20, If21, If22, If23, If24, If26, If27, If29, If32, If32, If34, If38, Mi2, Mi3, Mi4, Mi5, Mi6, Mi7, Mi8, Mi9, Mi10, Mi11, Mi12, Mi13, Mi14, Mi15, Ac1, Ac2, Ac3, Ac4, Ac5, Ac6, Ac7, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C19, C20, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C35, C36, C37, C39, C41, C42, C43, C44, C45, C46, C47, Mae1, Mae2, Mae3, Mae4, Mae7, Mae9, Mae10, Mae12, Mae13, Mae14, Mae17, Mae21, Mae22, Mae23, Mae24, Mae25, Mae27, Mae28, Mae29, Mae30, Mae32, Mae33, Mae34, Mae36, Mae37, Mae28, Mae39, Mae40, Mae41 Mae44, Mae45, Pu1, Pu2, Pu3, Pu4, Pu5, Pu6, Pu7, Pu8, Pu9, Pu10, Pu11, Pu12, Pu13, Pu14, Pu15, Pu16, Mic1, Mic2

CUADRO III-7 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL POER-CRT DONDE INCIDIRÁ EL PROYECTO UGA 9

Política	Aprovechamiento
Uso predominante	Asentamientos humanos
Usos compatibles	Equipamiento, Infraestructura
Usos condicionados	Industria, Acuacultura
Usos incompatibles	Minería, Forestal, Agrícola y Pecuario
Criterios ecológicos	Ah 1, Ah2, Ah3, Ah4, Ah5, Ah7, Ah8, Ah9, Ah10, Ah11, Ah12, Ah13, Ah14, Ah15, Ah16, Ah17, Ah18, Ah19, Ah20, Ah21, Ah22, Ah23, Ah24, Ah25, Ah26, Ah27, Ah28, Ah29, Ah30, Ah31, Ah32, Ah33, Ah34, Ah35, Ah36, Ah37, Ah38, Ah39, Ah40, Ah41, Ah42, Ah43, Ah44, Ah45, Ah46, Ah47, Ah48, Ah49, Ah50, Eq1, Eq2, Eq4, Eq5, Eq6, Eq7, Eq8, Eq9, Eq10, Eq11, Eq12, Eq13, Eq14, Eq15, If1, If3, If4, If5, If6, If7, If8, If9, If10, If11, If12, iIf13, If14, If18, If19, If20, If21, If22, If23, If24, If25, If26, If27, If28, If29, If30, If31, If32, If33, If34, If35, If36, If37, If38, In1, In2, In3, In4, In5, In6, In7. In8, In9, In10, In11, In12, In13, In14, In15, In16, In17, In18, In19, In20, In21, In22, In23, In24, In25, In26, In27, In28 In29 In30 In31 In32, Ac3, Ac5, Ac6, Ac7, Mae5, Mae28, Mae32, Mae33, Mae36, Mae37, Mae40, Mae43, Mae44, Mae45, C1, C2, C3, C4, C5 ,C6 ,C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34, C35, C36, C37, C38, C39, C40, C42, C43, C44, C45, C46, C47, Mic1, Mic2, Pu1, Pu2, Pu3, Pu4, Pu5, Pu6, Pu7, Pu8, Pu9, Pu10, Pu11, Pu12, Pu13, Pu14

En la Cuadro III-8, fueron transcritas las políticas, uso predominante, uso condicionado, uso compatible, así como los criterios y lineamientos que se disponen para las dos UGA involucradas en el proyecto.

Enseguida, se expone información resultante del análisis detallado a los criterios aplicables a la UGA 4, buscando identificar si los criterios aplicables que se relacionan con el proyecto, y en aquellos lineamientos vinculantes, se hacen propuestas de acciones para garantizar su cumplimiento.

CUADRO III-8 ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS ESPECÍFICAS Y GENERALES ESTABLECIDOS EN EL POER-CRT PARA LA UGAS



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
FLORA Y FAUNA				
4	Ff1	En las unidades aptas **para la conservación de la vida silvestre y turismo con restricciones ecológicas, deberá llevarse a cabo estudios específicos** que establezcan las modalidades y densidades de uso que garanticen la conservación de los recursos naturales.	No	El proyecto que se promueve no corresponde a una actividad de aprovechamiento de flora y/o fauna, no se intenta realizar actividades que puedan corresponder a zonas para la conservación de flora y/o fauna, la zona que será dragada corresponde a un canal de navegación del Puerto Tuxpan que no corresponden a unidades para conservación de la flora y fauna.
4	Ff2	Las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) deberán contar con un Programa de Manejo autorizado.	No	El proyecto no corresponde al desarrollo de alguna UMA.
4	Ff3	Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso comercial, cinegético, repoblación o recreación.	No	El proyecto no corresponde al desarrollo de alguna UMA.
4	Ff4	Se permite la extracción de especies señalada en el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 para pie de cría en UMAS.	No	El proyecto no corresponde al desarrollo de alguna UM o para el aprovechamiento de flora y/o fauna.
4	Ff5	Se debe promover la instrumentación de proyectos productivos alternativos a la ganadería extensiva y la agricultura existentes, como criaderos de fauna silvestre, viveros de plantas nativas etc.	No	El proyecto no comprende actividades de ganadería o agricultura.
4	Ff6	De acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 no se permite la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre bajo esta NOM, salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) con fines de obtener cría.	No	El proyecto no comprende actividades para comercialización de especies de flora y fauna.
4	Ff7	No se permite la introducción de especies de flora y fauna exóticas y/o invasoras.	No	El proyecto no corresponde a actividades de producción primaria, tales como la agricultura, o la ganadería.
4	Ff8	Solo se permite la introducción de especies de flora y fauna exóticas previa autorización de la SEMARNAT.	No	El proyecto no corresponde a actividades de producción primaria, tales como la agricultura, o la ganadería.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4	Ff9	Se podrán establecer viveros e invernaderos para la producción de plantas de ornato y medicinales con fines comerciales, e incorporar el cultivo de especies arbóreas y arbustivas nativas con fines de reforestación de sitios sujetos a restauración o para plantaciones comerciales diversificadas.	No	El proyecto no corresponde a actividades de producción primaria, tales como la agricultura, o la ganadería.
4	Ff10	Se fomentará el rescate de los usos tradicionales de los recursos naturales que no alteren los procesos ecológicos como el cultivo de frutales nativos, etc.	No	El proyecto no corresponde a actividades de producción primaria, tales como la agricultura, o la ganadería. Por esta razón no se vincula con el desarrollo del proyecto.
4	Ff11	Se impedirá la construcción de obras en zonas federales, estatales o municipales dedicadas a la protección de flora, fauna o con características naturales, sobresalientes o frágiles (mapa de fragilidad geológica).	No	El proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental, corresponde a una actividad de dragado del Canal de Navegación del Puerto de Tuxpan, no se considera que el mismo corresponda a un sitio frágil.
4	Ff12	Se deberá fomentar y apoyar técnica y financieramente los esfuerzos comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre mediante compensación de servicios ambientales.	No	El proyecto corresponde a una actividad de dragado del Canal de Tuxpán, no se prevén afectaciones a los componentes bióticos de la UGA ni detrimento sobre los servicios ambientales. No obstante, en caso de requerirse la ASIPONA fomentará y apoyará los esfuerzos comunitarios para el repoblamiento de especies de fauna.
4	Ff13	Se deben realizar estudios específicos que permitan delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a estatus y elaborar planes de manejo para su conservación NOM-059-SEMARNAT-2010.	No	En el Canal del Rio Tuxpán no se detectan especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la zona corresponde a un área en general muy perturbada por las actividades de navegación, que no permiten la alta diversidad de especies de fauna
4	Ff14	El aprovechamiento de leña para uso doméstico debe sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996.	No	El proyecto no comprende actividades de tala con fines de obtención de leña.
4	Ff16	Se deberá respetar el manglar y su entorno en términos de los previsto en el Artículo 60-TER de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS).	Si	Durante los trabajos de dragado no se alterarán los manglares, las técnicas de dragado serán por succión y las zonas de manglar no serán incluidas en los dragados.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4	Ff17	Los relictos de selva mediana y selva alta perennifolia deberán sujetarse a programas de protección y se promoverá que los acahuales se sujeten a programas de restauración, y el diseño de corredores ecológicos que incrementen la conectividad entre estos relictos.	No	Los trabajos de dragado no se relacionan con zonas terrestres, no causarán afectaciones a ningún tipo de comunidades de vegetación.
4	Ff18	Los fragmentos de bosque mesófilo y encinos deberán protegerse. Se promoverá el diseño de corredores ecológicos que incrementen la conectividad entre estos fragmentos.	No	Los trabajos de dragado no se relacionan con zonas terrestres, no causarán afectaciones a ningún tipo de comunidades de vegetación.
4	Ff19	No se permite capturar, perseguir, molestar o dañar a ejemplares de especies o subespecies de tortuga marina o dulceacuícola, así como colectar, poseer y comerciar con sus huevos o productos. En caso de ser necesario movilizar individuos por alguna obra, deberá realizarse y aplicarse un programa de monitoreo, rescate y seguimiento de fauna, que cuente con las autorizaciones correspondientes.	No	El proyecto no comprende capturar, molestar o dañar ejemplares de especies de tortuga o de otras especies de vida silvestre. Las zonas donde se pretende realizar el proyecto no corresponden a zonas de distribución de tortugas. Las zonas de dragado no corresponden ni permiten el desarrollo de tortugas marinas.
4	Ff20	No se permite capturar, perseguir, molestar o dañar a ejemplares de especies de cocodrilos, así como colectar, poseer sus pieles o productos. En caso de ser necesario movilizar individuos por alguna obra, deberá realizarse y aplicarse un programa de monitoreo, rescate y seguimiento de fauna, que cuente con las autorizaciones correspondientes.	No	El proyecto no comprende capturar, molestar o dañar ejemplares de especies de cocodrilo y en caso de ser afectados por el proyecto se rescatarán y reubicarán los ejemplares en sitios seguros.
4	Ff21	Se deberá proteger las áreas de anidación de tortugas marinas, dulceacuícolas, iguanas y cocodrilos que aseguren la permanencia de estos reptiles en la región.	No	Las actividades de dragado no se realizarán en zonas donde se pueden distribuir especies de reptiles como son iguanas o reptiles,
4	Ff22	No se permite la caza, captura o daño a las aves residentes y migratorias que perchen, aniden o se alimenten en los ecosistemas presentes en el área de ordenamiento.	No	El proyecto no comprende la captura o el daño a aves.
4	Ff23	Se prohíbe la afectación o extracción del mangle, así como a desecación de zonas donde se desarrolle esta vegetación, reguladas en el artículo 60-TER de la LGVS y la NOM-022-SEMARNAT-	No	Las actividades manglar no intervendrán área con mangle.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		2003 acuerdo de modificación D.O.F DEL 7-MAYO-2004.		
4	Ff24	No se permite la realización de caminos vecinales sobre manglares ni la desecación de zonas donde se desarrolla esta vegetación, especies de vegetación de zonas inundables, se deberá acatar lo dispuesto en el artículo 60-TER de la LGVS, 2012 y la NOM-022-SEMARNAT-3003 acuerdo de modificación D.O.F del 7-Mayo-2004.	No	El proyecto que qui se analiza no está relacionado con caminos, ni se requieres actividades en tierra o la construcción de caminos.
4	Ff25	Se deberá regular la extracción de maderas preciosas del medio natural, con un programa de manejo por ejemplo (Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, 2012).	No	El proyecto no comprende la extracción maderera.
4	Ff26	El aprovechamiento de cedro, caoba, chico zapote y demás maderas preciosas, solo se podrá realizar en áreas manejadas como forestales con ejemplares provenientes de viveros.	No	No se pretenden realizar actividades de aprovechamiento forestal.
4	Ff27	Podrá efectuarse aprovechamiento forestal en aquellas UGA en las que el uso predominante o compatible sea flora y fauna y que además presenten una cubierta vegetal de bosques de pino y pino-encino, siempre y cuando cuente con un programa de aprovechamiento forestal.	No	El proyecto no corresponde al aprovechamiento forestal.
	FORESTAL			
4	F1	Se recomienda incorporar material orgánico (gallinaza, estiércol y composta) y abonos verdes (p.e. leguminosas) a los procesos de fertilización del suelo en las unidades de producción agrícolas, pecuarias y forestales.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F4	Los terrenos sugeridos para ganadería intensiva o extensiva, cuyas áreas incluyan pendientes mayores al 15%, deberán ser reforestados y manejados bajo algún sistema silvopastoril.	No	El proyecto no corresponde a una actividad productiva
4	F5	Se regulará el pastoreo de ganado caprino, bovino y ovino en zonas federales.	No	El proyecto no corresponde a una actividad productiva
4	F6	Todas las unidades de producción forestal deberán contar con un ordenamiento forestal y un Programa de Manejo Silvícola autorizado.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F7	Se fomentará el cultivo diversificado de especies	No	El proyecto no corresponde a una actividad productiva

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		maderables adecuadas a las condiciones ambientales locales.		
4	F8	El aprovechamiento de leña para uso doméstico debe sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F9	Debe reglamentarse el uso de leña para la elaboración de carbón.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F10	Se recomienda evaluar para su revocación o renovación los permisos de extracción forestal actuales.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F12	Se recomienda el cultivo de especies forestales nativas en los terrenos cuya pendiente excede al 15%.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F13	En las áreas con potencialidades forestales deberá promoverse la diversificación de especies locales útiles.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F14	Se recomienda la acuaforestería (árboles con pesca).	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F15	Se deberán mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal de acuerdo con la NOM-060-SEMARNAT-1994 y a la Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático, 2010.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F16	Se deberán mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal de acuerdo con la NOM-061-SEMARNAT-1994 y a la Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático, 2010.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F17	Se deberán mitigar los efectos adversos ocasionados a la biodiversidad por el aprovechamiento forestal de acuerdo con la NOM-062-SEMARNAT-1994.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F19	Deberán acatarse los lineamientos técnicos para el combate y el control de los insectos descortezadores de las coníferas, establecidos en la NOM-019-SEMARNAT-2006.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F20	Se deberá acatar la NOM-142-SEMARNAT-2003, que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del eucalipto *Glycaspisbrimble combeimoore.*	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4	F21	Para el embalaje de madera se deberá acatar la NOM-144-SEMARNAT-2004, que establece las medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías (acuerdo que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-144-SEMARNAT-2004 15-septiembre-2005; Acuerdo que adiciona un tercer punto transitorio a la NOM-144-SEMARNAT-2004 10-Octubre-2005):	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F22	Se acatarán las normas que establecen los criterios y especificaciones técnicas para realizar el transporte y aprovechamiento comercial de: • NOM-026-SEMARNAT-2005 Resina de pino. • NOM-028-SEMARNAT-1996 Raíces y rizomas. • NOM-010-SEMARNAT-1996 Hongos. • NOM-011-SEMARNAT-1996 Musgo y heno. • NOM-005-SEMARNAT-1997 Corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal. • NOM-006-SEMARNAT-1997 Hojas de palma. • NOM-007-SEMARNAT-1997 Ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. • NOM-008-SEMARNAT-1996 Cogollos. • NOM-009-SEMARNAT-1996 Exudados de vegetación forestal. NOM-029-SEMARNAT-2003 Bambú, mimbre, bejuco, ratán, caña, junco y rafia, utilizados principalmente en la cestería y espartería.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F23	Los aprovechamientos forestales deberán ser supervisados técnicamente.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F24	Se promoverá el desarrollo de viveros de especies nativas en los distintos pisos altitudinales de la Cuenca.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
4	F26	Se deberán aplicar técnicas y destinar recursos para la prevención de incendios forestales, así como, para el control de plagas y enfermedades.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4	F28	Las áreas para aprovechamiento forestal, deberán regularse a través de estudios específicos que garanticen un aprovechamiento sustentable; los permisos de aprovechamiento deberán revisarse anualmente.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de aprovechamiento forestal o silvícola.
	TURISMO			
4	Tu1	Se permitirá el uso ecoturístico bajo las modalidades de observación de flora y fauna, atractivos naturales, sideral, safaris fotográficos y senderismo interpretativo.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu2	En el desarrollo de los proyectos ecoturísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como selvas, bosques mesófilos, encinares, manglares, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu3	En las unidades aptas para la conservación y/o restauración de la vida silvestre y ecoturismo, deberán llevarse a cabo estudios específicos que establezcan las modalidades y densidades de uso que garanticen la conservación de los recursos naturales.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu4	Se podrán promover actividades de ecoturismo (campamentos, veredas para peatones y caballos, observación de fauna, tours fotográficos, etc.)	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu5	En el desarrollo de los proyectos ecoturísticos no deberán alterarse los ecosistemas ni las poblaciones de flora y fauna que se localicen dentro del área de los proyectos de desarrollo.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu6	Podrán realizarse paseos turísticos en lancha en los cuerpos de agua, ríos y esteros sujetos a protección o conservación, de preferencia lanchas de remo y/o motor de bajo caballaje.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu7	Se promoverá que los desarrollos turísticos de bajo impacto (ecoturismo) que se lleven a cabo en zonas de playas, dunas o montaña se construyan utilizando materiales naturales.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu8	Se promoverá que en las ANP con valor arqueológico y ecoturístico que lleven a cabo programas de	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		restauración y reforestación con especies de vegetación nativa.		
4	Tu9	Se deberá regular la actividad de descenso de ríos (rafting) sujetándose a un estudio específico que evalúe la capacidad de carga del río (número de balsas/día) sin afectar la integridad del ecosistema y el valor paisajístico de la zona.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu10	Se permitirán las **modalidades ecoturísticas** de ciclismo y alpinismo, únicamente en las rutas establecidas donde no se afecte la vegetación original de las paredes verticales y senderos.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu11	Las **actividades ecoturísticas** a desarrollarse en la áreas protegidas o propuestas para este fin deberán integrar a la población local en los beneficios a través de programas de financiamiento y capacitación.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu12	El **desarrollo de infraestructura turística** tradicional en la zona costera deberá considerar la capacidad de carga del sistema, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu13	Los guías turísticos deben sujetarse a los elementos establecidos en la NOM-008-TUR-2002.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu14	Los servicios turísticos de hospedaje deberán sujetarse a los elementos normativos del seguro de responsabilidad civil para la protección y seguridad de los turistas, normado en la NOM-C7-TUR-2002.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu15	Los prestadores de servicios turísticos de campamentos y paradores de casas rodantes deberán sujetarse a los requisitos mínimos de seguridad e higiene establecidos en la NOM-06-TUR-2000.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu16	Los prestadores de servicios turísticos deberán ser capacitados mediante curos oficiales que integren conocimiento de los valores ecológicos y culturales de la región, así como normas y regulaciones ambientales.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu17	Se deberá promover la organización de los prestadores de servicios turísticos en asociaciones que regules y evalúen las	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		actividades a través de una certificación de calidad.		
4	Tu18	La secretaría encargada del ramo (turismo), deberá promover las actividades turísticas en concordancia con los criterios que se establecen en este ordenamiento.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu19	Las visitas a zonas arqueológicas de reciente y/o futuro descubrimiento deberán sujetarse a los criterios y normas establecidas por el INAH.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu20	Se deberá reglamentar el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al turismo (señalamientos, botes de basura separada, etc.).	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu21	La asociación de prestadores de servicios deberá promover una cuota destinada a la restauración y pago por servicios ambientales del área sujeta a aprovechamiento turístico.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu22	Deberán promoverse apoyos necesarios y suficientes para la integración de figuras asociativas locales para prestación de servicios ecoturísticos por parte de los lugareños.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu23	Se promoverá el **uso ecoturístico** en las zonas de la Cuenca.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu24	Cualquier **desarrollo turístico** que se pretenda realizar en la planicie costera deberá ubicarse considerando la preservación e integridad de los manglares, dunas costeras, esteros y zonas inundables, respetando la dinámica hidrológica, de acuerdo con la reglamentación NO-022-SEMARNAT-2003 Acuerdo de modificación en el D.O.F. el 07-Mayo-2004 y el artículo 60 TER de la LGVS, 2012.	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
4	Tu25	Los **desarrollos turísticos** deberán tomar en cuenta las áreas de riesgo ante eventos naturales establecidos en este ordenamiento y la normativa de protección civil estatal y municipal para evitar asentarse en zonas de riesgo (Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz, 2011 y Mapas de Riesgo, Secretaría de Protección Civil).	No	El proyecto no corresponde a una actividad relacionada con el turismo.
	Pesca			



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4	Pe1	Se permitirá el aprovechamiento pesquero en los cuerpos de agua.	Si	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera, y es preciso mencionar que los dragados del proyecto serán a lo largo y ancho del Canal de Tuxpán se localiza en la sección central del Rio, la mayor parte de las actividades pesqueras se realizan en las riberas, es decir las riberas no serán dragadas y los efectos sobre la actividad pesquera serán temporales
4	Pe2	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas realicen estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera, así como las temporadas de veda para los cuerpos de agua (ríos y lagunas) sujetos a políticas de conservación, protección y/o restauración.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe3	Se fomentará la pesca deportiva-recreativa de liberación sujeta a las normas específicas.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe4	Se permite la pesca deportiva con base en las especificaciones de la NOM-017-PESC-1994.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe5	Se prohíbe el uso de métodos químicos, explosivos y eléctricos para el aprovechamiento pesquero.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe6	Se deberán realizar investigaciones que permitan aprovechar especies de valor comercial actualmente subexplotadas.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe8	Las actividades pesqueras en los ríos y sus afluentes estarán sujetas a las reglamentaciones establecidas por la SEMARNAT y SAGARPA y las consideraciones de riesgo en las zonas urbano-industriales.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe9	La captura de especies marinas y dulceacuícolas de arroyos y ríos, se debe llevar a cabo con las artes de pesca aprobadas para cada especie.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe10	La captura de especies de flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción federal deberán sujetarse a los procedimientos para determinar las épocas y zonas de veda establecidas en la NOM-009-PESC-1993.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe11	Las capturas de camarón en la zona litoral y esteros se sujetarán a las normas establecidas en la NOM-002-PESC-1993 acuerdo de	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		modificación D.O.F. 08-agosto-2001.		
4	Pe12	Deberán realizarse estudios poblacionales de los principales ríos y sus afluentes que permitan evaluar la situación de las especies y establecer vedas permanentes o temporales.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe13	Deberá evaluarse y regularse la extracción de langostinos (acamayas), promoviendo estudios encaminados a su preservación y cultivo.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe14	Se recomienda la reintroducción de especies nativas en los ríos.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe15	En ningún caso se permitirá la introducción de especies exóticas que pongan en peligro el ecosistema.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe16	Las Normas Oficiales Mexicanas pesqueras y de Sanidad Acuícola Vigentes, que deberán respetarse son las siguientes: Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe17	Se atenderá la modificación a la Norma Oficial Mexicana 002-PESC-1993, D.O.F. 08-agosto-2001, Para ordena el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, para establecer la potencia nominal máxima de los motores fuera de borda utilizados por embarcaciones menores.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe18	Se atenderá el aviso por el que se da a conocer la autorización para utilizar charangas como equipos de pesca para la captura de camarón en los sistemas lagunarios estuarinos de Tamaulipas y del norte de Veracruz.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe19	Se acatará la Norma Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993, regula la aplicación de cuarentenas a efecto de evadir la introducción de enfermedades certificables y notificables en la importación de organismos acuáticos.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
4	Pe20	Se acatará la Norma Oficial Mexicana NOM-016-PESC-1994, para regular la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción federal del golfo de México y mar caribe, así como del	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		océano pacífico, incluyendo el Golfo de California.		
4	Pe21	Se acatará la Norma Oficial Mexicana NOM-030-PESC-2000, requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos sus productos o subproductos en cualquier presentación y artemía salina (Artemia spp), para su introducción al territorio nacional y su movilización en el mismo.	No	El proyecto no corresponde a una actividad pesquera.
	Asentamientos humanos			
9	Ah1	Las áreas de reserva territorial para crecimiento urbano decretadas en los programas de conurbación y los programas de desarrollo urbano, deberán mantener su cubierta vegetal original en tanto sean ocupadas.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah2	Las áreas de reserva territorial para crecimiento urbano deberán de preservar los ecosistemas de dunas costeras, áreas de inundación y establecer una zona de amortiguamiento arbolada entre estos ecosistemas y las zonas de crecimiento.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah3	Deberán de reubicarse los asentamientos irregulares que se encuentren ocupando la zona federal destinada a la restauración y/o conservación de recursos naturales y procesos ecológicos que brinden servicios ambientales a la región.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah4	El crecimiento de los asentamientos humanos deberá limitarse a las áreas y criterios establecidos en los programas de desarrollo urbano y los programas conurbación, siempre y cuando se respeten las restricciones que establecen los mapas de riesgos ante eventos naturales, los valores máximos de nivel de río y la normatividad de protección civil estatal y municipal de acuerdo a la Ley de Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda para el estado de Veracruz, 2011.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah5	No se permitirá el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas de riesgo industrial, riesgo de eventos naturales (inundación, derrumbes, etc.) y zona federal marítimo terrestre, de acuerdo a la	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		Ley de Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda para el estado de Veracruz, 2011.		
9	Ah6	No se permitirá la creación de nuevos núcleos de población en las zonas con política de protección, restauración, o conservación, de acuerdo a la Ley de Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda para el estado de Veracruz, 2011.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah7	El desarrollo de las zonas de la reserva urbana, deberá efectuarse de forma gradual y con base en una óptima densificación de las áreas urbanas existentes, promoviendo los desarrollos urbanos verticales sobre los horizontales.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah8	Queda prohibida la construcción de nuevas edificaciones para los asentamientos humanos en zonas de esteros, dunas, manglares y sistemas costeros inundables, previsto en la Ley de Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda para el estado de Veracruz, 2011.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah9	Quedará prohibida la edificación de viviendas en los derechos de la vía de carreteras, ferrocarriles y líneas de alta tensión, así como en la zona federal, como lo estipula la Ley de Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda para el estado de Veracruz, 2011.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah10	La definición de las nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos, deberá evaluar las condiciones, físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta de ordenamiento ecológico. (Ley de Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda para el estado de Veracruz, 2011).	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah11	Deberán densificarse las áreas urbanas actuales proporcionando la ocupación de lotes baldíos.	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah12	En las zonas urbanas, particularmente en las urbano industriales, o en aquellas que sobrepasen los 400, 000 habitantes, deberá incrementarse el porcentaje de áreas verdes en relación con las construidas, con una superficie mínima de áreas verdes de 15 m2/habitante (Organización Mundial de la Salud).	No	El proyecto no corresponde al establecimiento de asentamientos humanos.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
9	Ah13	En las zonas urbanas e industriales deberá de fomentarse que los espacios abiertos cuenten con cubierta arbórea, de preferencia con especies nativas.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah14	Deberá de promoverse la creación de corredores de vegetación entre zonas urbanas e industriales.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah15	Se deberá de efectuar la promoción oficial de las cartas de riesgo (Erosión, Derrumbes, Deslizamientos, Inundación, etc.), para todas las acciones de compra venta de lotes o terrenos delicados a la vivienda.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah16	Los asentamientos humanos deberán de contar con los lineamientos para la construcción de obra e infraestructura relacionados con la prevención de desastres naturales, industriales y agropecuarios.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah17	Se prohibirá la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah18	Deberá preservarse la vegetación en zonas cercanas a asentamientos humanos, particularmente en laderas con pendientes mayores a 20°.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah19	En construcciones nuevas, el drenaje pluvial deberá de esta reparado del drenaje sanitario, cumpliendo las especificaciones de diseño establecidas para este tipo de sistemas.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah20	Toda descarga de aguas residuales a cuerpos de agua nacionales deberá de cumplir con las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y con la NOM-001-SEMARNAT-1996.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
9	Ah21	Todas las poblaciones con más de 2,500 habitantes deberán de contar con plantas de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
9	Ah22	Las aguas tratadas provenientes de las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales podrán ser vertidas directamente a cuerpos receptores de propiedad nacional, siempre y cuando cumplan con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y cuenten con el permiso emitido por la Comisión Nacional del Agua.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
9	Ah23	Se promoverá la reutilización de aguas tratadas provenientes de las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales para riego de áreas verdes, siempre y cuando cumplan con la NOM-003-SEMARNAT-1997: así mismo se promoverá su reúso.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
9	Ah24	El manejo y confinamiento de los lodos residuales del tratamiento de aguas residuales deberá de efectuarse de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2002 promoviéndose, de acuerdo a la calidad de los lodos, su uso para fines agrícolas o de otra índole.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
9	Ah25	En poblaciones menores de 2,500 habitantes se promoverá el tratamiento de aguas residuales mediante sistemas alternativos.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah26	En poblaciones menores de 2,500 habitantes se promoverá la instalación de letrinas secas y fosas para generación de biogás.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah27	En las zonas urbanas e industriales la canalización del drenaje sanitario y pluvial deberá estar separada.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah28	Se deberá de promover la creación de un padrón de pozos artesianos, así como un sistema de monitoreo permanente para determinar la calidad del agua extraída de los mismos, con el fin de verificar el cumplimiento de la NOM-127-SSA-1994, acuerdo de modificación 16-diciembre-1996, para uso y consumo humano.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah29	Los asentamientos humanos y las zonas naturales deberán protegerse de la contaminación, las emisiones de gases de efecto invernadero, y el riego industrial mediante la creación de corredores de vegetación que formen zonas de amortiguamiento.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
9	Ah30	Las zonas urbanas deberán contar con una franja perimetral de desarrollo de vegetación natural, de un mínimo de 200 metros de ancho.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah31	En los lotes o terrenos baldíos de las zonas urbanas se fomentará el desarrollo de la vegetación natural, o se facilitará su uso para programas alternativos de producción agropecuaria sustentable.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
9	Ah32	Quedará prohibida la edificación de viviendas en la zona federal de los cuerpos de agua naturales y artificiales de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah33	En el desarrollo de los asentamientos humanos, deberá evitarse la tala, extracción caza, captura de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah34	En las áreas urbanas sin construcción deberá mantenerse la cubierta vegetal original y en los espacios abiertos construidos la correspondiente a los estratos arbóreos y arbustivos; deberá promoverse el crecimiento de las superficies verdes en las zonas urbanas e industriales.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah35	En el entorno inmediato de áreas urbanas que hayan sido afectadas por desmontes o por sobreexplotación forestal, se deberán de establecer programas continuos de reforestación con especies nativas.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah36	En las zonas aptas para el desarrollo urbano que colinden con algún área sujeta a protección, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas a partir del límite de área natural protegida hacia una zona de aprovechamiento urbano.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah37	La vialidades y estacionamientos de asentamientos urbanos e industriales, deberán bordearse con vegetación arbórea nativa con la finalidad de mejorar las condiciones microclimáticas y aumentar la calidad estética.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah38	Los asentamientos humanos deberán de contar con infraestructura para el acopio, manejo y disposición de residuos sólidos.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah39	Los asentamientos humanos deberán de contar con un programa de reducción, reciclaje y reúso (3R) de desechos sólidos.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah40	La disposición final de desechos sólidos se efectuará en rellenos sanitarios cuya localización deberá considerar los análisis de fragilidad geoecológica y riesgo ante eventos naturales del presente estudio de ordenamiento.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
9	Ah41	Deberán buscarse alternativas eficientes a los sistemas de recolección de desechos sólidos e implementarse en aquellas localidades que carezcan de este servicio, particularmente en localidades ribereñas.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah42	Se acatarán las especificaciones establecidas en la NOM-098-SEMARNAT-2002 para la selección de sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah43	Se cumplirá la NOM-098-SEMARNAT-2002 sobre protección ambiental, incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah44	Se obedecerá la NOM-004-SEMARNAT-2002; que se refiere a la protección ambiental-lodos y biosólidos-especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
9	Ah45	Se prohíbe el confinamiento de desechos biológico infecciosos NOM-087-SEMARNAT-SSA-2002, industriales y tóxicos en rellenos sanitarios; para la vigilancia de esta NOM se atenderán las bases de colaboración COFEPRIS y PROFEPA (publicadas en julio del 2003).	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
h9	Ah46	Deberán establecerse programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, drenajes, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos para las condiciones de la cuenca.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah47	Se promoverá que las poblaciones con menos de 2,500 habitantes dirijan sus descargas hacia letrinas o, dependiendo de las características del medio en que asientan, establecer sistemas alternativos (p.e. entramados de raíces) para el manejo de aguas residuales.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah48	Se promoverá el alumbrado público a través de la utilización de celdas fotovoltaicas y se impulsará la utilización de energías renovables,	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		solar (calentadores de agua) y eólica.		
9	Ah49	Las Normas oficiales de que deberán acatarse son las siguientes: ·NOM-001-CAN-1996: Referente al sistema de alcantarillado sanitario-especificaciones de hermeticidad. ·NOM-002-CNA-1996: Referente a la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable, especificaciones y métodos de prueba. ·NOM-006-CNA-1997: Referente a las fosas sépticas especificaciones, métodos de prueba. ·NOM-007-CAN-1997: Presenta los requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua. ·NOM-008-CNA-1998: Referente a las regaderas empleadas en el aseo corporal, especificaciones y métodos de prueba. ·NOM-009-CAN-2001: Referente a los inodoros para uso sanitario, especificaciones y métodos de prueba. ·NOM-010-CNA-2000: Se refiere a la válvula de admisión y descarga para tanque de inodoro, especificaciones y métodos de prueba. (Aclaración D.O.F. 08-junio-2004). ·NOM-011-CAN-2000: Referente a la conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad anual de las aguas nacionales. ·NOM-013-CNA-2000: Referente a las redes de distribución de agua potable, especificaciones e hermeticidad y métodos de prueba. ·NOM-005-CAN-1996: Referente a los fluxómetros especificaciones y métodos de prueba.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
9	Ah50	Se deberá cumplir la NOM-020-SENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. – Envolvente de edificios para uso habitacional.	No	El proyecto no comprende el establecimiento de asentamientos humanos.
	EQUIPAMIENTO			
4 Y 9	Eq1	Se prohíbe la disposición de residuos sólidos municipales o industriales sin tratamiento en las unidades de gestión ambiental de protección, conservación y restauración.	Si	Se llevará a cabo la separación adecuada y el manejo de los residuos que puedan producirse durante la realización del proyecto. Se reitera que se aplicarán las reglas del anexo V MARIPOL, Además, las embarcaciones para dragar, en

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
				caso de requerirlo dispondrán residuos sólidos urbanos (RSU) y otros se traten y manejen conforme a la Ley Estatal para Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Estado de Veracruz. El Puerto de Tuxpan cuenta con la infraestructura necesaria y las empresas que pueden brindar el servicio de recolección. En ningún momento se realizará disposición de residuos en zonas de protección, conservación y restauración de esta UGA o de cualquier otra de la región.
4 y 9	Eq2	En la selección de sitios para rellenos sanitarios, se deberá contar con estudios previos de ecología, geología, geohidrología, geotécnica, socioculturales y ecológicos que justifiquen la selección, se acatará la NOM-083-SEMARNAT-2003.	No	El proyecto no involucra la construcción de un relleno sanitario.
4	Eq3	Se prohíbe la construcción de rellenos sanitarios en unidades de gestión ambiental de protección y conservación.	No	El proyecto no involucra la construcción de un relleno sanitario.
4 y 9	Eq4	Están prohibidos los tiraderos a cielo abierto. Se Instrumentarán programas de recolección de basura, separación de desechos orgánicos e inorgánicos, compostaje y disposición en vertederos adecuados.	No	El proyecto no está relacionado con el desarrollo de tiraderos a cielo abierto. Se reitera que la ASIPONA se asegurará de que los RSU y otros que se generen independiente al producto de dragado se manejen conforme a la Ley Estatal para Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Estado de Veracruz.
4 y 9	Eq5	En muelles, puertos, terminales marítimas y demás infraestructura concesionada, se deberá contar con programas de manejo de residuos sólidos y líquidos; se acatará la ley de puertos y su reglamento, así como el convenio internacional para prevenir la contaminación por buques MARPOL-1973.	No	Se llevará a cabo la separación adecuada y el manejo de los residuos que puedan producirse durante la realización del proyecto. Se reitera que se aplicarán las reglas del anexo V MARIPOL, Además, las embarcaciones para dragar, en caso de requerirlo dispondrán residuos sólidos urbanos (RSU) y otros se traten y manejen conforme a la Ley Estatal para Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Estado de Veracruz. El Puerto de Tuxpan cuenta con la infraestructura necesaria y las empresas que pueden brindar el servicio de recolección. En ningún momento



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
				se realizará disposición de residuos en zonas de protección, conservación y restauración de esta UGA o de cualquier otra de la región.
9	Eq6	Las zonas urbanas e industriales deberán contar con plantas de tratamiento para aguas residuales.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
4 y 9	Eq7	Toda descarga de aguas residuales a cuerpos de agua nacionales deberá cumplir con la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y la NOM-001-SEMARNAT-1996.	No	Previendo que las embarcaciones que participarán cuenta con personal, es preciso mencionar que se espera la producción de aguas centinelas, asimismo, mencionar que en su mayoría, las embarcaciones cuentan con sus propias plantas de tratamiento, no obstante a ello se aplicarán las reglas del anexo III de MARIPOL y en ese sentido se dará a conocer a las empresas las normas que aplican en México en particular sobre los criterios de la NOM-001-SEMARNAT-1996, misma que deberán cumplir y la ASIPONA se compromete a reunir la documentación y verificar que las embarcaciones cumplen con esta disposición y de ser preciso a demostraos a la autoridad ambiental
4 y 9	Eq8	Los desarrollos de cualquier tipo, asentamientos humanos y proyectos productivos que no se encuentren conectados al sistema de drenaje municipal, deberán cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 en materia de descarga de aguas residuales a cuerpos federales.	No	El proyecto no comprende el establecimiento asentamientos humanos.
9	Eq9	Se cumplirá con la NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
9	Eq10	Se cumplirá la NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio
4 y 9	Eq11	Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.	No	No se pretende establecer depósitos de combustibles. Los mismos se adquirirán de centros de servicios cercanos a las obras.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4 y 9	Eq12	La construcción de cualquier obra deberá respetar las regulaciones aplicables a la zona federal y/o en su caso contar con el título de concesión correspondiente, proteger las playas y la línea de costa que la rodea, así como la vegetación pionera nativa de la zona y la vegetación Riparia. Las condiciones de cada obra serán determinadas en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental federal.	Si	La actividad de dragado será informada a la CONAGUA y conforme al artículo 98 de la Ley de Aguas Nacionales y al 157 del Reglamento de la LAN, se tramitará el título de concesión para desarrollar esta actividad en la parte del cauce del Rio Pantepec o Rio Tuxpan en el segmento que forma parte del Canal de Navegación
4 y 9	Eq13	Se acatará la NOM-003-CNA-1996 referente a los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, y la NOM-004-CNA-1996: que presenta lo requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para cierre de pozos en genera.	No	El proyecto no comprende la construcción de pozos de extracción de agua.
4 y 9	Eq14	Las obras de equipamiento a realizarse en la planicie costera no podrán alterar los manglares, debiéndose observar en todo momento el cumplimiento de la NOM 022-SEMARNAT-2003 y El Artículo 60-TER LGVS, 2012.	No	El proyecto no corresponde a equipamiento. Se reitera que la ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V., sin embargo, se compromete a garantizar la conservación, protección y mejoramiento de las áreas de mangle, conforme a los dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y de la NOM_022-SEMARAM-2003.
4 y 9	Eq15	En el caso de **proyectos estratégicos** para el desarrollo de la región en los que no sea posible el cumplimiento de todos los criterios de protección, conservación y restauración, se someterán a evaluación de impacto ambiental por parte de la autoridad ecológica competente, fomentando el reforzamiento de este ordenamiento a través de los instrumentos de restauración o compensación previstos en el mismo.	Si	En esta MIA-R **se expone información sobre un proyecto estratégico**, ya que el mismo, **podrá aumentar la eficiencia de la navegación del canal del Puerto de Tuxpan. Se presenta esta MIA R, y por medio del análisis de cada ordenamiento jurídico, se declaran las formas en que la ASIPONA Tuxpan garantizará el cumplimiento de los criterios, lineamientos y especificaciones.**
	INFRAESTRUCTURA			
9	If1	Con base en estudios específicos de geohidrología, impacto ambiental y análisis de riesgo, se promoverá la creación de un sistema de acopio y confinamiento adecuado de los desechos industriales, tóxicos y biológicos infecciosos generados en la región. El presente criterio no será aplicable a las unidades	No	La naturaleza de este proyecto no corresponde con este criterio



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		destinadas a protección, conservación y restauración.		
4 y 9	If3	Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos, deberá incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejes, estacas, hijuelos, etc.) y técnicas que permitan el desplazamiento de la fauna.	No	El proyecto que se analiza no requiere desmonte de vegetación o afectaciones a comunidades de vegetación
4 y 9	If4	La construcción de carreteras en zonas inundables, la infraestructura deberá diseñarse de forma tal que no altere los flujos hidrológicos a niveles ordinarios y extraordinarios de inundación y la conservación de la vegetación natural de acuerdo con NOM-022-SEMARNAT-2002 acuerdo de modificación D.O.F del 7-mayo-2003 o en el artículo 60-TER de la Ley General de Vida Silvestre, 2012.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad
4 y 9	If5	Los bordes de caminos rurales, deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad
4 y 9	If6	Deberán construirse alcantarillados suficientes y pasos de fauna en las carreteras actuales, de acuerdo a criterios de dinámica hidrológica en las zonas inundables.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad
4 y 9	If7	Las carreteras deberán contar con pasos de fauna suficientes que garanticen la continuidad entre las diferentes poblaciones animales.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad
4 y 9	If8	El derecho de vía de las carreteras, se deberá mantener libre de maleza para disminuir el número de animales atropellados y mejorar la seguridad de los usuarios.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad
4 y 9	If9	Se prohíbe el uso de defoliadores para deshierbar los derechos de vía.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad
4 y 9	If10	No se permitirá la desecación de cuerpos de agua (lagunas, esteros, etc.), ni la obstrucción de escurrimientos pluviales para la construcción de puentes, bordos, carreteras, terracerías, veredas, puertos, muelles, canales y otras obras que pueda interrumpir el flujo y reflujo de agua; deberá de diseñarse puentes o pasos de agua en número y diseño que garantice el cumplimiento de este criterio.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad y no comprende actividades de desecamiento o que puedan interrumpir el flujo o reflujo de agua.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4 y 9	If11	Los taludes en caminos deben estabilizarse y reforestarse con vegetación nativa.	No	El proyecto que se analiza no corresponde a una vialidad
4 y 9	If12	En la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la zona federal marítimo terrestre.	No	El proyecto que se analiza no causará la obstrucción de accesos a la zona federal, sobre todo porque las embarcaciones que dragarán no requieren que el personal descienda o se establezcan estructuras en la zona federal.
4 y 9	If13	Se prohíbe el uso de fuego en la preparación y mantenimiento de derechos de vía.	No	El proyecto no involucra el uso de fuego en ninguna de sus etapas.
4 y 9	If14	El lavado de depósitos de aceite combustible o residuos, y la descarga de aguas residuales sin tratamiento en las zonas portuarias, deberá sujetarse a las normas federales aplicables.	Si	El mantenimiento preventivo de los equipos que se utilicen para las actividades de dragados, serán realizados dentro de las propias naves y en caso de que se requiera una reparación mayor estas embarcaciones se contratarán empresas especializadas, de cualquier modo, no se permitirán loas descargas de combustibles en el Puerto o las zonas marinas mexicanas. Cabe mencionar que se aplicarán los protocolos y reglas del anexo I del Convenio de MAROPL así como la Norma ISO 14001.
4	If15	Se permitirá la construcción de puertos, muelles, embarcados y atracaderos piloteados, de concreto, acero y/o madera que no impidan la dinámica de circulación del agua y sedimentos.	No	El proyecto comprende actividades relacionadas con la construcción de muelles, embarcaderos o atracaderos piloteados.
4	If16	Las acciones de dragado en ríos deberán realizarse de acuerdo a un estudio de impacto ambiental y análisis de riesgo, que consideren las posibles modificaciones a la dinámica natural del agua y la afectación a los ecosistemas acuáticos de acuerdo a la normatividad federal vigente.	Si	El proyecto comprende actividades de dragado, y es por ello que se ha elaborado la Manifestación de Impacto Ambiental conforme a los previsto y dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico para la Protección del Ambiente y su Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental. Es preciso mencionar que durante el proyecto no serán almacenadas o manejadas sustancias que por su naturaleza y cantidad puedan corresponder a las de los listados 1 y 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005
4	If17	Los productos del dragado deberán confinarse en sitios de tiro delimitados mediante estudios de	Si	El proyecto corresponde a la actividad de dragados, para ello se han estudiado dos sitios de



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		riesgo e impacto ambiental y barreras contenedoras. El depósito de materiales producto de dragado solo se permitirá en sitios autorizados por las autoridades responsables (Secretaría de Marina) y de acuerdo con los planes de manejo de las ANP marinas.		vertimiento en la zona marina. Se han analizado las características CRETIB de los sedimentos que se sustraerán y los mismos, no corresponden a residuos tóxicos o peligrosos, asimismo, se han realizado los estudios de caracterización de los sitios que se proponen para vertimiento, que están alejados de cualquier ANP y de áreas prioritarias. La información resultante de los citados estudios, se encuentra en los anexos del capítulo VIII, para la evaluación de impacto ambiental. La ASIPONA seguirá las recomendaciones de la SEMARNAT y una vez obtenida la autorización de impacto ambiental procederá con la gestión de la autorización correspondiente acorde a la Ley de Vertimiento de Dragados con la SEMAR.
4 y 9	If18	No se permitirá la edificación de infraestructura portuaria (muelle, espigón, embarcaderos, marinas y patios de contenedores) sin previa autorización de estudio de impacto ambiental y cumplimiento de las condiciones de este ordenamiento.	No	El proyecto no comprende la construcción de edificaciones en el Puerto de Tuxpan
4 y 9	If19	Deberá cumplirse la NOM-115-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción de zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas o terrenos forestales.	No	El proyecto no comprende actividades de perforación o mantenimiento de pozos petroleros.
4 y 9	If20	Se respetará la NOM-117-SEMARNAT-2006, que establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas de transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en los derechos de vías terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.	No	El proyecto no comprende actividades de manejo o almacenamiento de hidrocarburos.
4 y 9	If21	Se acatará la NOM-143-SEMARNAT/SS-2003 que establece las especificaciones ambientales	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.		
4 y 9	If22	Deberá atenderse la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	No	Las actividades que se realizarán no implicarán derrames de hidrocarburos en suelo.
4 y 9	If23	La infraestructura aeroportuaria existente o por desarrollarse deberá contar con sistemas de recuperación de grasas, aceites y combustibles.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
4 y 9	If24	Deberá respetarse la NOM-036-SCT-2000 que establece dentro de la república mexicana los límites máximos permisibles de emisión de ruido producido por las aeronaves de reacción subsónicas propulsadas por hélice, supersónicas y helicópteros, su método de medición, así como los requerimientos para dar cumplimiento a dichos límites.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	If25	La infraestructura actual y futura a instalarse en las UGA de protección, deberá apoyar la modernización de redes meteorológicas (hidrológicas y climáticas) a lo largo de toda la cuenca a fin de prevenir afectaciones mayores asociadas a fenómenos meteorológicos extremos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
4 y 9	If26	Se acatará la NOM-130-SEMARNAT-2003, que establece la Protección ambiental- sistemas de telecomunicaciones por red de fibra óptica- especificaciones para la planeación, diseño, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.	No	El proyecto no pretende realizar actividades que se relacionen a sistemas de telecomunicaciones.
4 y 9	If27	Se acatarán las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los métodos de medición para determinar las concentraciones y los procedimientos para la calibración de equipos de medición de los siguientes componentes: - NOM-034-SEMARNAT-1993: para monóxido de carbono en el aire ambiente. - NOM-035-SEMARNAT-1993: para partículas suspendidas totales en el aire ambiente. - NOM-036-SEMARNAT-1993: para ozono en el aire ambiente.	No	La ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V., no tiene atribuciones para establecer unidades de medición de contaminantes.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		- NOM-037-SEMARNAT-1993: para bióxido de nitrógeno en el aire amiente. - NOM-038-SEMARNAT-1993: para bióxido de azufre en el aire ambiente - NOM-EM-148-SEMARNAT-2006: referente a contaminación atmosférica, refinerías de petróleo, recuperación de azufre proveniente de los procesos de refinación de petróleo (norma emergente).		
9	If28	Deberá respetarse la NOM-039-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico.	No	No es aplicable al proyecto, ya que esta actividad no involucra la producción en plantas productoras de ácido sulfúrico
4 y 9	If29	Se dará cumplimiento a la NOM-040-SEMARNAT-2002, que hace referencia a la protección ambiental por fabricación de cemento hidráulico y los niveles máximos de emisión a la atmosfera (Modificación D.O.F. 20-abril-2004).	No	No es aplicable al proyecto, ya que esta actividad no involucra la producción de cemento hidráulico.
9	If30	Los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecilbensulfónico en fuentes fijas, respetarán lo establecido en la NOM-046-SEMARNAT-1993).	No	No es aplicable al proyecto, ya que esta actividad no involucra la producción de ácido dodecilbensulfónico en fuentes fijas
4 y 9	If31	Se respetará la NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	No	No aplica, ya que el proyecto no involucra una fuente fija de emisión de partículas sólidas.
4 y 9	If32	Se deberá respetar la NOM-075-SEMARNAT-1995, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de los separadores de agua-aceite en las refinerías de petróleo.	No	No aplica ya que el proyecto no corresponde a una refinería.
9	If33	Se respetará la NOM-085-SEMARNAT-2011, que establece las fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de humos, partículas	No	No aplica, ya que el proyecto no involucra una fuente fija que utilice combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos o cualquiera de sus combinaciones.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión (Modificación D.O.F. 11-noviembre-1997).		
4 y 9	If34	Las especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental deberán regularse mediante la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.	No	No corresponde a la ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. establecer límites de protección ambiental
9	If35	Los niveles máximos permisibles de misiones a la atmósfera de partículas sólidas torales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa, deberán observarse en la NOM-105-SEMARNAT-1996,	No	No aplica, ya que el proyecto no involucra plantas de fabricación de celulosa.
9	If36	Los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV), provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga de camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones deberán sujetarse a los lineamientos de la NOM-121-SEMARNAT-1997. El contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV) en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos (aclaración D.O.F. 19-septiembre-199), se observarán en la NOM-137-SEMARNART-2003.	No	No aplica, ya que el proyecto no involucra operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga de camiones ligeros.
9	If37	Deberá de respetarse la NOM-137-SEMARNART-2003, que hace referencia a la contaminación atmosférica por plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos y el control de emisiones de compuestos de azufre.	No	No aplica, ya que el proyecto no involucra plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos.
4 y 9	If38	En el caso de proyectos estratégicos para el desarrollo de la región en los que no sea posible el cumplimiento de todos los criterios de protección, conservación y	Si	Por medio de esta MIA R. se pretende demostrar el compromiso de la ASIPONA TUXPÁN S.A de C.V., para prevenir, mitigar y compensar las posibles

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		restauración, se someterán a evaluación de impacto ambiental por parte de la autoridad ecológica correspondiente, fomentando el reforzamiento de este ordenamiento a través de los instrumentos de restauración previstos en el mismo.		afectaciones que se pueden derivar del desarrollo del proyecto que nos ocupa.
	Industria			
9	In1	La exploración y explotación de los recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de calidad del agua utilizada, la protección del suelo, la flora y la fauna silvestres.	No	El proyecto no corresponde a actividades de explotación de recursos no renovables.
9	In2	Se promoverá que las industrias que realicen actividades consideradas como riesgosas elaboren los estudios de riesgo ambiental y los programas de prevención de accidentes.	No	El proyecto no corresponde a actividades de industrias
9	In3	En caso de desarrollarse corredores industriales se deberá evaluar y en su caso promover el establecimiento de zonas intermedias de salvaguarda que permitan establecer las restricciones a los usos de suelo que pudieran ocasionar riesgos a la población de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	No	El proyecto no corresponde a desarrollo de corredores industriales
9	In4	Las industrias deberán de cumplir con la normatividad vigente con relación al manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos.	No	El proyecto no corresponde a actividades industriales
9	In5	Deberá de respetarse la NOM-053-SEMARNAT-1993, en donde se establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Si	Para la realización de los Dragados se realizarán considerando el resultado de los estudios de calidad de sedimentos previos al dragado y dependiendo de dichos resultados será su disposición. Si el material dragado NO cumple con la NOM-053: El sedimento es clasificado como residuo peligroso y debe ser manejado, transportado y dispuesto en un sitio autorizado bajo condiciones sumamente estrictas. Si el material dragado SÍ cumple con la NOM-053: El sedimento puede ser considerado un residuo de manejo especial o un residuo no peligroso, lo que permite la

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
				disposición en los sitios de vertimiento como disposición final.
9	In6	El procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (Anexos 1, 2, 3, 4, y 5), se observa en la NOM-054-SEMARNAT-1993.	No	Si bien no aplica directamente a los sedimentos a dragar este respetara el cumplimiento de la NOM-054-SEMARNAT-1993 garantizando que en caso de generar residuos peligrosos operacionales sean separados y almacenados de forma correcta sin mezclar.
9	In7	Se acatará la NOM-055-SEMARNAT-2003, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto radiactivos; así como la NOM-056-SEMARNAT-1993, en donde se presentan los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	No	Estas normas están diseñadas exclusivamente para residuos peligrosos. Si bien se harán estudios previos antes del dragado para asegurar que los sedimentos no contengan sustancias peligroso y que se dispongan conforme a otras normas
9	In8	Los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos deben de respeta lo establecido en la NOM-057-SEMARNAT-2003; y los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos acatarán la NOM-058-SEMARNAT-1993.	No	Como se mencionó anteriormente antes de hacer el dragado se realizarán estudios previos para confirmar que no existan sustancias toxicas en el material a dragar y que en el sitio de vertimiento no exista contaminación alguna.
9	In9	Se deberá promover y estimular el reúso, reciclaje y tratamiento de residuos industriales.	No	Si bien es ciertos que los sedimentos se reutilizan, dada las circunstancias y condiciones que tiene el Río Tuxpan la ASIPONA ha preferido buscar un sitio de disposición final que cumple con todas las características necesarias para contener los sedimentos
9	In10	Se cumplirá la NOM-052-SEMARNAT-2005. Que instituye las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Si	La ASIPONA realizara los estudios previos al dragado, se hará un plan de muestreos, se identificarán características de CRETIB para determinas si existen algún tipo de residuos tóxicos en caso de existir la ASIPONA clasificara los residuos peligrosos y dispondrá en un sitio autorizado en caso de no existir residuos peligrosos se dispondrán en las zonas de

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
				vertimiento donde se tendrá la autorización.
9	In11	Se acatará la NOM-133-SEMARNAT-2000 sobre protección ambiental donde se establecen las especificaciones de manejo de los bifenilospoliclorados (BPCs) (Modificación D.O.F. 05-marzo-2003).	Si	Antes de comenzar el dragado, el proyecto incluirá un programa de muestreo y análisis de los sedimentos, específicamente buscando la presencia de BPCs, lo cual permitirá utilizar los sitios de vertimiento
9	In12	Se respetará la NOM-145-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones técnicas para la protección ambiental del sitio durante la construcción, operación de confinamientos de residuos peligrosos en domos salinos.	No	No aplica ya que los sedimentos serán vertidos en una zona de tiro mar adentro
9	In13	Se acatará el convenio de concertación SEMARNAT-CANACERO (publicado el 23 de abril de 2003), el cual fomenta el mejoramiento del desempeño ambiental de la industria del hierro y el acero, además establece la formulación de los siguientes instrumentos técnicos normativos: 1) metodología para la elaboración de instrumentos técnicos normativos, 2) escorias, 3) reciclaje energético y 4) manejo de escamas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In14	Se respetará el convenio SEMARNAT-AMEXPILAS (Publicado el 26 de enero de 2006), que fomenta el manejo integral de pilas y baterías primarias de desecho; caracterizar las pilas y baterías comercializadas en México y desarrollo de procesos de información a la población para el manejo de pilas y baterías de desecho.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In15	Se deberá integrar y actualizar un inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmosfera.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto, sin embargo, se tendrán inventarios y medidas de mitigación que se plantean en el capítulo VI.
9	In16	Las industrias ubicadas en el área de ordenamiento deberán reducir y controlar las emisiones contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles de acuerdo con la normatividad vigente, particularmente las	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		fuentes fijas de jurisdicción federal.		
9	In17	Las industrias asentadas en la región deberán cumplir con la normatividad relativa a la prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In18	Las aguas industriales tratadas, podrán ser vertidas a los cuerpos de agua nacional, siempre y cuando cumplan con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y cuenten con el permiso correspondiente emitido por la Comisión Nacional del Agua.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In19	Las actividades industriales y agropecuarias deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para separación, reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In20	Las industrias deberán responsabilizarse de la restauración y recuperación de los suelos contaminados por residuos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In21	Toda industria deberá de contar con franjas de amortiguamiento entre esta y los asentamientos humanos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In22	La reforestación en áreas urbanas e industriales deberá realizarse con flora nativa.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In23	Toda industria donde exista riesgo de derrames, deberá contar con infraestructura de conducción, contención y almacenamiento, acordes al tipo y volumen de los riesgos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In24	Toda industria, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción, conducción y almacenamiento de sustancias tóxicas, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto. Sin embargo, si existe un plan de manejo que realizan como medidas preventivas para las sustancias operativas que utilizan.
9	In25	Las autoridades competentes revisarán periódicamente los planes de contingencia y programas de seguridad industriales, así como su correcta aplicación.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto sin embargo para el proceso de dragado se realizan planes de seguridad y planes de manejo para la correcta realización de las actividades.
9	In26	Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y descarga de drenaje sanitario e industrial sin	Si	Los residuos sólidos y los residuos sanitarios que se generen mientras se realice el proceso de



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		tratamiento, al mar o cuerpos de agua permanentes y temporales.		dragado serán depositados en sitios con autorización oficial.
9	In27	Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo a un plan aprobado por las autoridades competentes.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In28	Se buscará la diversificación de las actividades industriales de forma tal que se aprovechen las materias primas, sustancias de desecho y los insumos regionales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In29	Se deberá fomentar el reciclaje de los productos de desecho industriales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In30	No se permitirá la edificación ni ampliación de obras asociadas a la industria, sin previa autorización de impacto y riesgo ambiental.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In31	El crecimiento industrial deberá concentrarse en los parques industriales diseñados para este fin, los que deben contar con todos los requerimientos de servicios, de manejo, reciclaje y disposición final de residuos sólidos y líquidos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
9	In32	En el caso de proyectos estratégicos para el desarrollo de la región en los que no sea posible el cumplimiento de todos los criterios de protección, conservación y restauración, se someterán a evaluación de impacto ambiental por parte de la autoridad ecológica competente, fomentando el reforzamiento de este ordenamiento a través de los instrumentos de restauración previstos en el mismo.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
	MINERÍA			
4	Mi2	No se permitirá la localización de bancos de extracción de material en zonas de alto riesgo de erosión, derrumbes, deslizamientos e inundación, ver mapas de riesgo del presente estudio de ordenamiento (SEDEMA).	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi3	Se deberá restaurar las áreas afectadas por los depósitos de materiales resultantes de las actividades mineras de acuerdo a un programa de restauración aprobado por las autoridades competentes.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi4	Toda infraestructura de extracción donde exista riesgo de derrames, tanto de subproductos de	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		perforación, restos de materiales emulsionados con agua o fluidos de perforación, etc. Deberá contar con infraestructura adecuada para conducción, contención y almacenamiento con volumen y características acordes al riesgo.		
4	Mi5	No se permitirá la extracción con fines de aprovechamiento, ni depósito de materiales de los cauces de los ríos.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi6	El depósito de materiales producto de las actividades mineras no deberá dar lugar a pendientes pronunciadas y deberá observarse el ángulo de reposo de los materiales.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi7	Se deberá restaurar a su estado inicial el área afectada por las actividades de prospección minera que no resulten viables.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi8	La autorización de permisos para extracción de material petróleo deberán considerar los criterios ecológicos de preservación de los recursos naturales y la biodiversidad establecidos en el presente programa de ordenamiento ecológico.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi9	Los predios sujetos a explotación minera deben ser sometidos al procedimiento de evaluación del impacto ambiental y cumplir con las medidas de mitigación y restauración del sitio.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi10	Deberá cumplirse la NOM-120-SERMARNAT-1997, donde se establecen las especificaciones de protección ambiental para las actividades de explotación minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos (Aclaración D.O.F. 6-enero-1999). (Modificación 06-mayo-2004).	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi11	Se acatará la NOM-141-SEMARNAT-2003 que establece los requisitos para la caracterización del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presa de jales.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi12	Se acatará el convenio de concentración de acciones para promover el desarrollo sustentable de la industria minera / SEMARNAT-PROFEPA-CAMARA DE LA INDUSTRÍA MINERA	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		(publicado el 7 de Septiembre de 2005), así como la guía para el cumplimiento ambiental de la minería.		
4	Mi13	Se deberá regular la extracción minera estableciendo zonas de aprovechamiento y delimitando las áreas no aptas para esta actividad. Este criterio aplica para todos los municipios de la cuenca donde se lleve a cabo extracción minera. Particularmente debe regularse la extracción de grava en las localidades de Oxitempa, Campo la Mata, e Ixhuatlan de Madero, así como todas las áreas donde se lleva a cabo la extracción de caolín.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi14	Se acatará la NOM-155-SEMARNAT-2007, que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
4	Mi15	En el caso de proyectos estratégicos para el desarrollo de la región en los que no sea posible el cumplimiento de todos los criterios de protección, conservación y restauración, se someterán a evaluación de impacto ambiental por parte de la autoridad ecológica competente, fomentando el reforzamiento de este ordenamiento a través de los instrumentos de restauración o compensación previstos en el mismo.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto minero.
	ACUACULTURA			
4	Ac1	Se recomienda la acuacultura de encierro con especies nativas utilizando agua no contaminada.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de producción acuícola.
4	Ac2	Deberá limitarse la introducción de especies exóticas (particularmente tilapia) a la acuacultura de encierro evitando el acceso a cuerpos de agua.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de producción acuícola.
4 y 9	Ac3	Podrá realizarse el cultivo controlado en acuarios de especies nativas de organismos marinos ornamentales con fines comerciales bajo la normatividad establecida por la SEMARNAT y SAGARPA.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de producción acuícola.
4	Ac4	Deberá fomentarse el estudio de poblaciones de fauna nativa acuática susceptibles de ser cultivadas (p.e. langostino y camarón)	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de producción acuícola.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4 y 9	Ac5	Se deberá ejercer la lombricultura (Eseniafoetida) para la alimentación de peces, crustáceos, etc.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de producción acuícola.
4 y 9	Ac6	Se acatará la Norma Oficial Mexicana NOM-010-PESC-1993, que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuacultura u ornato, en el territorio nacional.	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de producción acuícola.
4 y 9	Ac7	Deberá respetarse la Norma Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993	No	El proyecto no corresponde a un proyecto de producción acuícola
	CONSTRUCCIÓN			
4 y 9	C1	No se permitirá la extracción de arena de las dunas costeras, así como piedra y arenas de río como material de construcción o relleno.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción o uso de materiales geológicos o de dunas
4 y 9	C2	Los actuales y futuros bancos de extracción de material deberán contar con un programa de restauración para la etapa de abandono del sitio.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción o uso de materiales geológicos o de dunas
4 y 9	C3	Todo banco de préstamo deberá contar con un plan de apertura, operación y clausura en el que se contemple la estabilidad de laderas; en cortes que sobrepasen el criterio de altura critica en sedimentos cohesivos y el ángulo de reposo en materiales granulares, así como la estabilidad de macizos rocosos, además se evitará cualquier condición que favorezca el flujo de detritos.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción o uso de materiales geológicos o de dunas
9	C4	Solo podrán desmontarse las áreas de desplante para las construcciones y caminos de acceso y de conformidad con el avance del proyecto.	No	No corresponde con la naturaleza del proyecto
4 y 9	C5	Para todo tipo de construcción, tales como caminos, vías de ferrocarril, muelles, ductos, líneas de alta tensión, embalses, edificaciones, factorías, talleres, patios de fabricación y almacenaje, etc., previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción o uso de materiales geológicos o de dunas
4 y 9	C6	El uso de explosivos durante la construcción de cualquier tipo de obra, infraestructura o desarrollo, estará sujeto a los criterios de	No	La ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V., no pretende utilizar explosivos para los trabajos de dragado.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		manifestación de impacto y riesgo ambiental, así como a los lineamientos de la Secretaría de la Defensa Nacional.		
4 y 9	C7	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, ríos, lagunas, zonas inundables, áreas marinas, cabeceras de cuenca y en general zonas donde se afecte la dinámica hidrológica de la cuenca.	Si	Los materiales producto de dragado que se extraerán con el apoyo de embarcaciones o buques draga, serán almacenados den la misma embarcación de acuerdo a las capacidades de cada barco (ver fichas técnicas anexas en el capítulo VIII de la MIA, después de su extracción serán y alcanzada la máxima capacidad de las embarcaciones que se empleen, será conducidos a hasta los sitios de vertimiento previamente autorizados por la SEMAR donde se dispondrán de manera segura. En ningún momento la ASIPONA realizará la disposición en áreas con cubierta de vegetación nativa, zonas federales, y los tiros en el mar serán exclusivamente de materiales de dragado que no incluyen residuos de construcciones o demoliciones,
4 y 9	C8	Los residuos generados durante las actividades de construcción (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, fertilizantes, insecticidas, aguas de lavado, bosques, losetas, ventanearía, etc.) deberán disponerse en confinamientos autorizados.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción
4 y 9	C9	Deberán tomarse medidas preventivas para la disposición de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción
4 y 9	C10	Los desarrollos industriales, deberán instalar y mantener en operación plantas de tratamiento de aguas residuales; estas deberán garantizar el tratamiento del 100% de las aguas producto de la operación del complejo y la disposición de los lodos, de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-003-ECL-1997 y con la Ley nacional de aguas y su reglamento. En desarrollos industriales previamente establecidos, que cuenten con plantas de	No	El proyecto no corresponde a un desarrollo industrial.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		tratamiento de etapa primaria, se promoverá el reúso, la instalación y operación de plantas de tratamiento de etapas secundarias y terciarias, a fin de evitar al máximo la contaminación de los cuerpos de agua.		
4 y 9	C11	No se permitirá la disposición de aguas, de origen urbano, ganadero o industrial en corrientes y cuerpos de agua intermitentes sin que estas cuenten con los parámetros de las Normas vigentes referentes a calidad de agua.	No	El proyecto no corresponde a actividades de origen urbano, ganadero o industrial.
4 y 9	C12	Se recomienda que en la construcción de cualquier obra, se promueva la utilización de materiales que cumplan con las regulaciones ecológicas e su producción, además de productos locales que no se encuentren amenazados (madera, palma, tierra, etc.).	No	El proyecto no involucra la construcción de obras con los materiales que señala el criterio, en especial no pretende aprovechar especies en riesgo o amenazados.
4 y 9	C13	**En las orillas de los cuerpos de agua de carácter federal (ríos, estero, manglar, zonas inundables y zona adyacente marina); la distancia en la que se permitirá construir cualquier tipo de obra,** será regulada de acuerdo a la normatividad federal vigente.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción
4 9	C14	La construcción de cualquier obra deberá respetar las regulaciones aplicables a la zona federal y contar con el título de concesión correspondiente.	No	El proyecto no incluye actividades de construcción y los dragados se realizarán bajo las regulaciones que aplique la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
4 y 9	C15	No se permitirá la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas coseras y zonas de manglares, así como en las zonas altas de la cuenca, susceptibles a deslaves y desplazamientos de tierra que estén identificados dentro de las áreas de alto riesgo en los mapas correspondientes, para el caso de proyectos estratégicos en los que no se pueda cumplir con este criterio se sujetarán a medidas de mitigación determinadas en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental que corresponda de acuerdo a la ley. El procedimiento de impacto ambiental en estas zonas deberá presentar un análisis que asegure una operación segura de infraestructura.	No	El proyecto no involucra la construcción de edificaciones.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
9	C16	Los campamentos de construcción deberán ubicarse dentro de las áreas de desplante de la obra, nunca sobre humedales, zona federal marítimo terrestre o hábitats relevantes de la flora y fauna de la región (NOM-059-SEMARNAT-2010, NOM-022-SEMARNAT-2003 y 60 TER LGVS 2011).	No	No corresponda con la naturaleza del proyecto
9	C17	Los campamentos de construcción deberán contar con letrinas secas o portátiles, el tratamiento y disposición de los residuos correrá a cargo del constructor, evitándose disponer de ellos en áreas naturales al aire libre o verterlos en cuerpos de agua.	No	No corresponda con la naturaleza del proyecto
9	C18	Los campamentos de construcción deberán contar con un programa de recolección y disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.	No	No corresponda con la naturaleza del proyecto
4 y 9	C19	Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas, defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.	No	El proyecto no involucra la construcción de edificaciones. En ningún momento se aplicarán herbicidas, defoliantes o la quema de desechos sólidos y vegetación para el mantenimiento de derechos de vía.
4 y 9	C20	En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico o arqueológico.	No	El proyecto no se encuentra en un área donde se ubiquen zonas de valor histórico o arqueológico.
4 y 9	C21	Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan la salida del agua, evitando su represamiento temporal en la estación de lluvias.	No	El proyecto no corresponde a una vialidad.
4 y 9	C22	El sistema de drenaje de las vías de comunicación deberá sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	No	El proyecto no corresponde a una vialidad.
4 y 9	C23	Se deberá evitar la construcción de vías de comunicación de alto riesgo a deslizamientos, derrumbes erosión e inundación ver mapas de riesgo del presente estudio de ordenamiento (SEDEMA) y en zonas de alta fragilidad biológica.	No	El proyecto no corresponde a una vialidad.
4 y 9	C24	Se evitará la construcción de terraplenes para carreteras, en zonas de humedales, manglares, dunas, zonas marítimo federal y zonas de inundación permanente.	No	El proyecto no corresponde a una vialidad.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4 y 9	C25	En aquellas zonas donde el efecto de la compactación del suelo por la construcción de carreteras impide el flujo natural del agua provocando inundaciones, deberán construirse puentes carreteros.	No	El proyecto no corresponde a una vialidad.
4 y 9	C26	No se permitirá la construcción y operación de rellenos sanitarios en UGAS de protección o en zonas con potencial de erosión, en pendientes pronunciadas, cabeceras de cueca, fallas geológicas, cavernas cársticas, en cercanía de acuíferos superficiales y subterráneos, esteros, dunas costeras, y zonas que estén identificadas dentro de las áreas de alto riesgo en los mapas correspondientes.	No	El proyecto no corresponde a una vialidad.
4 y 9	C27	En la construcción de rellenos sanitarios, se deberá contar con estudios previos de ecología, geología, geo hidrología, geotécnica, socioculturales y ecológicos que justifiquen la selección del sitio, se acatará la NOM-083-2003.	No	El proyecto no comprende la construcción de rellenos sanitarios.
4 y 9	C28	En la construcción de rellenos sanitarios se deberá instalar geo membranas que garanticen la contención de lixiviados durante la operación y clausura, para evitar la contaminación de acuíferos.	No	El proyecto no comprende la construcción de rellenos sanitarios.
4 y 9	C29	Se establecerán filosofías de operación acordes con la separación y reutilización de la mayor cantidad de residuos sólidos; hacia la etapa de clausura, se aprovechará el potencial de biogás de las cerdas.	No	El objetivo principal del proyecto será un dragado no involucra construcción de edificaciones,
9	C30	Cualquier proyecto de muelle, embarcadero de tipo comercial o industrial, deberá contar con estudios específicos, logísticos, geohidrológicos, transporte de sedimentos, oleaje, geológicos, geofísicos y geotécnicos que justifiquen la elección del sitio.	Si	Ya que incluye la construcción del muelle tres se anexan al documento los estudios técnicos necesarios.
4 y 9	C31	Los muelles comerciales o industriales deberán utilizar el estado del arte en su diseño y construcción. Deberán ser desplantados sobre pilotes y se enviará la interferencia con la dinámica hidrológica del sitio.	No	El proyecto no corresponde a actividades de construcción de muelles comerciales o industriales.
9	C32	Para la autorización de construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, se deberá contar con estudios	No	El proyecto no corresponde a actividades de construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		específicos, ecológicos, logísticos, geohidrológicos, geológicos, geofísicos y geotécnicos que justifiquen la elección del sitio.		
9	C33	En el diseño y construcción de plantas de tratamiento se privilegiará las de etapas de tratamiento secundario y terciario para favorecer la reutilización del recurso hídrico.	No	El proyecto no corresponde a actividades de construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
4 y 9	C34	Se promoverá que los nuevos desarrollos habitacionales, industriales y de infraestructura, incorporen la utilización de fuentes de energía renovable, eólica y solar; (calentadores solares para agua en vivienda y uso industrial, celdas fotovoltaicas para iluminación en áreas comunes, estacionamientos e infraestructura carretera.) Además, se promoverá la captación y utilización de agua de lluvia.	No	El proyecto no involucra la construcción de asentamientos humanos
4 y 9	C35	Se promoverá el uso de fuentes de energía renovable, eólica y solar (calentadores solares y celdas fotovoltaicas, aerogeneradores domésticos, etc.) en viviendas existentes.	No	El proyecto no involucra la construcción de asentamientos humanos
4 y 9	C36	Toda nueva construcción deberá contar con sistemas de captación y almacenamiento de agua pluvial a fin de maximizar el uso del recurso hídrico; se promoverá la captación y utilización del agua pluvial en construcciones existentes.	No	El proyecto no involucra la construcción de asentamientos humanos
4 y 9	C37	Se promoverá la realización de proyectos de construcción que sean sustentable y que se incorpore eco tecnologías para el uso eficiente de los recursos naturales.	No	El proyecto no involucra la construcción de asentamientos humanos.
9	C38	Los proyectos de construcción de desarrollos habitacionales, deberán cubrir los aspectos requeridos en el criterio de manifestación de impacto ambiental.	No	El proyecto no involucra la construcción de desarrollos habitacionales.
4 y 9	C39	No se permitirá la construcción de desarrollos habitacionales en áreas bajas inundables, con potencial de erosión, en pendientes pronunciadas, cabeceras de cuenca, fallas geológicas, cavernas características, en cercanía de acuíferos superficiales y subterráneos, esteros dunas costeras, manglares y zonas que estén identificadas dentro de las áreas de alto riesgo en los mapas correspondientes (Ley de	No	El proyecto no corresponde a actividades relacionadas con la construcción de desarrollos habitacionales.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		Desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda para el estado de Veracruz, 2011).		
9	C40	Se deberá garantizar la disponibilidad del recurso hídrico y la sustentabilidad del ecosistema, a través de la concesión de aprovechamiento del recurso, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento 1992, y su última actualización D.O.F. 20-06-2011.	No	No corresponda a la naturaleza del proyecto.
4	C41	En cualquier tipo de proyecto de generación de energía con potencia de más de 0.5 Mw, se requerirá estudio de impacto ambiental se acatará la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección del Ambiente y sus reformas D.O.F. 30-agosto-2011.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
4 y 9	C42	No se permitirán proyectos de generación de energía que causen desplazamiento de personas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
4 y 9	C43	Se prohíbe la construcción de represas, que afecten ecosistemas sensibles o de gran valor tales como humedales, manglares y zonas de fragilidad del medio natural identificadas en este ordenamiento.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
4 y 9	C44	Se acatarán las normas: NOM-115-SEMARNAT-2003: Especificaciones de protección ambiental en perforación de pozos petroleros, terrestres para explotación, explotación y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. NOM-116-SEMARNAT-2005: Especificaciones de protección ambiental para prospecciones sismológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. NOM-117-SEMARNAT-2006: Especificaciones de protección ambiental, durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas ganaderas y eriales NOM-129-SEMARNAT-2006: Especificaciones de protección ambiental para la preparación de sitio, construcción, operación,	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		mantenimiento y abandono de redes de distribución de gas natural, que se pretenden ubicar en áreas urbanas, suburbanas e industriales, de equipamiento urbano o de servicios.		
4 y 9	C45	Se acatará la NOM-130-SEMARNAT-2000: Especificaciones para la planeación, diseño, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones por red de fibra óptica.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto.
4 y 9	C46	En el caso de proyectos estratégicos para el desarrollo de la región en los que no sea posible el cumplimiento de los criterios de protección, conservación y restauración, se someterán a evaluación de impacto ambiental por parte de la autoridad ecológica competente, fomentando el reforzamiento de este ordenamiento a través de los instrumentos de restauración o compensación previstos en el mismo.	No	El proyecto contribuye al desarrollo de la región, sin embargo, no corresponde a una edificación.
4 y 9	C47	Se deberá cumplir la NOM-020-SENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. – Envolvente de edificios para uso habitacional.	No	No es aplicable, ya que el proyecto no comprende actividades de construcción de edificios para uso habitacional.
	MANEJO DE ECOSISTEMAS			
4	Mae1	Se deberán proteger los márgenes de los ríos, manantiales y arroyos con una barrera natural de especies arbóreas nativas. En caso de la existencia de alguna obra que impacte estos ecosistemas, se deberá acatar las medidas de compensación y/o restauración que la autoridad ambiental establezca.	Si	Las actividades de dragado se realizarán sobre un canal de navegación, que se localiza en la parte central dentro del ancho y largo que fue presentado en el Capítulo II, no se afectarán las riberas del rio Pantepec o Tuxpán, ya que de hecho el calado fuera del canal no permite la navegación de los buques draga, y esas áreas no serán dragadas. La ASIPONA llevará a cabo monitoreo ambiental para verificar los efectos sobre las condiciones ambientales de las riberas del rio Tuxpan o Pantepec.
4	Mae2	Deberán protegerse las dunas costeras. Donde se requiera un acceso sobre dunas, la construcción deberá ser elevada para evitar afectaciones a los procesos dinámicos de la arena.	No	El proyecto no afectará zonas de dunas.
4	Mae3	La práctica de cualquier tipo de ganadería en dunas costeras, manglares, tular y popal, no se permitirá (Art. 60 TER, LGVS, 2012).	No	El proyecto no comprende de actividades ganaderas.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4	Mae4	Se evitará cualquier tipo de modificación (compactación, eliminación de vegetación, extracción de arena, etc.) en las dunas costeras, de existir una obra que modifique la dinámica de estas, se deberá acatar las medidas de compensación y/o restauración que la autoridad ambiental establezca.	No	El proyecto no afectará zonas de dunas.
4 9	Mae5	Se deberán realizar programas de remediación de suelos en todas las zonas donde se detecte deterioro o contaminación de este recurso, así como en las áreas donde se definió que existe alto riego de erosión.	No	El proyecto no afectará el suelo ni ocasionará alteraciones o contaminación del suelo.
4	Mae6	Se deberán fomentar prácticas que permitan la restauración de los suelos en zonas donde este recurso se haya identificado como deteriorado.	No	El proyecto no afectará el suelo ni ocasionará alteraciones o contaminación del suelo.
4	Mae7	Se deberá acatar la NOM-020-SEMARNAT-2001, que establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo.	No	El proyecto no corresponde a actividades de pastoreo.
4	Mae9	Para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal, se deberán cumplir las especificaciones establecidas en la NOM-060-SEMARNAT-1994.	No	El proyecto no comprende aprovechamientos forestales,
4	Mae10	Deberá conservarse todos los acahuales y fomentar su regeneración natural particularmente en las áreas con bosque mesófilo y selvas.	No	El proyecto no afectará comunidades vegetales.
4	Mae12	Se recomienda la conservación in situ de especies nativas con alto potencial económico, agrícola e industrial.	No	El proyecto no afectará comunidades vegetales.
4	Mae13	Se recomienda fomentar el cultivo de especies nativas no maderables en terrenos con vegetación secundaria (acahuales en cualquiera de sus etapas de desarrollo).	No	El proyecto no afectará comunidades vegetales.
4	Mae14	Se deberá conservar la vegetación nativa en zonas de cañadas a lo largo de la cuenca y reforestar con árboles nativos estas zonas.	No	El proyecto no afectará comunidades vegetales.
4	Mae17	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	No	El proyecto no afectará comunidades vegetales.



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
4	Mae19	Se regulará la ampliación de las actividades productivas sobre las zonas aptas para ser protegidas, (ver mapa de aptitud para la conservación).	No	El proyecto no está relacionado a la ampliación de actividades productivas.
4	Mae21	Todo tipo de construcción a las orillas de los cuerpos de agua deberá respetar las regulaciones de la zona federa. En caso de ser necesaria ubicar una obra en estos sitios, **deberá ser evaluada con el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, tomando en cuenta lo estipulado en los mapas de riesgo del presente ordenamiento (a consulta en SEDEMA),** tanto para las zonas altas de la cuenca como para las zonas bajas. Se deberá acatar las medidas de compensación y/o restauración que la autoridad ambienta establezca.	No	El proyecto no corresponde a la construcción o edificación, no obstante, dado que se trata de una actividad de dragado en esta MIA se analizan los impactos que pueden asociarse a las zonas de riberas.
4	Mae22	Las actividades que se llevan a cabo en las unidades de conservación y protección no deben interrumpir los flujos de ríos y arroyos sí como la vegetación ripiara.	No	Se considera que los métodos que se utilizarán para el dragado del canal de navegación dentro del Rio Tuxpán no ocasionarán interrupción de flujos de rio y/o arroyos.
4	Mae23	Deberá promoverse el establecimiento de corredores ecológicos en los fragmentos de vegetación con categoría de protección.	No	El proyecto que se somete a la Evaluación de Impacto Ambiental, no alterará comunidades vegetales y no se prevé ocasionar fragmentación ecológica, se reitera que la ASIPONA realizara actividades de supervisión y monitoreo ambiental para verificar que no se produzcan afectaciones permanentes sobre las riberas del Rio Tuxpán.
4	Mae24	Deberán mantenerse y protegerse as áreas de vegetación que favorezcan la recarga de acuíferos.	No	El proyecto no afectará comunidades vegetales ni ocasionará afectaciones sobre el acuífero.
4	Mae25	No deberán obstruir los escurrimientos que aportan sedimentos de forma natural a las costas o cuerpos de agua.	Si	El objetivo del proyecto es desazolvar el Canal de Navegación del Rio Tuxpan a todo lo largo y ancho, no se prevé que las embarcaciones puedan salir del polígono del canal, por ello se prevé que no serán afectadas las zonas de riberas ni los esteros que desembocan en el Rio Tuxpán Ver Figura III-3 .
4	Mae27	Se deberán conservar los márgenes, orillas de cuerpos y flujos de agua como propiedad pública, considerando los	No	El proyecto no involucra actividades en la Riberas del Río Tuxpan.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		esquemas de concesión que están establecidos en la legislación.		
4 y 9	Mae28	Se deberá proteger la vegetación que colabora con la estabilidad de las laderas en zonas de alto riesgo de erosión, deslizamiento y derrumbes.	No	El proyecto no afectará comunidades vegetales o terrenos forestales.
4	Mae29	Deberá prohibirse el uso de explosivos en zonas de protección y/o riesgo de erosión, deslizamiento y derrumbes.	No	No será necesario el uso de explosivos para llevar a cabo el proyecto.
4	Mae30	En las construcciones en la franja litoral deberá respetarse estrictamente el límite federal, conservar la playa y las dunas, así como la vegetación nativa, localizar accesos controlados, pero suficientes, sin causar afectaciones a las dunas, mangares y estableciendo las capacidades de uso para las playas.	No	El proyecto no implica construcción alguna, se reitera que el dragado será realizado exclusivamente en el canal de navegación (Figura III.3), y no se prevén alteraciones en las márgenes de Rio Tuxpan.
4 y 9	Mae32	Deberá establecerse un programa de saneamiento a corto, mediano y largo plazo para los cuerpos de agua y zonas inundables contaminadas.	Si	La ASIPONA establecerá las actividades de supervisión y monitoreo para verificar que las actividades e dragado no afecten las zonas de riberas y que se restablecen las condiciones de los alrededores del polígono del Canal de Navegación del Puerto de Tuxpán.
4 y 9	Mae33	Se deberá restaurar la vegetación a la orilla de cuerpos de agua solo con especies nativas.	No	El proyecto no implica construcción alguna, se reitera que el dragado será realizado exclusivamente en el canal de navegación (Figura III.3), y no se prevén alteraciones en las márgenes de Rio Tuxpan, incluidas las comunidades de vegetación de las márgenes del Rio Tuxpan.
4	Mae34	Se deben proteger los hábitats naturales y las especies silvestres, incluyendo los nidos e individuos acuáticos y marinos, las áreas de protección deberán contar con un plan de manejo que contemple y fomente el conocimiento de la naturaleza mediante campañas de divulgación, cursos y conferencias en las localidades del lugar y la promoción de un turismo ecológico basado en visitas, centros y senderos interpretativos, campamentos de observación, etc.	Si	**La ASIPONA TUXPÁNS.A. se asegurará de que las empresas que participen en los dragados, reciban** sensibilización para aplicar las reglas MARIPOL y las medidas de protección ambiental necesarias que se proponen en el capítulo Vi de la presente MIA.
4 y 9	Mae36	En coordinación con los municipios, entidades académicas y sociedad en general se fomentarán programas específicos	Si	En virtud de las posibles afectaciones, la ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. que se derivarán del desarrollo del



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		de restauración, que garanticen la recuperación del borde de los ríos (reforestación con especies nativas) y la calidad del agua, manteniendo el caudal ecológico del cuerpo de agua.		proyecto, convocará a las instituciones académicas y de la sociedad civil para que participen en los trabajos relativos a las medidas de mitigación.
4 y 9	Mae37	En coordinación con los municipios, entidades académicas y sociedad en general se fomentarán programas específicos de restauración, que garanticen la recuperación del manglar, así como la calidad del agua y los sedimentos.	Si	En virtud de las posibles afectaciones, la ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. que se derivarán del desarrollo del proyecto, convocará a las instituciones académicas y de la sociedad civil para que participen en los trabajos relativos a las medidas de mitigación.
4	Mae38	Las actividades de restauración ecológica a realizarse dentro de los programas establecidos en coordinación con los actores locales, estatales y federales, tendrán especial énfasis en el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de flora y fauna silvestre de importancia para los ecosistemas presentes.	No	El proyecto, no corresponde a una actividad de restauración, sin embargo, considerando las posibles afectaciones a terrenos forestales y agrícolas del área de influencia se aplicarán medidas de mitigación y de compensación.
4	Mae39	En el caso **de proyectos estratégicos** para el desarrollo de la región **en los que no sea posible el cumplimiento de todos criterios de protección, conservación y restauración, se someterán a evaluación de impacto ambiental por parte de la autoridad ecológica competente, fomentando el reforzamiento de este ordenamiento a través de los instrumentos de restauración o compensación previstos en el mismo.**	Si	El proyecto que promueve la ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. **corresponde a un proyecto estratégico**. En la presente MIA R **se están proponiendo las medidas que se considera pertinente realizar que están diseñadas acorde a las condiciones ambientales del Río Tuxpan**.
4 y 9	Mae40	En las zonas sujetas a política de restauración, se propone que cuenten con un **programa de monitoreo periódico y permanente para la calidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos** (ríos, lagunas, esteros y pozos) (SEMARNAT y CONAGUA).	Si	Se reitera que las actividades de dragado se efectuaran exclusivamente en el Canal de Navegación del Puerto de Tuxpan en el Rio Tuxpán o Pantepec, no se esperan afectaciones en zonas de restauración, sin embargo, se reitera que la ASIPONA realizará acciones de monitoreo y supervisión ambiental para verificar que en las zonas aledañas y dentro del canal de Tuxpan se mantienen las condiciones ambientales adecuadas.
4	Mae41	Los proyectos que modifiquen la calidad y dinámica de los sedimentos marinos y/o fluviales, deberán contar con un programa de monitoreo periódico y	No	Se reitera que las actividades de dragado se efectuaran exclusivamente en el Canal de Navegación del Puerto de Tuxpan en el Rio Tuxpán o Pantepec, no se



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		permanente para aplicar las medidas de mitigación a que haya lugar.		esperan afectaciones en zonas de restauración, sin embargo, se reitera que la ASIPONA realizará acciones de monitoreo y supervisión ambiental para verificar que en las zonas aledañas y dentro del canal de Tuxpan se mantienen las condiciones ambientales adecuadas o que se recuperan para garantizar los servicios ambientales.
9	Mae43	En todas las UGA de aprovechamiento (agrícola, pecuario, industrial, minero, etc.), que presenten vegetación primaria y/o secundaria se deberán promover acciones para la conservación de la misma.	No	El proyecto no corresponde a actividades de aprovechamiento agrícolas, pecuarias, mineras, etc.
4 y 9	Mae44	Se deberá acatar la NOM-126-SEMARNAT-2000 acuerdo de modificación en la que se presentan las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional.	No	El proyecto, **no tiene como propósito la realización de colectas científicas. No se puede vincular.**
4 y 9	Mae45	Se promoverá el uso de la biomasa residual como fuente de energía doméstica (estufas ahorradoras).	No	El proyecto no corresponde a actividades domésticas.
	ACTIVIDADES PORTUARIAS			
4 y 9	Pu1	En la zona del río Tuxpan, en donde existe transporte de embarcaciones, para asegurar su transporte, se deberá mantener al menos 30 ft (10 m aproximadamente) de calado como mínimo en el canal de navegación. Antes de realizar estas actividades deberá contar con la autorización del impacto ambiental emitido por las autoridades correspondientes.	Si	El proyecto que aquí se expone tiene como fin asegurar le navegación de embarcaciones y mantener la profundidad de calado de 13.10 m según el programa maestro del Puerto de Tuxpan.
4 y 9	Pu2	En áreas donde se presenten eventos fluviometeorológicos y oceanográficos de gran intensidad, deberá contarse con un programa de contingencia ambiental que prevenga y mitigue los posibles efectos sobre la población, instalaciones y actividades portuarias.	Si	La ASIPONA cuenta con programas de contingencia para la protección costera del Puerto Tuxpán, para asegurar las instalaciones y la población del Puerto Tuxpan.
4 y 9	Pu3	Los productos del dragado deberán confinarse en sitios de tiro delimitados mediante estudios de riesgo e impacto ambiental y barreras contenedoras. El depósito de materiales producto de dragado	Si	Se tienen previstos dos sitios de vertimiento en el mar, que fueron indicados en el capítulo II de esta MIA, mismos que han sido estudiados y caracterizados en el capítulo IV basados en estudios

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		solo se permitirá en sitios autorizados por las autoridades responsables (Secretaría de Marina) y de acuerdo con los planes de manejo de las ANP marinas.		biológicos, de calidad de agua y corrientes (estudios que se anexaron al Capítulo VIII), los mismos además de ser sometidos al PEIA serán puestos a consideración de la Dirección General de Obras y Dragado de la SEMAR, para su autorización para un período de dos años.
4 y 9	Pu4	Se deberá considerar el tipo de sedimento para realizar las acciones de dragado (de mantenimiento o de construcción), esta actividad deberá contar con las autorizaciones de las autoridades correspondientes.	Si	Se tienen previstos dos sitios de vertimiento en el mar, que fueron indicados en el capítulo II de esta MIA, mismos que han sido estudiados y caracterizados en el capítulo IV basados en estudios biológicos, de calidad de agua y corrientes (estudios que se anexaron al Capítulo VIII), los mismos además de ser sometidos al PEIA serán puestos a consideración de la Dirección General de Obras y Dragado de la SEMAR, para su autorización para un período de dos años.
4 y 9	Pu5	Deberán ser consideradas las restricciones ambientales asociadas a las características físico-químico del sedimento, cercanía a sistemas frágiles como manglares, zonas inundables, aguas subterráneas regionales y masas de agua dulce, así como elegir la tecnología o combinación de tecnologías más apropiadas para el dragado, lo cual deberá ser autorizado por la autoridad ambiental correspondiente.	Si	La ASIPONA ha previsto este criterio y los que señala el Convenio y Protocolo de Londres para asegurarse de las características de los sedimentos y de que los mismos no ocasionarán efectos negativos sobre los sitios de tiro (ver resultados de CRIT adjuntados en el capítulo VIII. Además, los sitios de vertimiento corresponden a áreas de aproximadamente 2 Km de diámetro ubicados en la plataforma continental a más de 2.5 Km del área de influencia o amortiguamiento del ANP APFF sistema Arrecifal Lobos Tuxpan, y los mismos no corresponden zonas de manglar y no se prevén afectaciones al sitio Ramsar Manglares y Humedales de Tuxpan.
4 y 9	Pu6	Cuando por condiciones climatológicas y/o fenómenos meteorológicos, se presente azolve extraordinario, se efectuarán trabajos de dragado emergente, a efecto de restablecer las profundidades mínimas de los calados requeridos para una operación segura, esta actividad	Si	Los trabajos de dragado que son objeto de la MIA han previsto situaciones emergentes y de contingencias,



UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		deberá contar con la autorización ambiental correspondiente.		
4 y 9	Pu7	En áreas con actividad portuaria donde se carezca de suficiente información de mareas, corrientes y oleaje, deberán desarrollarse modelos físicos o números con el fin de determinar la hidrodinámica de las costas, lagunas y estuarios, así como definir la capacidad de carga de la actividad de interés. Esta información debe estar a disposición de la sociedad en general.	Si	En los anexos del Capítulo VIII, se han agregado los estudios de modelación de corrientes que consideran las mareas, el oleaje de la zona marina de influencia de los trabajos de dragado que se proponen en la presente MIA.
4 y 9	Pu8	El lavado de depósitos de aceite, combustible o residuos, y la descarga de aguas residuales sin tratamiento en las zonas portuarias, deberá sujetarse a las normas federales aplicables.	Si	La ASIPONA no pretende realizar descargas de combustibles o residuos en el ambiente ni en la zona portuaria, seguirá las reglas MARIPOL y seguir protocolos de seguridad para verificar que las empresas de embarcaciones no realicen descargas que puedan disminuir la calidad de agua como son combustibles, residuos, aguas residuales, entre otros.
4 y 9	Pu9	En la construcción, ampliación y operación de infraestructura portuaria, se deberá cumplir con la legislación ambiental aplicable para evitar la afectación a los ecosistemas de manglar, esteros, zonas inundables, dunas costeras y arrecifes coralinos.	No	El proyecto que aquí se analiza no corresponde los dragados del canal y se están sometiendo a la Evaluación de Impacto Ambiental con ello se da cumplimiento al criterio PU9.
4 y 9	Pu10	En las solicitudes y proyectos para ejecutar obras deberá acreditarse la autorización que, en materia de impacto ambiental, expida la autoridad competente, de acuerdo con el contenido del artículo 28, fracción X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sin la cual no procederá la autorización de ejecución.	Si	El propósito de la elaboración y de someter al PEIA el proyecto que nos ocupa, busca cumplir con os dispuesto en la LGEEPA y la Ley de Vertimientos entre otros ordenamientos jurídicos nacionales e internacionales que se han incluido en el análisis jurídico del capítulo II de esta MIA. Y con ello se cumple cm el criterio PU10.
4 y 9	Pu11	Se permitirá la construcción de muelles de atraque y maniobras de embarcaciones, previamente autorizados en materia de Impacto Ambiental por las autoridades correspondientes, que permitan el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua y que cumplan con el criterio Pu 7 de este ordenamiento.	No	No corresponde al objetivo del proyecto.
4 y 9	Pu12	En las solicitudes y proyectos para ejecutar obras, deberá acreditarse la autorización que, en materia de impacto ambiental, expida la	Si	Se está sometiendo el proyecto al PEIA ante la SEMARNAT, la SEMAR y la CONAGUA para que acorde a sus atribuciones dictaminen lo

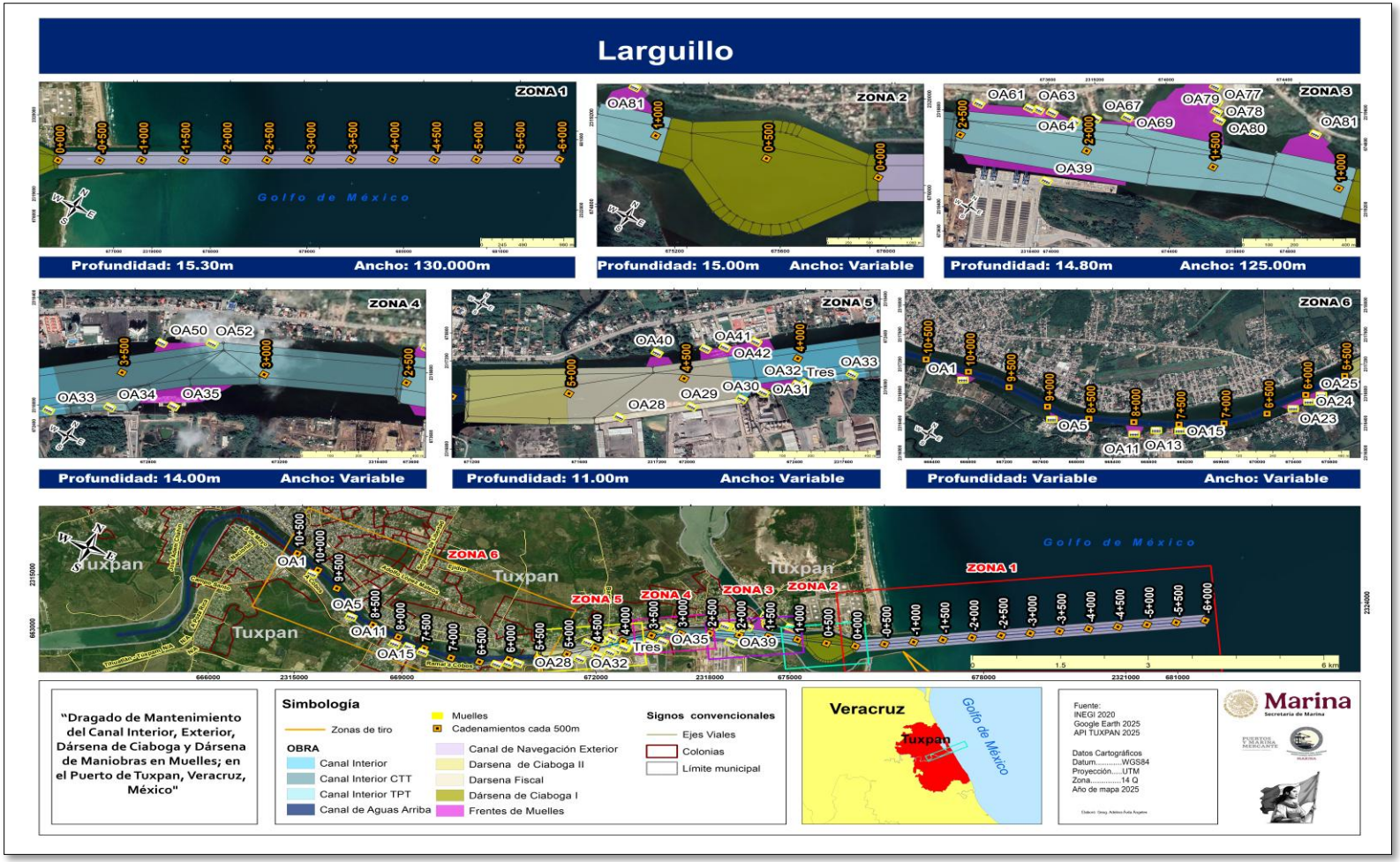
UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		autoridad correspondiente, de acuerdo con el contenido del artículo 28, fracción X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sin la cual no procederá la autorización de ejecución; asimismo se deberán cubrir los requisitos que señalan los artículos 8° y 17°, fracciones I II y III del Reglamento de la Ley.		procedente y con ello se podrá satisfacer al criterio Pu12.
4 y 9	Pu13	Se permitirá infraestructura de apoyo logístico para la actividad portuaria, donde se lleven a cabo actividades de manejo, ensamblaje de productos y/o maquila, previa autorización en materia de impacto y riesgo ambiental, emitido por las autoridades competentes.	No	No corresponde al objetivo del proyecto
4 y 9	Pu14	Queda prohibido que se lleven a cabo procesos dentro de la infraestructura portuaria que transformen las características químicas de productos y subproductos.	No	No corresponde al objetivo del proyecto
	MANEJO INTEGRADO DE CUENCA			
4 y 9	Mic1	**Para la realización de cualquier tipo de obra o actividad en la cuenca que considere afectacione**s, se debe solicitar ante la Secretaría de Medio Ambiente, un "Dictamen técnico de evaluación" (fundamento artículo 232[9] y 233[10] de la LEPA).	Si	La ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. de manera independiente a la obtención de la resolución en materia de impacto ambiental que se tramite ante la SEMARNAT o cualquier otra gestión que se requiera, **realizará las diligencias para obtener el dictamen técnico de evaluación ante la autoridad ambiental del estado de Veracruz.**
4 y 9	Mic2	En la **realización de cualquier tipo de obra o actividad, se deberá aportar al Fondo Ambiental Veracruzano**, la cantidad que resulte del dictamen técnico de evaluación **al afecto emita la Secretaría de Medio Ambiente, con la finalidad de que el órgano colegiado del fondo determine la mejor aplicación de estos recursos**	Si	Considerando **las gestiones para obtener el dictamen técnico que mandata el criterio Mic1, la ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V., realizará las aportaciones ante el Fondo Ambiental Veracruzano**, que determine la autoridad ambiental del estado de Veracruz.

[9] Artículo 232 de la LEPA. Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, toda persona que **contamine ó deteriore el ambiente ó afecte los recursos naturales ó la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con esta Ley y con la legislación civil aplicable en el Estado**. El termino para demandar la responsabilidad ambiental, será de dos años contados a partir del momento en que se produzca el acto, hecho u omisión correspondiente.

[10] Artículo 233. Cuando por infracción a las disposiciones de esta Ley se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados, podrán solicitar a la Secretaria, la formulación de un dictamen técnico el cual tendrá valor de prueba plena en caso de ser presentado en juicio.

UGA	CRITERIOS		VINCULACIÓN	
			APLICA (Si/No)	PROPUESTA
		para la restauración, conservación y preservación de los ecosistemas afectados, debiendo destinarlos de manera directa a la cuenca del presente ordenamiento.		

MAPA III-3 SE MUESTRA LA ZONA DEL CANAL DE NAVEGACIÓN DEL CANAL DEL PUERTO DE TUXPAN, DONDE SE REALIZARÁN LOS DRAGADO



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

III.5.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El programa fue expedido y publicado en el DOF el 24 de noviembre de 2011, su objetivo corresponde a fortalecer la sustentabilidad de mares y costas del Golfo de México y Mar Caribe. De acuerdo a la sobreposición del área de influencia del proyecto sobre el modelo de ordenamiento marino, corresponden a las UGA 20, 161 y 201. Enseguida se presentan los lineamientos generales y específicos para las UGA y su vinculación con el proyecto.

Cuadro III-9 Acciones Generales del Ordenamiento Marino del Golfo de México

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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).	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	La ASIPONA Tuxpan, verificará que las embarcaciones que participen en el proyecto reduzcan al máximo la generación de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No es una atribución que pueda realizar la ASIPONA Tuxpan.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	La ASIPONA Tuxpán aplicará las medidas de mitigación que se proponen en el capítulo VI para asegurar la protección de los elementos marinos y costeros.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Toda vez que no se afectarán comunidades vegetales, la ASIPONA no realizara acciones para reforestaciones.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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.	Toda vez que no se afectarán comunidades vegetales, la ASIPONA no realizara acciones para reforestaciones.
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.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Durante la realización del proyecto, no se prevén afectaciones a las riberas, aun así se mantendrá vigilancia y monitoreo de los elementos ambientales que los constituyen para asegurarse de su protección.



Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Se buscará cumplir con este criterio, dando preferencia al uso de embarcaciones que puedan garantizar la disminución de uso de combustibles fósiles en los trabajos de dragado.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Se buscará cumplir con este criterio, dando preferencia al uso de embarcaciones que puedan garantizar la disminución de uso de combustibles fósiles en los trabajos de dragado
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	Se buscará cumplir con este criterio, dando preferencia al uso de embarcaciones que puedan garantizar la disminución de uso de combustibles fósiles en los trabajos de dragado
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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.	Se buscará cumplir con este criterio, dando preferencia al uso de embarcaciones que puedan garantizar la disminución de uso de combustibles fósiles en los trabajos de dragado

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No corresponde a la naturaleza del proyecto

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Si se considera que el proyecto contribuirá con la liberación de paso de embarcaciones en el canal del Puerto Tuxpán.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Si como parte de las acciones del proyecto se promoverán programas y/o planes de contingencia ante desastres naturales y fenómenos meteorológicos extremos.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Si es aplicable, se establecerá brigadas de protección civil antes desastres.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Si entre las empresas que participen en los dragados se promoverán estas campañas.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Si la ASIPONA se asegurará de que la disposición de residuos sólidos urbanos y otros se realicen conforme las leyes aplicables y verificará que no se produzcan disposiciones en sitios no autorizados.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la	Si la ASIPONA proporcionará información a las empresas

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	que colaboren con los dragados sobre este catálogo y se asegurará del cumplimiento del presente lineamiento.
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.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No corresponde a la naturaleza del proyecto,
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Se verificará durante el desarrollo de los trabajos que no ocurran afectaciones a zonas con vegetación, incluso la acuática.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
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.	No corresponde a la naturaleza del proyecto
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	No corresponde a la naturaleza del proyecto

CUADRO III-10 ACCIONES ESPECÍFICAS QUE APLICAN A LAS UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL NO.20, 161, Y 201

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
A-01	20	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-02	20	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
A-03	20	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-04	20	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	Si	El proyecto se relaciona con el criterio A04, se busca mantener el flujo del agua en el canal y sobre todo asegurar la navegación en el canal.
A-05	20	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-06	20	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-007	20, 161, y 201	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-08	20	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-09	20	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Si	La ASIPONA cumplirá en todo momento con este criterio durante las actividades del proyecto
A-010	20	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-011	20	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-012	20	Promover la preservación de las dunas costeras y su	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.		
A-013	20, 161, y 201	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-014	20	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-015	20	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-016	20, 161, 201	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-017	20	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-018	20,161, 201	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-019	20	Los programas de remediación que se	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.		
A-020	20	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-021	20	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Si	Se reitera que la ASIPONA aplicará medidas para disminuir la generación de emisiones atmosféricas que puedan generarse por las embarcaciones que participen en los dragados.
A-022	20, 161	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-023	20	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-024	20	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Si	Se reitera que la ASIPONA aplicará medidas para disminuir la generación de emisiones atmosféricas que puedan generarse por las embarcaciones que participen en los dragados.
A-025	20, 161, y 201	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto



Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		contaminación de suelos y fomentar su preservación.		
A-026	20	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-027	20	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-028	20	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-029	20, 161 y 201	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-030	20, 161	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-031	20, 161	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		limitan los sistemas lagunares costeros.		
A-032	20	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-033	20 y 201	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-034	201	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-035	20	Promover la generación energética por medio de tecnologías mini hidráulicas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-037	20	Promover la generación energética por medio de energía solar.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-038	20	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-039	20	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-040	20, 161 y 201	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-041	161 y 201	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-042	161 y 201	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		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-043	20	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-044	20, 161 y 201	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-045	20, 201 y 201	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-046	20, 201 y 201	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.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-047	161 y 201	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto las actividades pesqueras.
A-048	20 y 201	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.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-049	20	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto, sin embargo, el dragado



Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.		puede contribuir a mejorar la infraestructura portuaria.
A-050	20	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-051	20	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-052	20	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-053	20	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-054	20	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-055	20	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-056	20	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-057	20	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto



Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.		
A-058	20	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-059	20	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-060	20	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-061	20	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-062	20	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-063	20	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-064	20	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-065	20	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-066	20	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
		a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.		
A-067	20	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-068	20	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Si	La ASIPONA Tuxpán se compromete a promover con los contratistas que llevan a cabo los dragados a realizar acciones de manejo integral de residuos sólidos y sobre todo impedir que se realicen descargas de desechos sólidos o líquidos sobre el canal de navegación, zonas de influencia de las zonas marinas. La disposición o vertimiento del producto del dragado será exclusivamente de sedimentos producto de dragado, en sitios donde se autoricen por la SEMAR.
A-069	20	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Si	La ASIPONA Tuxpán se compromete a promover con los contratistas que llevan a cabo los dragados a realizar acciones de manejo integral de residuos sólidos y sobre todo impedir que se realicen descargas de desechos sólidos o líquidos sobre el canal de navegación, zonas de influencia o zonas marinas. La disposición o vertimiento del producto del dragado será exclusivamente de sedimentos producto de dragado, en sitios donde se autoricen por la SEMAR.

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
A-070	20	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Si	La ASIPONA como medida de compensación y mitigación por el proyecto que se promueve realizara campañas de recolección de residuos sólidos en el Canal de Navegación y Riberas del Rio Tuxpán o Pantepec, con lo que cumplirá con el criterio A-070.
A-071	20, 161	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-072	20	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-073	20	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Si	El proyecto de dragado puede incidir en este criterio y permitir el ingreso de naves de estas las dimensiones indicadas en el criterio A-073.

Clave	UGAS donde aplica	Acción	Relación con el proyecto (SI/NO)	Aplicación
A-074	20	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Si	El proyecto de dragado puede incidir en este criterio y permitir el ingreso de naves de estas las dimensiones indicadas en el criterio A-073.
A-075	20	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No	No corresponde a la naturaleza del proyecto
A-078	161	Promover las medidas necesarias para que el mantenimiento y/o modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten efectos negativos sobre la estructura y función de las formaciones coralinas y la perturbación de las especies arrecifales de vida silvestre.	SI	Para el cumplimiento de este criterio en las actividades de dragado se realizarán estudios previos antes del dragado y durante el dragado se aplicarán planes de vigilancia ambiental, planes de manejo y planes de seguridad como se describen en el capítulo VI.

CUADRO III-11 ZONA COSTERA INMEDIATA OCCIDENTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
ZGN-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se	Si bien la región donde se realizara el dragado se encuentra cercanos la zona de arrecifes de

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en dichas comunidades.	Tuxpan estos no se verán afectados ya que el dragado se realizará en épocas donde las condiciones oceanográficas y meteorológicas no representen ningún riesgo además de que las zonas y tiro se encuentran alejadas de la zona de arrecifes y que la ASIPONA aplicara planes de vigilancia ambiental para prevenir, reducir y mitigar cualquier eventualidad.
ZGN-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas	La actividad del dragado se ha venido realizando cada año por lo que dentro del canal de Tuxpan es una zona muy antropizada y en las zonas de vertimiento según los estudios realizado y que se anexan a este documento no se registraron especies sin embargo se realizara un monitoreo ambiental constantes para asegurar la protección de las distintas especies que puedan encontrarse.
ZGN-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no corresponde a actividades de investigación.
AGN-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El dragado se ha venido realizando en el canal de Tuxpan de y el depósito en las zonas de tiro autorizadas esta actividad del dragado se ha venido realizando cada año en diferentes épocas y si bien es una zona cercana a los arrecifes la ASIPONA ha venido realizando

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		estudios constantes de hidrodinámica, sedimentos y calidad de agua y seguirá realizando para la actividad de dragado con el fin de evitar alguna eventualidad que pueda afectar en la en la zona de arrecifes además de aplicar plan de vigilancia ambiental y/o monitoreo ambiental
ZGN-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos como las praderas de pastos marinos, para fines científicos de conservación y preservación, sólo se podrán llevar a cabo conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no corresponde a actividades de investigación.
ZGN-06	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El proyecto no corresponde a actividades de investigación.
ZGN-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos los cuerpos de agua.	La ASIPONA Tuxpan se compromete al manejo adecuado de los hidrocarburos que llegara utilizar el barco de draga para su operación y en caso de existir residuos depositarlo en lugares autorizados además de aplicar un plan de manejo para garantizar el adecuado tratamiento.
ZGN-08	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	Para el cumplimiento de este apartado si bien el canal de Tuxpan es una zona antropizada se utilizará tecnología moderna para la realización del dragado como se explica en capítulo II
ZGN-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de	Para el cumplimiento de este apartado este documento de someterá

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	a Evaluación de Impacto Ambiental y otros permisos que se requieran para el correcto desarrollo de las actividades.
ZGN-10	En caso de algún proyecto relacionado con marinas, es necesario la presentación de estudios de impacto ambiental y autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio, así como específicos como estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos, donde se demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina, y la no afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	La ASIPONA Tuxpan presenta en este documento los estudios requeridos para la autorización de esta actividad.
ZGN-11	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	No corresponde con la naturaleza del proyecto
ZGN-12	Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona	Si bien en este documento se integra la construcción del muelle tres no rebasa las dimensiones dichas en este criterio.
ZGN-13	Por las características de los efluentes de los sistemas asociados a la zona de las ANP Arrecife Lobos y Sistema Arrecifal Veracruzano, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:5, UGA:12 a UGA:20 y UGA:26 a UGA:37) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema Arrecifal colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Golfo de México en particular la zona de humedales costeros del norte de Veracruz y Tamaulipas.	La ASIPONA ha realizado y realizara el dragado del canal de Tuxpan principalmente con un enfoque preventivo generando estudios constantes de los sedimentos e hidrodinámica que posteriormente pueden ayudar a mitigar prevenir cualquier eventualidad a futuro que se suscite y pueda afectar a la zona arrecifal.

III.5.2.4 Programa de Desarrollo Urbano del Centro Urbano de Tuxpán de Rodríguez (PDU-CT).

El PDU-CT fue expedido el 21 de noviembre de 2021, el mismo corresponde al ordenamiento normativo del territorio del centro urbano del municipio de Tuxpán, cuya finalidad es contar con un manejo integral que contenga las propuestas de ordenamiento del suelo y de equipamiento urbano pertinentes y congruentes para el municipio, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes desde el punto de vista urbano y ambiental, así como de establecer las formas de integración e intercomunicación con el resto de la región.

Acorde a la zonificación de este ordenamiento, se encuentra que el Rio Tuxpán está incluido en Centro Urbano, sin embargo, dado que el cauce del Rio Tuxpan es un depósito de aguas nacionales, esta zona no constituye suelo urbano.

III.5.3 Decretos de ANP y regiones prioritarias de la CONABIO

De análisis a la información al Sistema Nacional de las Áreas Naturales Protegidas (SINAT), se encontró que las áreas de influencia ni el SAR y del Canal de del Puerto de Tuxpán se encuentra la distancia existente con las ANP Y LA RTP En la Cuadro III-12, se indica la distancia aproximada con respecto del trazo del proyecto. De esta forma no resulta aplicable decreto alguno que señale alguna política de protección.

Cuadro III-12 Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias cercanas al Proyecto

Tipo	Nombre	Distancia en Km del Canal de Navegación	Distancia en Km de la Zona de Tiro
ANP	Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	Canal exterior contenido en el área de influencia	2.53
RAMSAR	Manglares y humedales de Tuxpan	Colindante	9.69
RHP	Río Tecolutla	51.7	47.28
RTP	Laguna de Tamiahua	0.19	13.39
AICA	Tecolutla	61.2	50.44
RMP	Pueblo Viejo-Tamiahua	27.09	34.47
RMP	Tecolutla	42.52	30.69

III.5.3.1 ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpán

En el decreto de esta ANP y el mapa de zonificación del Programa de Manejo vigente publicado el 06b de enero de 2014[11], se encuentra que el Canal del Puerto

[11] *https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/132_libro_pm.pdf*

de Tuxpan forma parte del área de influencia de esta ANP. En la Cuadro III-7, se indica la proporción de esta ANP que corresponde al área de influencia.

CUADRO III-13 PROPORCIÓN DEL ANP QUE FORMA PARTE DEL CANAL TUXPÁN Y EL SAR

OBRA	Superficie de ocupación en ANP en la zona de Área de Influencia Ha	% con respecto a la superficie total del ANP
Canal de Navegación Exterior	143.29	0.47
Dársena de Ciaboga II	0.07	0.0002

CUADRO III-14 VINCULACIÓN CON LOS CRITERIOS DEL PROGRAMA DE MANEJO DEL ANP APFF SISTEMA ARRECIFAL LOBOS TUXPÁN

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
Regla 1	Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas las personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, localizada frente a las costas de los municipios de Tamiahua y Tuxpan, en el Estado de Veracruz, con una superficie de 30 mil 571-15-03.44 hectáreas.	**Si**	Una parte del proyecto a desarrollarse se localizará en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida, por lo que la ASIPONA acatará lo dispuesto en estas reglas.
Regla 2	La aplicación de las presentes Reglas Administrativas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.	**Si**	La presente MIA-R se presenta ante la Secretaría y demuestra que la realización del proyecto no contraviene al Decreto ni al Programa de Manejo del APFF Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan
Regla 3	Para los efectos de lo previsto en las presentes Reglas, además de las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, se entenderá por: **I. Actividades productivas de bajo impacto**	**Si**	Debido a que una parte del canal exterior se encuentra dentro de la zona de influencia del ANP, se acatarán las reglas establecidas en el Programa de Manejo y se propondrán las medidas para los posibles impactos

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	ambiental: Son aquellas que su realización no implica modificaciones sustanciales de las características o condiciones naturales, ni altera los hábitos, el desarrollo ni las relaciones de interdependencia entre dichos elementos naturales ni afecta negativamente su existencia, transformación y desarrollo. Para los efectos del presente Programa de Manejo se entenderá por tales, la pesca de pulpo con gancho, la pesca de fomento y el buceo. II. **Área Natural Protegida**: El Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, localizada frente a las costas de los municipios de Tamiahua y Tuxpan, en el estado de Veracruz, con una superficie de 30 mil 571-15-03.44 hectáreas. III. **Buceo libre**: Actividad en la que una persona combina la natación y observación de la vida silvestre subacuática, auxiliada por uno o más de estos equipos: visor, aletas, tubo con boquilla para respiración (buceo de superficie o esnórquel), traje de neopreno, cinturón con plomos o chaleco salvavidas. IV. **Buceo autónomo:** Inmersión en un cuerpo de agua, con tanque de aire comprimido y regulador, que permite la respiración subacuática, con el fin de contemplar y conocer las riquezas naturales que habitan en este ambiente. También se conoce como SCUBA por sus siglas en		ambientales que se puedan generar por el desarrollo del proyecto. Se dará cumplimiento a la LGEEPA, así como a la Ley General de Vida Silvestre. Y en caso de generarse alguna infracción inconsistencia o emergencia que genere daño al ecosistema del ANP, por parte del proyecto se notificara a la autoridad competente por conducto de la PROFEPA.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	inglés: Self Contained Underwater Breathing Apparatus (Dispositivo Autosuficiente para Respirar Bajo el Agua) y debe estar certificada por una institución competente. V. **CONANP**: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. VI. **Dirección**: La Unidad Administrativa encargada de la administración del Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. VII. **Embarcación menor**: Artefacto naval menor, todo aquel de menos de 500 unidades de arqueo bruto, o menos de 15 metros de eslora, cuando no sea aplicable la medida por arqueo. VIII. **Guía de turistas:** Personal de los prestadores de servicios turísticos o miembros de las sociedades cooperativas turísticas, capacitado (a) y acreditado (a) por la autoridad competente como intérprete ambiental y autorizado (a) para conducir actividades turísticas en el Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. IX. **LGEEPA:** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. X. **LGVS:** Ley General de Vida Silvestre. XI. **Prestador de servicios turísticos**: Persona física o		

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	moral que se dedica a la organización de grupos de visitantes, con el objeto de ingresar al Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, con fines recreativos y culturales y que requiere de la autorización que otorga la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. XII. **PROFEPA:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. XIII. **Reglas:** Las Reglas Administrativas a que se sujetarán las actividades que se desarrollan en el Área, previstas en el presente instrumento. XIV. **SAGARPA:** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. XV. **Semarnat:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. XVI. **SEMAR:** Secretaría de Marina. XVII. **SCT:** Secretaría de Comunicaciones y Transportes. XVIII. **Turismo de bajo impacto ambiental**: Modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en visitar espacios naturales prácticamente sin perturbarlos, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales de dichos espacios; así como de		

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	cualquier manifestación cultural del presente y del pasado que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tales como: campismo, entendiendo a éste último como la pernocta temporal en la Isla Lobos, haciendo uso de equipo de casas de campaña y toldos; buceo libre; observación de vida silvestre y recorrido en embarcaciones. XIX. **Usuario:** Persona física o moral que en forma directa o indirecta utiliza o se beneficia de los recursos naturales existentes en el Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. XX. **Visitante:** Persona física que ingresa al Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos- Tuxpan con la finalidad de realizar actividades recreativas y culturales sin fines de lucro.		
Regla 4	Visitantes, prestadores (as) de servicios turísticos y usuarios (as) del Área Natural Protegida, deberán cumplir, en su caso, con las presentes Reglas Administrativas, y tendrán las siguientes obligaciones: I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos; II. Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos establecidos para recorrer el Área Natural Protegida en sus zonas insular y marítima; III. Respetar las rutas, boyas, balizas, señalización y la subzonificación del Área Natural Protegida; IV. Atender las observaciones y recomendaciones	**Si**	Las embarcaciones para las dragas utilizaran la ruta actualmente establecida respetando los señalamientos, boyas y balizas para llegar a la zona de tiro utilizando el área de Influencia de la ANP solo como paso para llegar a su destino final.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	formuladas por la Dirección o por la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma; V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP, la PROFEPA y la SEMAR, realicen labores de inspección, vigilancia, protección y control, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia; VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección o de la PROFEPA las irregularidades que hubieren observado durante su estancia en el Área; VII. Durante su estancia en el Área Natural Protegida deberán llevar consigo el equipo y utensilios necesarios para calentar sus alimentos, siempre que para ello no se requiera encender fogatas o la utilización de carbón, madera, hojas, o cualquier otro elemento natural que pueda obtenerse del Área Natural Protegida, y VIII. Durante su estancia en el Área Natural Protegida deberán llevar consigo el equipo de iluminación que requieran para el desarrollo de sus actividades, siempre que esté permitido en la subzona correspondiente o que no implique la utilización de fuego libremente expuesto, tales como antorchas.		
Regla 5	La Dirección podrá solicitar a las y los visitantes o prestadores (as) de servicios turísticos la información que a	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	continuación se describe, con la finalidad de hacer recomendaciones en materia de residuos sólidos y protección de los elementos naturales existentes en el Área Natural Protegida; así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista: I. Descripción de las actividades a realizar; II. Tiempo de estancia; III. Lugares a visitar, y IV. Origen del visitante.		
Regla 6	Las personas que ingresen al Área Natural Protegida deberán recoger y llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarlos en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades municipales.	Si	Las embarcaciones llevan consigo los residuos sólidos que generen los trabajadores los cuales serán destinados en sitios autorizado
Regla 7	Cualquier persona que realice actividades dentro del Área Natural Protegida, que requiera permiso, autorización o concesión, está obligada a presentarla, cuantas veces le sea requerida, ante la Dirección, la PROFEPA o cualquier otra autoridad competente.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable. Sin embargo, en caso de requerir algún permiso o autorización se realizaron las gestiones correspondientes
Regla 8	El Área Natural Protegida estará abierta para las y los turistas y visitantes en un horario de las 6:00 horas a las 18:00 horas, salvo para actividades de campismo y buceo autónomo, todos los días	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
De los permisos, autorizaciones y concesiones			
Regla 9	Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades: I. Actividades turístico-recreativas dentro de Áreas Naturales Protegidas, en su modalidad con vehículos o sin vehículos, y II. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en Áreas Naturales Protegidas.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 10	La vigencia de las autorizaciones señaladas en el párrafo anterior será:	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	I. Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico recreativas dentro del Área Natural Protegida, y II. Por el periodo que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requieran más de un técnico especializado.		
Regla 11	El periodo de recepción de solicitudes para la realización de actividades turístico-recreativas dentro del Área Natural Protegida, en todas sus modalidades, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año.	**No**	
Regla 12	Las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de actividades turístico-recreativas dentro del Área Natural Protegida podrán ser prorrogadas por el mismo periodo por el que fueron otorgadas, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 13	Para realizar las siguientes actividades en el Área Natural Protegida, se deberá presentar previamente un aviso acompañado con el proyecto correspondiente a la Dirección: I. Investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo; II. Educación ambiental que no implica ninguna actividad extractiva; III. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo; IV. Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran equipos compuestos por más de un técnico	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal, y V. Investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestres. Además, deberá de contar con la autorización correspondiente en términos de la LGVS.		
Regla 14	Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables: I. Colecta de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades; II. Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre; III. Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, y IV. Obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas de competencia de la Federación que requieren una Evaluación de Impacto Ambiental.	Si	
Regla 15	Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere el presente capítulo el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y podrá consultar el Registro Federal de Trámites y Servicios a cargo de la Secretaría de Economía, en la página www.cofemer.gob.mx.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
De los prestadores de servicios turísticos			
Regla 16	Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro del Área Natural	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	Protegida deberán cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios cumplan con lo establecido en las presentes Reglas y, en la realización de sus actividades, serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables. La Dirección no se hará responsable por los daños que sufran los visitantes o usuarios (as) en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros durante la realización de sus actividades dentro del Área Natural Protegida.		
Regla 17.	Los (as) prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro de responsabilidad civil y de daños a terceros, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los visitantes, así como de los que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades en el Área Natural Protegida.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 18	El uso turístico y recreativo dentro del Área Natural Protegida se llevará a cabo bajo los criterios establecidos en el presente Programa de Manejo y siempre que: I. No se provoque una afectación significativa a los ecosistemas; II. Promueva la educación ambiental, y III. Se respete la capacidad de carga que al afecto se establezca para la Isla Lobos.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
De los visitantes			
Regla 19	Los grupos de visitantes que deseen ingresar al Área Natural Protegida con el fin de desarrollar actividades de turismo de bajo impacto ambiental podrán, como una opción para el mejor desarrollo de dichas actividades, contratar los servicios de guías de turistas prestadores de servicios turísticos locales de las comunidades de la zona de influencia de la misma,	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	quienes fungirán como responsables y asesores de los grupos.		
Regla 20	Los visitantes deberán cumplir con las Reglas contenidas en el presente instrumento y tendrán las siguientes obligaciones: I. No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para el Área Natural Protegida; II. No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (hacer ruidos intensos, molestar, remover, extraer, retener, colectar o apropiarse de vida silvestre y sus productos incluyendo corales, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural); III. Deberán llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y IV. El desembarque deberá efectuarse exclusivamente en el sitio destinado para tal efecto en la Isla Lobos.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 21	Las embarcaciones que se utilicen para recreación de los visitantes deberán transitar exclusivamente por las rutas previamente establecidas por la Dirección, respetando la señalización, donde no se provoquen perturbaciones a la fauna silvestre, así como fondearse exclusivamente en los lugares señalados para tal efecto.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 22	Durante el desarrollo de las actividades de buceo: I. Se deberá mantener una distancia no menor de 2.5 metros de las formaciones coralinas; II. No podrán utilizarse guantes; III. El uso de chalecos salvavidas es obligatorio para todo usuario (a) y guía de buceo libre, y	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	IV. El número máximo permitido de buzos (as) por instructor (a) de buceo es de seis.		
Regla 23	Todo investigador (a) que ingrese al Área Natural Protegida con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección sobre el inicio de sus actividades, de conformidad con lo establecido en la fracción V de la Regla 13, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente; asimismo, deberá informar al mismo del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección una copia de los informes exigidos en dicha autorización.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 24	Quienes realicen actividades de colecta científica dentro del Área Natural Protegida deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la LGVS.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 25	Para el desarrollo de colecta e investigación científica en las distintas subzonas que comprende el Área Natural Protegida y salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los (as) investigadores, éstos (as) deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva y la Norma Oficial Mexicana Nom-126-Semarnat-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional, el Decreto de creación del Área Natural Protegida, las presentes Reglas y demás disposiciones legales aplicables.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 26	En el caso de organismos capturados accidentalmente, éstos deberán ser liberados inmediatamente en el sitio de la captura.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 27	Los (as) investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer de la región ejemplares o derivados de vida silvestre, fósiles, rocas o minerales	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia, con el objeto de evitar la fragmentación de los ecosistemas.		
	De las embarcaciones		
Regla 28	Las embarcaciones que ingresen al Área Natural Protegida deben funcionar en óptimas condiciones mecánicas y de seguridad, así como cumplir con las disposiciones de la SCT, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras éstas deberán cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 29	En los canales y áreas de buceo, la velocidad máxima será de cuatro nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.	Si	Se cumplirá con lo establecido en esta regla respetando los límites de velocidad máxima.
Regla 30	Dentro del Área Natural Protegida no podrán realizarse actividades de limpieza de las embarcaciones, así como reparaciones y abastecimiento de combustible, o cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico de la misma.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable. Ya que la parte de área de Influencia de la ANP solo será utilizada como zona de paso y no se realizarán ninguna actividad de limpieza o reparación.
Regla 31	Cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección, SCT, PROFEPA o SEMAR, para que se determine la forma en que será rescatada, causando el menor daño a las formaciones arrecifales, atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 32	En caso de emergencia, en la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua del Área Natural Protegida, a fin de evitar daño a los ecosistemas. El anclaje de emergencia sólo se permitirá en zonas	Si	En caso de presentarse una situación extraordinaria que acatara lo establecido en esta regla, además de dar aviso a las autoridades correspondientes.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	de fondo arenoso, libres de orales; la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma.		
Regla 33	Los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono del Área Natural Protegida, instrumentarán a bordo de sus embarcaciones el uso de trampas para grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles, grasas y aceites y sean vertidas en el Área.	Si	Las embarcaciones que estén a cargo del dragado estarán equipadas con trampas para grasas, para evitar algún derramamiento de combustible, grasas o aceites que se puedan verter en el agua.
Regla 34	Las embarcaciones que posean servicio de sanitarios deberán contar con contenedores para aguas residuales. Es responsabilidad de las y los usuarios descargar las aguas residuales, desechos orgánicos y residuos sólidos fuera del Área Natural Protegida, en los sitios que para tal efecto destinen las autoridades competentes.	Si	En el caso de las embarcaciones de las dragas las aguas residuales que generen serán depositados en sitios autorizados.
De los usos y aprovechamientos			
Regla 35	Los Interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo recreativa dentro del Área Natural Protegida deben contar con el permiso o concesión correspondientes emitidos por la SAGARPA y, en su caso, con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental. En la subzona de uso público se permitirá la instalación de campamentos temporales con fines pesqueros siempre que la actividad pesquera se realice fuera de dicha subzona y en aquellas subzonas en donde expresamente se encuentre permitida la actividad.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 36	Los pescadores sólo podrán utilizar las artes y equipos de pesca autorizados por la SAGARPA para las especies de camarón, escama, pulpo y tiburón o cualquier otra especie pesquera, siempre que la actividad pesquera esté permitida en la subzona en la que se pretenda realizar. Asimismo, deberán sujetarse estrictamente a lo establecido en el permiso o concesión correspondientes	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	emitidos por dicha autoridad y deberán manejar adecuadamente las artes de pesca que les sean permitidas, y retirarlas del Área Natural Protegida cuando concluyan sus actividades o cuando el mal tiempo impida el desarrollo de las mismas. Tampoco podrán abandonar en el Área Natural Protegida las artes de pesca dañadas o inutilizadas.		
Regla 37	La construcción o reparación de infraestructura existente que se pretenda ejecutar exclusivamente en la Isla Lobos, será acorde con el entorno natural del Área Natural Protegida empleando preferentemente materiales tradicionales de construcción propios de la región, así como diseños que no destruyan, ni modifiquen sustancialmente el paisaje ni la vegetación.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 38	El mantenimiento o rehabilitación de la infraestructura existente en las subzonas de aprovechamiento especial y de recuperación se realizará sin que se modifique el paisaje de forma sustancial ni se causen impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conformen a dicha subzona, respetándose en todo momento la estructura de las formaciones coralinas y sin perturbar a las especies arrecifales de vida silvestre. Para los efectos del presente Programa de Manejo, se entenderá que las reparaciones y mantenimientos no son mayores, cuando no provoquen desequilibrio ecológico grave y estén sujetos a regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales.	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 39	Se permite el mantenimiento de la infraestructura asociada a la actividad petrolera existente antes de la entrada en vigor del Decreto de creación del Área Natural Protegida, en los términos expresados en la Regla anterior. Cuando haya terminado la vida útil de dicha infraestructura se permitirán aquellas obras necesarias para las etapas de cierre y abandono de la misma, debiendo cuidarse en todo	No	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	momento que no se generen residuos o desechos que puedan generar desequilibrios ecológicos o causar impactos ambientales en las formaciones arrecifales y demás elementos naturales existentes en el Área Natural Protegida. Las empresas que lleven a cabo actividades de mantenimiento a la infraestructura petrolera deberán mantener comunicación permanente con la Dirección, debiendo avisar oportunamente sobre el inicio y terminación de dichas actividades, así como una descripción detallada de las mismas y retirar los residuos sólidos generados, el material y el equipo.		
Regla 40	Dentro de la subzona de preservación el desarrollo de las actividades de educación ambiental podrá realizarse siempre que no impliquen la extracción o el traslado de especímenes de una comunidad biológica a otra, ni la modificación del hábitat.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 41	Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en el Área Natural Protegida, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro de la misma, se establecen las siguientes subzonas: I. Subzona de Preservación: Conformada por ocho polígonos, con una superficie total de 816.043201 hectáreas; II. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales: Conformada por dos polígonos, con una superficie total de 29 mil 737.996050 hectáreas; III. Subzona de Aprovechamiento Especial: Conformada por 16 polígonos, con una superficie total de 1.166521 hectáreas;	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	IV. Subzona de Uso Público: Conformada por tres polígonos, con una superficie total de 5.920403 hectáreas, y V. Subzona de Recuperación: Conformada por tres polígonos, con una superficie total de 10.024169 hectáreas.		
Regla 42	El desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas a que se refiere la Regla anterior se estará a lo previsto en el apartado denominado Subzonas y Políticas de Manejo del presente instrumento.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
De las prohibiciones			
Regla 43	Dentro del Área Natural Protegida queda expresamente prohibido: I. Arrojar, almacenar, verter o descargar aceites, grasas, combustibles, desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante; II. Las reparaciones, mantenimientos mayores, así como los trabajos de remodelación de embarcaciones y motores; III. Realizar cualquier actividad de limpieza de embarcaciones y achicamiento de sentinas de embarcaciones mayores; IV. Utilizar cualquier tipo de insecticidas, herbicidas y cualquier otro biocida en el ambiente marino; V. Usar explosivos o químicos para la captura de organismos de los arrecifes, así como para las actividades de pesca;	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
De la inspección y vigilancia			
Regla 44	La SEMAR será la encargada de inspeccionar, patrullar y llevar a cabo labores de reconocimiento y vigilancia para preservar el Área Natural Protegida, en coordinación con las	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

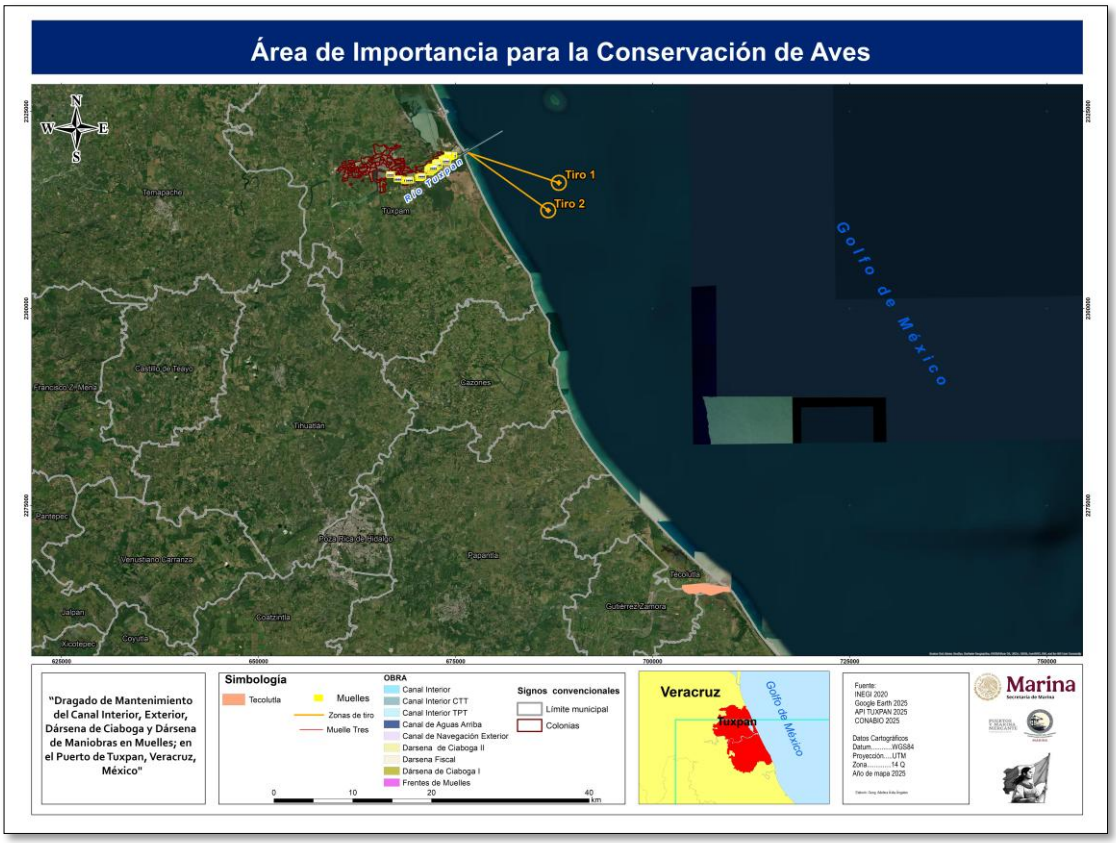
	Disposiciones Generales	Aplica Si/No	Vinculación
	autoridades competentes y de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.		
Regla 45	La inspección y vigilancia del cumplimiento de las presentes Reglas corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA, en coordinación con la SEMAR, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.
Regla 46	Toda persona que tenga conocimiento de alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas del Área Natural Protegida deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o la Dirección, con el objeto de realizar las gestiones correspondientes.	**No**	Debido a la naturaleza del proyecto, esta regla no es aplicable.

III.5.3.2 Regiones Prioritarias de la CONABIO

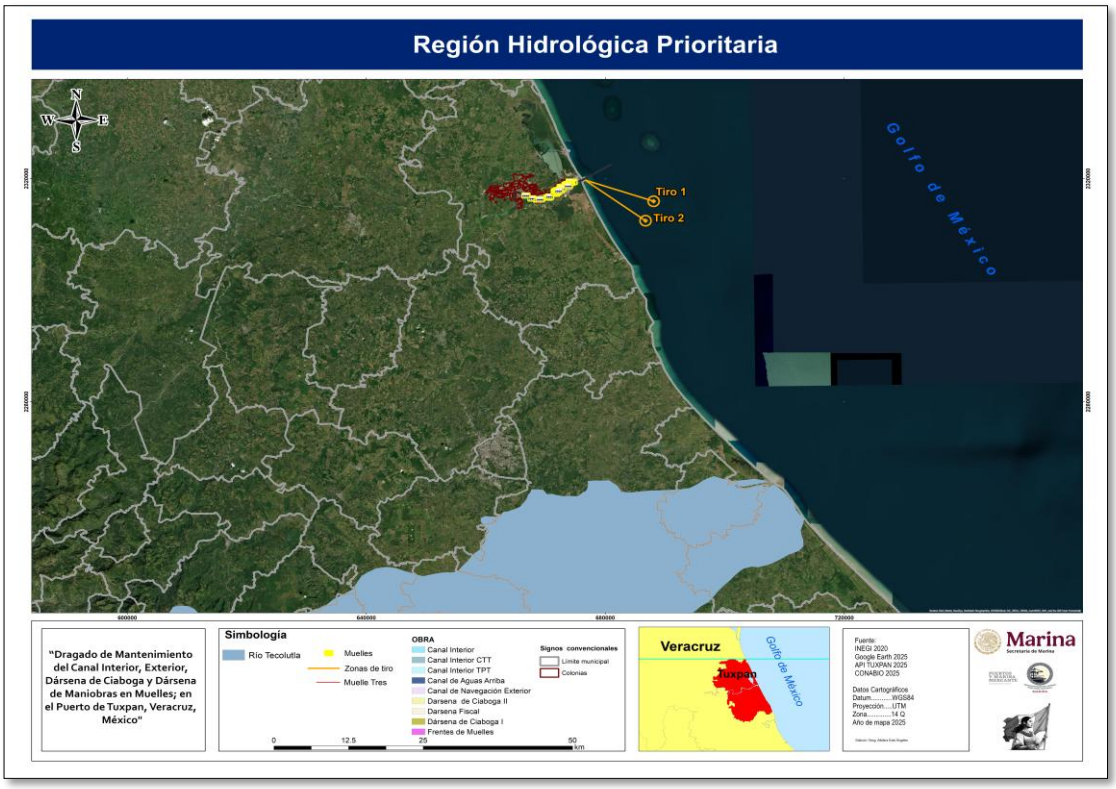
Con respecto a las Regiones Prioritarias designadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, el proyecto no se encuentra contenido en ninguna de las regiones. En el cuadro III-15 se muestran a que distancia se encuentra cada una de ella.

Cuadro III-15 Cuadro de distancias de las Regiones Prioritarias

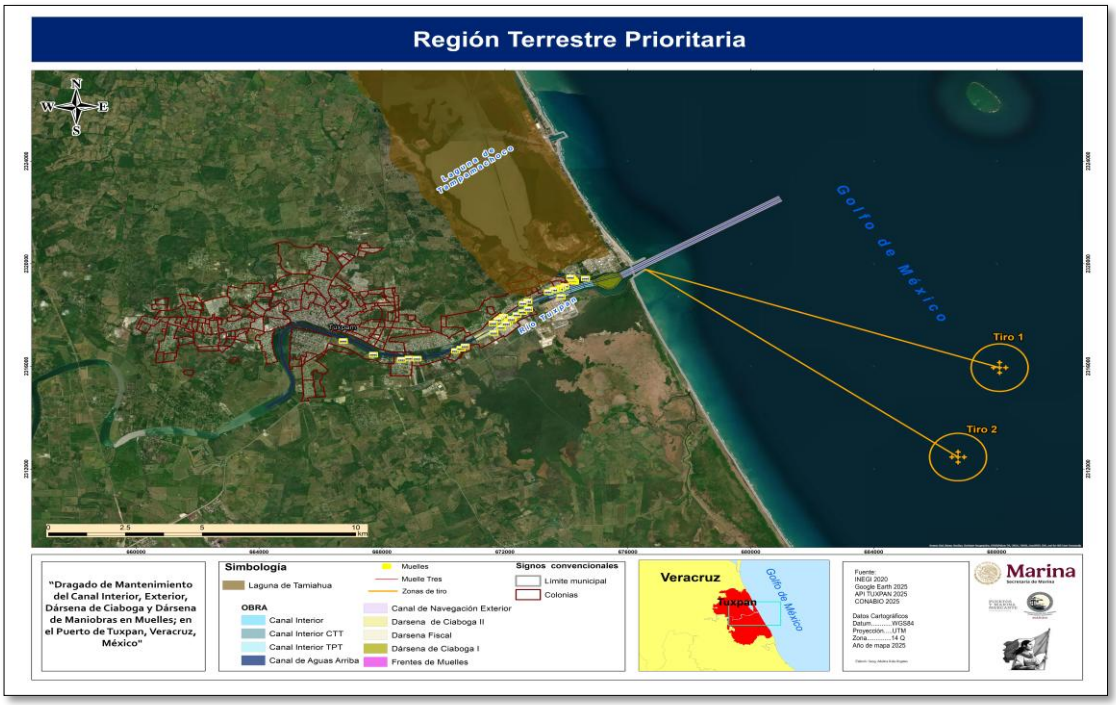
TIPO	NOMBRE	DISTANCIA CON EL CANAL DE NAVEGACIÓN EN KM	DISTANCIA CON LA ZONA DE TIRO EN KM
ANP	Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	Contenido el canal de navegación exterior en el Área de influencia	2.18
RAMSAR	Manglares y humedales de Tuxpan	Limitante	12.12
RHP	Golfo de México	53.72	47.14
RTP	Laguna de Tamiahua	0.16	13.76
AICA	Tecolutla	61.39	53.15
RMP	Pueblo Viejo-Tamiahua	26.74	38.15
RMP	Tecolutla	42.21	30.84



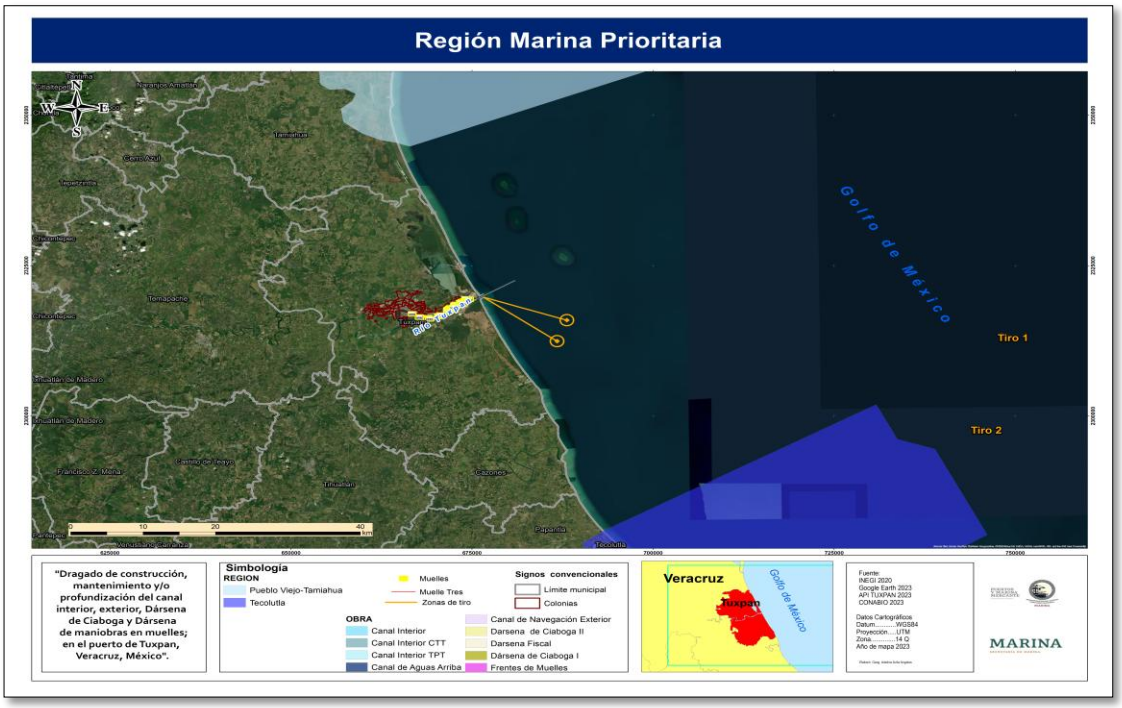
Mapa III-4 Mapa de Área de Importancia para la Conservación de Aves



MAPA III-5 MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS



MAPA III-6MAPA DE REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS MÁS CERCANAS AL PROYECTO



MAPA III-7 MAPA DE REGIONES MARINA PRIORITARIAS MÁS CERCANAS AL PROYECTO

III.5.3.3 SITIOS RAMSAR

El proyecto y SAR del proyecto abarca una porción del sitio RAMSAR denominado “Manglares y humedales de Tuxpan”, designado el 02 de febrero de 2006 en el estado de Veracruz; abarca 6,870 ha; en las coordenadas 21°00'N 097°21'W. Este sitio está delimitado por el Rio Tuxpan al norte de los manglares de la laguna de Tampamachoco y al sur de los manglares de los esteros de Tumilco y Jácome. La importancia de este sitio radica en la basta cubierta de manglar conservado, es uno de los más grandes del Golfo de México abarca 3,500 ha, alcanzan alturas de 8 a 15m. Se reportan 179 especies de peces que le confieren una riqueza alta en a la diversidad de los peces de la costa de Atlántico de México. Entre las especies en riesgo más representativas de este sitio, figuran la (*Agkistrodon bilineatus*), vibora de algodón, (*Campephilus guatemalensis*), la iguana negra (*Ctenosaura acanthura*) y la mariposa monarca (*Danaus plexippus*).

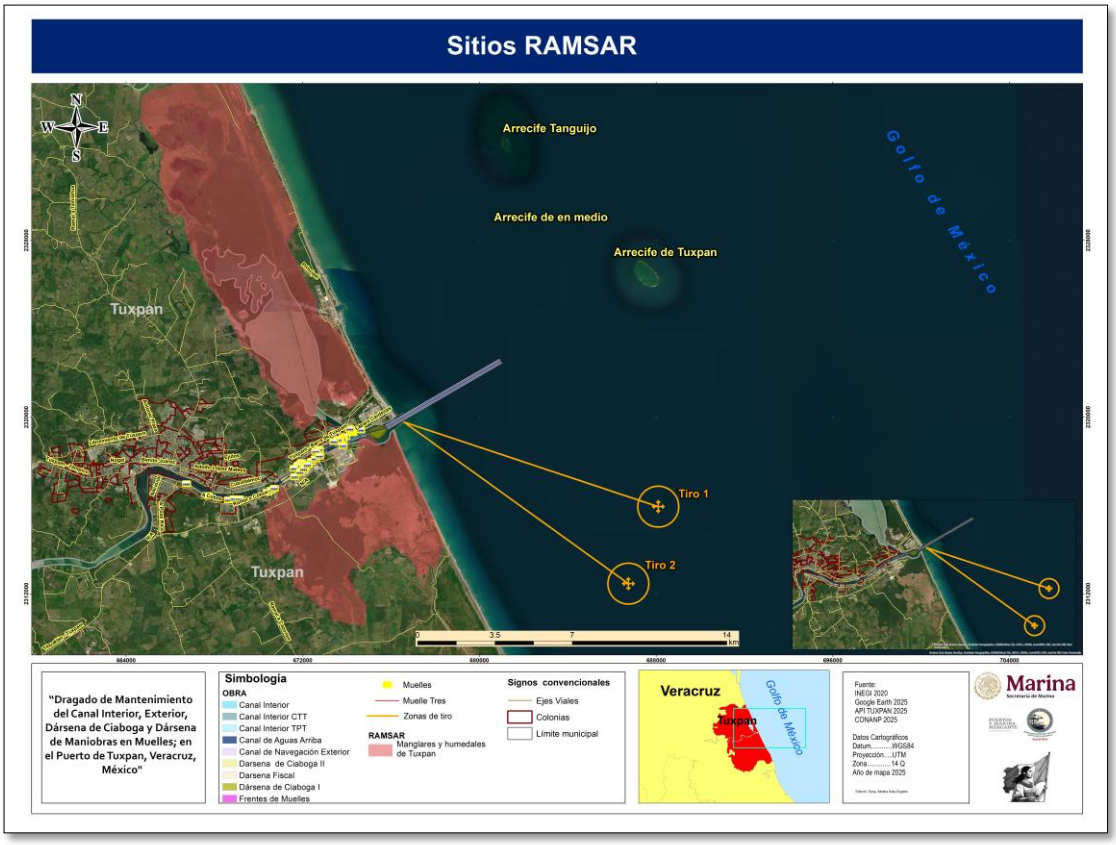
No existen criterios o lineamientos especificados, para su manejo, la principal razón de la designación de este sitio es que este sitio se pueda mantener conservado.

Es preciso mencionar que el Canal del Puerto Tuxpan abarca una pequeña porción, que corresponde a la zona acuática, y es preciso mencionar que la zona de mangle del RAMSAR queda a más de 700 m d distancia del Canal y es una zona inaccesible para los buques draga.

Cuadro III-16 Proporción del RAMSAR que forma del canal Tuxpán y SAR

ID	RAMSAR	OBRA	Superficie en Ha	Superficie en m2
1	Manglares y humedales de Tuxpan	Dársena de Ciaboga I	0.1535	1534.657807
2	Manglares y humedales de Tuxpan	Canal Interior TPT	0.0070	69.74896746
3	Manglares y humedales de Tuxpan	Dársena de Ciaboga II	0.4948	4947.578149
		TOTAL	0.6552	6551.984924

MAPA III-8 MAPA DE SITIOS RAMSAR



III.5.3.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y NORMAS MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL, FORESTAL, DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES Y DEMÁS APLICABLES.

Enseguida se presenta un análisis de las Normas Oficiales Mexicanas Ambientales aplicables al proyecto, y que contienen lineamientos o criterios específicos que pueden servir para reducir la afectación de componentes ambientales, y que además deberán cumplirse por el promovente o por sus contratistas. Se presentan propuestas que serán retomadas al momento de

incorporar las medidas de prevención y mitigación para garantizar su cumplimiento.

CUADRO III-17 -VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)

NORMA OFICIAL MEXICANA	ETAPA DEL PROYECTO Y ACTIVIDAD QUE DARA LUGAR A LA APLICACIÓN	MEDIDA QUE SE APLICARÁ
NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-prevención y contra incendios en los centros de trabajo	La norma será aplicable durante la construcción del proyecto por la operación de la maquinaria y los medios de transporte.	Se exigirá que los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto cuenten con un Programa de Seguridad para la Prevención y Protección contra incendios, así como una brigada, capacitación constante a los empleados y todo lo que se requiera en el lugar de trabajo de acuerdo con lo establecido en la norma en cuestión.
NOM-025-SSA1-2014 Salud ambiental, valores limite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.	La norma será aplicable para medir la producción de PM10 y PM2.5 de los vehículos, maquinaria y equipo de combustión	Se solicitará documentos a los contratistas que muestren que la maquinaria, vehículos cumplen con los parámetros de la NOM-025-SSA1-2014.-
NOM-001-SEMARNAT-2021 Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Durante el desarrollo del proyecto se generarán aguas residuales como son las aguas sentinas de las embarcaciones draga, que deberán garantizar esta norma	Se solicitará los análisis de las aguas a las embarcaciones que se viertan al canal de Tuxpan, y se solicitara que las mismas sean previamente tratadas.
NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Durante la construcción del proyecto y por la operación de la maquinaria y los medios de trasporte.	Se exigirá que los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto cuenten con un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo que garantice que los vehículos y maquinaria trabajen de manera óptima evitando la emisión de contaminantes.
NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental. -vehículos en circulación	Durante la construcción proyecto, por la operación de maquinaria y medios de trasporte.	Se exigirá que los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto cuenten con un



NORMA OFICIAL MEXICANA	ETAPA DEL PROYECTO Y ACTIVIDAD QUE DARA LUGAR A LA APLICACIÓN	MEDIDA QUE SE APLICARÁ
que usan diésel como combustible. - límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.		Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo que garantizará que los vehículos y maquinaria trabajen de manera óptima evitando la emisión de contaminantes.
NOM-050-SEMARNAT-1993 Niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	Durante las actividades de preparación, construcción y operación del Proyecto, en el transporte de materiales.	Se exigirá que los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto cuenten con un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo que garantice que los vehículos y maquinaria trabajen de manera óptima evitando la emisión de contaminantes.
NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante las diferentes fases del proyecto se generarán cantidades mínimas de residuos peligrosos: aceites usados y estopa impregnada de aceite, latas vacías de pintura, etc.	Para el manejo de residuos sólidos peligrosos, se contará con un almacén temporal que cumpla con las condiciones que establece la LGEEPA para posteriormente enviarlos a disposición final mediante una empresa autorizada para tal efecto. Para ello se contará con un Plan Integral de Manejo y Disposición de Residuos.
NOM-054-SEMARNAT-2005 Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993	Durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto	Se exigirán a los prestadores de servicios que forman parte del proyecto los contenedores de almacén temporal para cada tipo de residuo generado en el proyecto, evitando así que los residuos se revuelvan.
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-	Previo al desarrollo del proyecto, se requerirá la aplicación de programas de rescate especies de flora y fauna que se encuentren	Se vinculará la NOM-059-SEMARNAT-2010, con las disposiciones que establece la Ley General de Vida Silvestre, así como su

NORMA OFICIAL MEXICANA	ETAPA DEL PROYECTO Y ACTIVIDAD QUE DARA LUGAR A LA APLICACIÓN	MEDIDA QUE SE APLICARÁ
Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-20010. Durante el desarrollo del proyecto, se implementarán medidas de protección a la flora y fauna.	Reglamento, a través de un Programa de Rescate, Reubicación y Conservación de las especies de flora y fauna encontradas, de tal manera que se garantice la sobrevivencia de las especies.
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Durante la construcción y por la operación de medios de trasporte.	Se exigirá que los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto cuenten con un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo que garantizará que los vehículos y maquinaria trabajen de manera óptima evitando que el nivel de ruido sobrepase los límites permitidos.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto	Se exigirá el cumplimiento de los horarios establecidos, se realizarán mediciones periódicas de los dB con un sonómetro.
NOM-161-SEMARNAT-2011 Establece los criterios para clasificar los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto	Se exigirá la existencia y cumplimiento del Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial
NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido	La norma será aplicable durante la construcción y por la operación de medios de transporte	Se exigirá a los contratistas el cumplimiento de esta norma ya que el ruido que producirá puede afectar también la salud humana de los trabajadores y de personas que habiten en

NORMA OFICIAL MEXICANA	ETAPA DEL PROYECTO Y ACTIVIDAD QUE DARA LUGAR A LA APLICACIÓN	MEDIDA QUE SE APLICARÁ
		áreas de influencia del proyecto.
NOM-060-SEMARNAT- Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal	Si bien la ASIPONA TUXPÁNS.A. de C.V. no pretende el aprovechamiento forestal y la afectación de cuerpos de agua, verificará que la norma se cumpla durante y después de concluido el proyecto.	Se verificará el cumplimiento de esta norma en los trabajos de vigilancia ambiental y de monitoreo, sobre todo en los trabajos de restauración ambiental como reforestaciones.
NOM-022-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. 4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta. 4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento. 4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes	No aplica, ya que el proyecto no incide sobre manglar ni humedales.	

NORMA OFICIAL MEXICANA	ETAPA DEL PROYECTO Y ACTIVIDAD QUE DARA LUGAR A LA APLICACIÓN	MEDIDA QUE SE APLICARÁ
en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan. 4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo. 4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar. 4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre. 4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de		

NORMA OFICIAL MEXICANA	ETAPA DEL PROYECTO Y ACTIVIDAD QUE DARA LUGAR A LA APLICACIÓN	MEDIDA QUE SE APLICARÁ
restauración de los humedales costeros. 4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo. 4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.		

SECRETARIA DE MARINA

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

PRESENTA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

CAPÍTULO IV

[redacted]

CONTENIDO

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. IV-1

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO IV-2
IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO IV-11
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL IV-12
IV.3.1 Medio Abiótico IV-12
IV.3.1.1 El clima y sus elementos IV-12
IV.3.1.1.1 Patrón de temperatura terrestre. IV-14
IV.3.1.1.2 La precipitación en el SAR terrestre IV-16
IV.3.1.1.3 Temperatura datos del mar IV-18
IV.3.1.1.4 Viento. IV-20
IV.3.1.1.5 Brisa Marina IV-21
IV.3.1.2 Fenómenos Hidrometeorológicos IV-22
IV.3.1.2.1 Ciclones tropicales, huracanes y nortes IV-22
IV.3.1.2.2 Tendencias climáticas IV-25
IV.3.1.3 Fisiografía y Geomorfología IV-25
IV.3.1.3.1 Relieve IV-26
IV.3.1.3.1.1 Relieve terrestre IV-26
IV.3.1.3.1.2 Relieve marino IV-27
IV.3.1.3.2 Geomorfología y Geología IV-31
IV.3.1.3.2.1 Geomorfología IV-31
IV.3.1.3.2.2 Geología IV-32
IV.3.1.4 Suelo IV-35
IV.3.1.4.1 Edafología IV-35
IV.3.1.4.2 Usos de suelo IV-36
IV.3.1.5 Hidrología y masas de agua costeras IV-37
IV.3.1.5.1 Hidrología superficial IV-37
IV.3.1.5.2 Gasto hidráulico y zonas inundables IV-40
IV.3.1.5.3 Calidad de Agua del Rio Tuxpán y zona marina IV-42
IV.3.1.5.3.1 Antecedentes de estudios IV-42
IV.3.1.5.3.2 Estudios recientes de calidad del agua IV-45
IV.3.1.5.4 Calidad de Agua en los sitios de Vertimiento de los Dragados IV-61
IV.3.1.5.5 Caracterización de sedimento canal de navegación interior y exterior del Río Tuxpan (granulometría y CRIT) IV-65
IV.3.1.5.5.1 Resultados de Granulometría IV-67
IV.3.1.5.5.2 Resultados de CRIT IV-70
IV.3.1.6 Oceanografía IV-76
IV.3.1.6.1 Mareas IV-76
IV.3.1.6.2 Oleaje IV-76
IV.3.1.6.3 Corrientes IV-77
IV.3.1.6.4 Masas de agua IV-78
IV.3.1.6.5 Estudio de hidrodinámica IV-79

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.6.5.1 Estaciones de muestreo con ADCP. IV-80
IV.3.1.6.5.2 Resultados de las series de tiempo parámetros de oleaje IV-82
IV.3.1.6.5.3 Interpretación Meteorológica IV-83
IV.3.1.6.5.4 Interpretación Oceanográfica IV-85
IV.3.1.6.5.5 Series de tiempo y diagramas de profundidad-tiempo de parámetros de corrientes IV-86
IV.3.1.6.5.6 Interpretación Oceanográfica IV-91
IV.3.1.6.5.7 Interpretación sobre el análisis armónico IV-98
IV.3.1.6.5.8 Conclusiones generales IV-100
IV.3.1.6.5.9 Síntesis de resultados IV-103
IV.3.1.6.6 Dispersión de partículas en los sitios de tiro IV-103
IV.3.1.6.6.1 Resultados de Modelaciones de Partículas en el Estudio Realizado en 2023 ..... IV-104
IV.3.1.6.6.1.1 Circulación superficial mensual IV-105
IV.3.1.6.6.1.2 Temperatura superficial mensual IV-108
IV.3.1.6.6.1.3 Salinidad superficial mensual IV-109
IV.3.1.6.6.1.4 Simulación de dispersión de partículas IV-111
IV.3.1.6.7 Modelaciones de Partículas en Canal de Navegació del Rio Tuxpan- Estudio Realizado en 2025 IV-121
IV.3.1.6.7.1 Metodología para las modelaciones de partículas del 2025 ..... IV-121
IV.3.1.6.7.1.1 Análisis de máximos de velocidad de la corriente IV-129
IV.3.1.6.7.1.2 Análisis de armónicos de marea para la línea base (Tuxpan, Veracruz, año 2025). IV-132
IV.3.1.6.7.1.3 Escenario de mínimo estacionales de marea IV-134
IV.3.1.6.7.1.4 Escenario de máximos estacionales IV-135
IV.3.1.6.7.2 Análisis de la descarga del río Tuxpan IV-137
IV.3.1.6.7.3 Simulación de la descarga de sedimentos durante los dragados en el Canal de Tuxpan IV-139
IV.3.1.6.7.3.1 Modelación de salinidad IV-139
IV.3.1.6.7.3.2 Simulaciones de partículas IV-142
IV.3.1.6.7.3.3 Escenario de mínimos estacionales (marzo) IV-143
IV.3.1.6.7.3.4 Escenario de máximos estacionales (junio) IV-145
IV.3.1.6.7.3.5 Conclusiones del estudio IV-147

Índice de Cuadros

CUADRO IV-1 UGAS QUE CORRESPONDEN AL PROYECTO IV-3
CUADRO IV-2 CLIMA DENTRO DEL SAR IV-13
CUADRO IV-3 CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS EN EL SAR IV-14
CUADRO IV-4 REGISTRO DE TEMPERATURAS NORMALES DE LAS ESTACIONES TUXPAN Y TUXPAN DE RODRÍGUEZ. IV-15
CUADRO IV-5 PRECIPITACIONES MEDIAS Y MÁXIMAS (MM) POR DÍA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS. IV-16
CUADRO IV-6 PROMEDIO DE LAS PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL Y TEMPERATURA MEDIA NORMAL DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS TUXPAN Y TUXPAN DE RODRÍGUEZ CANO. IV-17
CUADRO IV-7 DATOS DE TEMPERATURAS DE 2018 A 2024 ..... IV-18
CUADRO IV-8 RESUMEN DE LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL DE 2018 A 2024 ..... IV-20

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-9 INFORMACIÓN DE VIENTOS PARA EL SAR IV-21
CUADRO IV-10 REGISTRO DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL MUNICIPIO DE TUXPAN (1961-2021). IV-23
CUADRO IV-11 PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS DENTRO DEL SAR IV-26
CUADRO IV-12 SUPERFICIE DE LAS FORMAS DEL RELIEVE QUE EXISTEN N EL SAR IV-27
CUADRO IV-13 ARRECIFES MÁS CERCANOS AL SAR IV-28
CUADRO IV-14 LITOLOGÍA EXISTENTE EN EL SAR. IV-33
CUADRO IV-15 RELACIÓN ENTRE LITOFACIES, BIOFACIES, ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y AMBIENTES DE DEPÓSITO IV-34
CUADRO IV-16 EDAFOLOGÍA PRESENTE EN EL SAR DEL PROYECTO. IV-35
CUADRO IV-17 USOS DE SUELO EN EL SAR SEGÚN LA CARTA DE INEGI SERIE VI- 2017 ..... IV-36
CUADRO IV-18 CUENCAS Y SUBCUENCAS A LAS QUE PERTENECE EL SAR IV-38
CUADRO IV-19 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL EN EL SAR IV-39
CUADRO IV-20 COMPARATIVO DE GASTOS HIDRÁULICOS DE ELLIS ET. AL, 2012 ÓP CITY VS DATOS CONAGUA IV-41
CUADRO IV-21 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA EN EL CANAL DEL RIO TUXPAN (PRIMERA PARTE) 59
CUADRO IV-22 SITIOS DE MUESTREO EN ZONAS DE VERTIMIENTO DE SEDIMENTOS IV-61
CUADRO IV-23 PUNTOS DE TOMA DE MUESTRAS DE CALIDAD DE AGUA IV-61
CUADRO IV-24 PARÁMETROS EVALUADOS PARA LA CALIDAD DE AGUA EN ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-62
CUADRO IV-25 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA EN ZONAS DE VERTIMIENTOS 63
CUADRO IV-26 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS SITIOS DE TOMAS DE MUESTRAS IV-67
CUADRO IV-27 RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA Y CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA IV-69
CUADRO IV-28 PARÁMETROS EVALUADOS POR ANÁLISIS CRIT IV-70
CUADRO IV-29 CONSTITUYENTES INORGÁNICOS (METALES), ORGÁNICOS VOLÁTILES Y ORGÁNICOS SEMI VOLÁTILES ANALIZADOS DE MUESTRAS DE SEDIMENTO IV-70
CUADRO IV-30 RESULTADOS DE ANÁLISIS CRIT PARA CADA PARÁMETRO Y NUMERAL DE LA NOM-052-SEMARNAT-2005 EVALUADO EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS 2023 ..... IV-73
CUADRO IV-31 RESULTADOS DE ANÁLISIS CRIT PARA CADA PARÁMETRO Y NUMERAL DE LA NOM-052-SEMARNAT-2005 EVALUADO EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS EN 2025 ..... IV-73
CUADRO IV-32 CONCLUSIONES PARA PARA PARÁMETRO EVALUADO EN CADA MUESTRA DE SEDIMENTO IV-74
CUADRO IV-33 RESULTADOS DE METALES PESADOS (MG/L)MUESTRAS OBTENIDAS EN 2023 ..... IV-75
CUADRO IV-34 RESULTADOS DE METALES PESADOS (MG/L)MUESTRAS OBTENIDAS EN 2025 ..... IV-75
CUADRO IV-35 PLANOS DE MAREAS REFERIDOS AL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR (NBMI)EN EL PUERTO DE TUXPAN IV-76
CUADRO IV-36 TIPOS DE MASA DE AGUA IV-78
CUADRO IV-37 VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS PARÁMETROS DE OLEAJE: ALTURA SIGNIFICANTE (HS), DIRECCIÓN (DP) Y PERIODO (TP) DEL OLEAJE OBTENIDOS EN LA ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO) IV-82
CUADRO IV-38 VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS PARÁMETROS DE OLEAJE: ALTURA SIGNIFICANTE (HS), DIRECCIÓN (DP) Y PERIODO (TP) DEL OLEAJE OBTENIDOS EN LA ZONA DEL CANAL. IV-85
CUADRO IV-39 VALORES ESTADÍSTICOS DE LA RAPIDEZ, DIRECCIÓN, Y COMPONENTES DE VELOCIDAD DE LA CORRIENTE OBTENIDOS EN LOS PERFILES DE LA ZONA DE DESCARGA. IV-86
CUADRO IV-40TIDAL AMPLITUD AND PHASE WITH 95% CI ESTIMATES IV-91
CUADRO IV-41 VELOCIDAD MERIDIONAL (AMPLITUD DE MAREAS Y FASE) CON 95% DE CONFIANZA ESTIMATES) IV-91
CUADRO IV-42 VALORES ESTADÍSTICOS DE LA RAPIDEZ, DIRECCIÓN, Y COMPONENTES DE VELOCIDAD DE LA CORRIENTE OBTENIDOS EN LOS PERFILES DE LA ZONA DEL CANAL. IV-93
CUADRO IV-43FRECUENCIAS DE MAREA DOMINANTES NIVEL DEL MAR (AMPLITUD DE MAREA Y FASE CON 95 % DE EFICIENCIA (CI) ESTIMATES IV-97
CUADRO IV-44FRECUENCIAS DE MAREA DOMINANTES VELOCIDAD ZONAL (AMPLITUD DE MAREA Y FASE CON 95 % DE EFICIENCIA (CI) ESTIMATES IV-97
CUADRO IV-45 SITIOS DE MUESTREO IV-156

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-46 LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES IV-157
CUADRO IV-47 LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS PARA LA ZONA IV-162
CUADRO IV-48 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE LA DUNA COSTERA SEMIFIJA IV-166
CUADRO IV-49 IMPORTANCIA POR ESPECIES DE LA DUNA IV-166
CUADRO IV-50 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DE LA DUNA COSTERA SEMIFIJA IV-167
CUADRO IV-51 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE LA DUNA COSTERA FIJA IV-168
CUADRO IV-52 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DE LA DUNA COSTERA FIJA IV-169
CUADRO IV-53 RESULTADO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MANGLAR IV-172
CUADRO IV-54 RESULTADO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MANGLAR IV-172
CUADRO IV-55 RESULTADO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MANGLAR SECUNDARIO IV-173
CUADRO IV-56 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MANGLAR SECUNDARIO IV-174
CUADRO IV-57RESULTADO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ECOTONO MANGLAR-SELVA IV-175
CUADRO IV-58 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL ECOTONO MANGLAR-SELVA IV-175
CUADRO IV-59 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MUESTREOS 7 ..... IV-176
CUADRO IV-60 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MUESTREO 7 ..... IV-177
CUADRO IV-61 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MUESTREO 4 ..... IV-177
CUADRO IV-62 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MUESTREO 4 ..... IV-178
CUADRO IV-63 COORDENADAS PARA EL REGISTRO HERPETOFAUNA Y MAMÍFEROS IV-183
CUADRO IV-64 COORDENADAS DE CENSOS DE AVES IV-184
CUADRO IV-65 COORDENADAS DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS SAR IV-184
CUADRO IV-66 COORDENADAS DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS FUERA DEL SAR IV-185
CUADRO IV-67 ESTIMADORES DE MUESTREO PARA HERPETOFAUNA. IV-187
CUADRO IV-68 ESTIMADORES DE MUESTREO PARA AVIFAUNA. IV-188
CUADRO IV-69 ESTIMADORES DE MUESTREO PARA MASTOFAUNA. IV-190
CUADRO IV-70 LISTADO POTENCIAL DE ANFIBIOS PARA EL SAR. IV-195
CUADRO IV-71 LISTADO POTENCIAL DE REPTILES PARA EL SAR. IV-196
CUADRO IV-72 LISTADO POTENCIAL DE AVES PARA EL SAR. IV-198
CUADRO IV-73 LISTADO POTENCIAL DE MAMÍFEROS PARA EL SAR. IV-202
CUADRO IV-74 LISTADO DE ANFIBIOS REGISTRADOS EN EL SAR. IV-204
CUADRO IV-75 LISTADO DE REPTILES REGISTRADOS EN EL SAR. IV-205
CUADRO IV-76 LISTADO DE AVES REGISTRADOS EN EL SAR. IV-206
CUADRO IV-77 LISTADO DE MAMÍFEROS REGISTRADOS EN EL SAR. IV-208
CUADRO IV-78 RIQUEZA DE FAUNA POTENCIAL PARA EL SAR IV-209
CUADRO IV-79RIQUEZA DE FAUNA REGISTRADA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. IV-209
CUADRO IV-80 ABUNDANCIA OBSERVADA DE HERPETOFAUNA. IV-215
CUADRO IV-81 ABUNDANCIA OBSERVADA DE AVIFAUNA. IV-216
CUADRO IV-82 ABUNDANCIA OBSERVADA DE MASTOFAUNA. IV-218
CUADRO IV-83 ÍNDICE DE SHANNON-WIENER PARA REPTILES DEL SAR. IV-219
CUADRO IV-84 ÍNDICE DE SHANNON-WIENER PARA AVES DEL SAR. IV-220
CUADRO IV-85 ÍNDICE DE SHANNON-WIENER PARA AVES DEL SAR. IV-222
CUADRO IV-86 VARIABLES CLIMÁTICAS UTILIZADAS PARA MODELO DE NICHO ECOLÓGICO. IV-224
CUADRO IV-87 ESPECIES DE HERPETOFAUNA CON MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO IV-225
CUADRO IV-88 ESPECIES DE AVIFAUNA CON MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO. IV-230
CUADRO IV-89 ESPECIES DE MASTOFAUNA CON MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO. IV-233
CUADRO IV-90 LISTADO DE AVES CON RESIDENCIA, DEL SAR IV-236
CUADRO IV-91 SITIOS DE MUESTREO, EQUIPO, FIJADOR Y CLAVE PARA EL FITOPLANCTON IV-240

[redacted]
[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



CUADRO IV-92 PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON EN LOS SITOS DE MUESTREO IV-245
CUADRO IV-93 VALORES DE DIVERSIDAD DE FITOPLANCTON POR SITIO DE MUESTREO IV-251
CUADRO IV-94 SITIOS DE MUESTREO DE ZOOPLANCTON Y EQUIPO IV-252
CUADRO IV-95 PRESENCIA DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON EN LOS SITIOS DE MUESTREO IV-253
CUADRO IV-96 ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE ZOOPLANCTON IV-256
CUADRO IV-97 SITIOS DE MUESTREO DE BENTOS Y EQUIPO IV-265
CUADRO IV-98 PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON EN LOS SIITOS DE MUESTREO IV-266
CUADRO IV-99 INDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE ZOOPLANCTON IV-271
CUADRO IV-100 COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM ZONA 14 (WGS 84) DE LOS PUNTOS DE MUESTREOS PARA EL FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON Y ORGANISMOS DE BENTOS EN ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-273
CUADRO IV-101 LISTADO DE ESPECIES DE FITOPLANCTON REGISTRADAS EN LAS ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-274
CUADRO IV-102 LISTADO DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADAS EN LAS ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-277
CUADRO IV-103 LISTADO DE ESPECIES DE BENTOS REGISTRADOS EN LAS ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-279
CUADRO IV-104 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE FITOPLANCTON EN ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-282
CUADRO IV-105 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE FITOPLANCTON POR SITIO DE MUESTREO IV-284
CUADRO IV-106 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ZOOPLANCTON EN ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-285
CUADRO IV-107 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ZOOPLANCTON POR SITIO DE MUESTREO IV-286
CUADRO IV-108 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE BENTOS EN ZONAS DE VERTIMIENTOS IV-287
CUADRO IV-109 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE BENTOS POR SITIO DE MUESTREO IV-288
CUADRO IV-110 ESPECIES DE TORTUGAS REPORTADAS ENLA REGIÓN IV-292
CUADRO IV-111 COORDENADAS EN LATITUD Y LONGITUD DE LAS LOCALIDADES DE LA REGIÓN DEL SAR. IV-294
CUADRO IV-112 TAMAÑO POBLACIONAL DE LAS LOCALIDADES QUE CONFORMAN EL SAR. IV-295
CUADRO IV-113 POBLACIÓN HABLANTE DE ALGUNA LENGUA INDÍGENA EN EL SAR. IV-298
CUADRO IV-114 POBLACIÓN HABLANTE DE ALGUNA LENGUA INDÍGENA POR AGEB EN LA LOCALIDAD TÚXPAN DE RODRÍGUEZ CANO IV-298
CUADRO IV-115 DETALLE DE LAS VIVIENDAS EN EL SAR DE ACUERDO CON LOS DATOS DE INEGI, 2020. ..... IV-301
CUADRO IV-116 HABITANTES QUE CUENTAN CON ALGÚN SEGURO MÉDICO IV-301
CUADRO IV-117 GRADO DE ESCOLARIDAD POR LOCALIDAD DENTRO DEL SAR. IV-302
CUADRO IV-118 INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS A NIVEL MUNICIPAL 2020 ..... IV-303
CUADRO IV-119 FACTORES Y ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE IV-311
CUADRO IV-120 UNIDADES DE PAISAJE EN EL SAR IV-319
CUADRO IV-121 FACTORES Y ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA VALORACIÓN DE LA FRAGILIDAD DEL PAISAJE IV-320
CUADRO IV-122 FRAGILIDAD POR UNIDADES DE PAISAJE DEL SAR IV-321
CUADRO IV-123 CLASES DE VARIEDAD O SINGULARIDAD IV-322
CUADRO IV-124 VALORACIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE DEL SAR Y DEL AIP IV-322
CUADRO IV-125 FACTORES AMBIENTALES IV-325
CUADRO IV-126. NIVELES DE CALIDAD DE LOS PARÁMETROS. IV-325
CUADRO IV-127 VALORACIÓN DE LOS COMPONENTES E INDICADORES AMBIENTALES IV-326
CUADRO IV-128 NIVELES DE IMPORTANCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES IV-329
CUADRO IV-129 PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS REPRESENTATIVOS DEL SAR TUXPAN IV-330
CUADRO IV-130INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA EN EL SAR TUXPAN IV-332
CUADRO IV-131 COMPARATIVO DE COMUNIDADES BIOLÓGICAS ENTRE EL CANAL Y LA ZONA MARINA IV-335
CUADRO IV-132 ESPEIES REPRESENTATIVAS DEL SAR IV-336
CUADRO IV-133 TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES PARA LOS PERIODOS HISTÓRICOS Y LOS CUATRO MODELOS DE CIRCULACIÓN GLOBAL IV-346

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-134 PRECIPITACIONES TOTALES ANUALES PARA LOS PERIODOS HISTÓRICOS Y LOS CUATRO MODELOS DE CIRCULACIÓN GLOBAL IV-346
CUADRO IV-135 EVALUACIÓN GENERAL DEL SAR IV-350
CUADRO IV-136 RELACIÓN FUNCIONAL ENTRE LOS MEDIOS DEL SAR TUXPAN IV-351

Índice de Mapas

MAPA IV-1 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO. IV-3
MAPA IV-2 SOBREPOSICIÓN DE LAS UGAS CON EL PROYECTO PARA DELIMITAR EL SAR IV-4
MAPA IV-3 MAPA DE SOBREPOSICIÓN DE LAS PLUMA DE DISPERSIÓN DE SEDIMENTOS IV-9
MAPA IV-4 UBICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) IV-10
MAPA IV-5 ÁREAS DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA DEL PROYECTO IV-11
MAPA IV-6 CLIMAS EXISTENTES DENTRO DEL SAR IV-13
MAPA IV-7 CICLONES TROPICALES HISTÓRICOS IV-24
MAPA IV-8 PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS IV-26
MAPA IV-9 MAPA DE SISTEMAS DE TOPOFORMAS DENTRO DEL SAR IV-27
MAPA IV-10 ARRECIFES DEL SAR IV-30
MAPA IV-11 LITOLÓGICO DEL SAR IV-33
MAPA IV-12EDAFOLÓGICO DE LA ZONA DEL PROYECTO Y LA ZONA DEL SAR IV-35
MAPA IV-13 USOS DE SUELO EN EL SAR IV-37
MAPA IV-14 SITIOS DE MUESTREO DE MACÍAS 2015 ..... IV-44
MAPA IV-15 UBICACIÓN DE LOS SITIOS MUESTREADOS 58
MAPA IV-16 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO CRIT EN EL CANAL DE TUXPAN IV-66
MAPA IV-17 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE INSTALACIÓN DE LOS ADCPS: ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO) Y ZONA DEL CANAL EN TUXPAN, VERACRUZ. IV-81
MAPA IV-18 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE JUNIO AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1. IV-116
MAPA IV-19 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE OCTUBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1. . IV-116
MAPA IV-20 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1. ..... IV-116
MAPA IV-21 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE DICIEMBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1.IV-117
MAPA IV-22 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE JUNIO AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2. IV-117
MAPA IV-23 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE OCTUBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2. . IV-118
MAPA IV-24 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2. ..... IV-118
MAPA IV-25 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE OCTUBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2. . IV-119
MAPA IV-26 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREOS REALIZADOS EN EL SAR IV-157
MAPA IV-27 UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO DE FAUNA IV-183
MAPA IV-28 UBICACIÓN DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS SAR IV-185
MAPA IV-29 UBICACIÓN DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS FUERA DEL SAR IV-186
MAPA IV-30 MNE DE LA RANA LEOPARDO (*LITHOBATES BERLANDIERI*). IV-226
MAPA IV-31 MNE DEL SAPO DE BOCA ANGOSTA ELEGANTE (GASTROPHRYNE ELEGANS). IV-227
MAPA IV-32 MNE DEL COCODRILO DE PANTANO (CROCODYLUS MORELETII) IV-227

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-33 MNE DEL LEMACTO CORONADO (LAEMANCTUS SERRATUS). IV-228
MAPA IV-34MNEDE LA IGUANA DE COLA ESPINOSA DEL GOLFO (CTENOSAURA ACANTHURA). IV-228
MAPA IV-35 MODELO DE NICHO ECOLÓGICO DE LA IGUANA VERDE (IGUANA IGUANA) IV-229
MAPA IV-36 MNE DE LA CULEBRA PERICO MEXICANA (LEPTOPHIS MEXICANUS). IV-229
MAPA IV-37 MNE DE LA CULEBRA LISTONADA OCCIDENTAL (*THAMNOPHIS PROXIMUS*) IV-230
MAPA IV-38 MNE DE LA CIGÜEÑA AMERICANA (*MYCTERIA AMERICANA*). IV-231
MAPA IV-39 MNE DEL ZOPILOTE SABANERO (CATHARTES BURROVIANUS). IV-231
MAPA IV-40 MNE DE LA AGUILILLA NEGRA MENOR (BUTEOGALLUS ANTHRACINUS) IV-232
MAPA IV-41 MNE DE LA OROPÉNDOLA DE MOCTEZUMA (PSAROCOLIUS MONTEZUMA) IV-232
MAPA IV-42 MNE DEL OSO HORMIGUERO (TAMANDUA MEXICANA). IV-233
MAPA IV-43 MNE DEL PUERCO ESPÍN TROPICAL (SPHIGGURUS MEXICANUS). IV-234

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN IV-1 CURVAS DE NIVEL DE LA TOPOGRAFÍA DE LA REGIÓN DEL PROYECTO IV-5
ILUSTRACIÓN IV-2 ÁREA DISPERSIÓN DE SEDIMENTOS EN LOS MESES QUE HAN OCURRIDO LOS DRAGADOS IV-6
ILUSTRACIÓN IV-3 GRÁFICA DE TEMPERATURAS MÁXIMAS, MEDIAS Y MÍNIMAS EN GRADOS CENTÍGRADOS DEL SAR IV-16
ILUSTRACIÓN IV-4 GRÁFICA DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA Y MÁXIMA EN LA ZONA DEL SAR. IV-17
ILUSTRACIÓN IV-5 CLIMOGRAMA DEL SAR. IV-18
ILUSTRACIÓN IV-6 GRAFICO DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA EN EL SAR IV-19
ILUSTRACIÓN IV-7 SE MUESTRAN FOTOGRAFÍAS DE LOS ARRECIFES DEL SISTEMA ARRECIFAL LOBOS TUXPAN IV-30
ILUSTRACIÓN IV-8 FOOTGRAFIAS DE INUNDACION OCTUBRE DE 2025 POR DESBORDE DEL RIO TUXPAN IV-39
ILUSTRACIÓN IV-9 GRÁFICO DE LOS VALORE DE PH IV-46
ILUSTRACIÓN IV-10 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SALINIDAD IV-47
ILUSTRACIÓN IV-11 GRÁFICO DE LOS VALORES DE OXÍGENO DISUELTO IV-47
ILUSTRACIÓN IV-12GRÁFICO DE LOS VALORES DE COLOR VERDADERO IV-48
ILUSTRACIÓN IV-13 GRÁFICO DE LOS VALORES DE TURBIDEZ IV-49
ILUSTRACIÓN IV-14 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES IV-49
ILUSTRACIÓN IV-15 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES IV-50
ILUSTRACIÓN IV-16 GRÁFICO DE LOS VALORES DE ALCALINIDAD IV-51
ILUSTRACIÓN IV-17GRÁFICO DE LOS VALORES DE CLORUROS IV-51
ILUSTRACIÓN IV-18 GRÁFICO DE LOS VALORES DE AZUFRE IV-52
ILUSTRACIÓN IV-19 GRÁFICO DE LOS VALORES DE FOSFATO TOTAL IV-53
ILUSTRACIÓN IV-20 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NTK IV-54
ILUSTRACIÓN IV-21 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NTK IV-54
ILUSTRACIÓN IV-22 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NITRATOS IV-55
ILUSTRACIÓN IV-23 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NITRÓGENO TOTAL IV-56
ILUSTRACIÓN IV-24 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SULFATOS IV-56
ILUSTRACIÓN IV-25 DATOS DE OLEAJE ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO). IV-83
ILUSTRACIÓN IV-26 DATOS DE OLEAJE ZONA DEL CANAL IV-84
ILUSTRACIÓN IV-27 SERIES DE TIEMPO DEL PROMEDIO EN LA VERTICAL (ZONA DE TIRO). IV-87
ILUSTRACIÓN IV-28 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE CORRIENTES (ZONA DE TIRO) IV-89
ILUSTRACIÓN IV-29 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE COMPONENTES DE VELOCIDAD DE CORRIENTES (ZONA DE TIRO) IV-90
ILUSTRACIÓN IV-30 SERIES DE TIEMPO DEL PROMEDIO EN LA VERTICAL IV-95
ILUSTRACIÓN IV-31 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE CORRIENTES: IV-96

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-32 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE COMPONENTES DE VELOCIDAD DE CORRIENTES: IV-96
ILUSTRACIÓN IV-33 ..... IV-98
ILUSTRACIÓN IV-34 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ARMÓNICO Y ANÁLISIS DE LA ENERGÍA CINÉTICA DE LA MAREA Y EL RÍO TUXPAN OBTENIDOS CON EL ADCP EN LA ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO). IV-99
ILUSTRACIÓN IV-35 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ARMÓNICO Y ANÁLISIS DE LA ENERGÍA CINÉTICA DE LA MAREA Y EL RÍO TUXPAN OBTENIDOS CON EL ADCP EN LA ZONA DEL CANAL. IV-100
ILUSTRACIÓN IV-36 PATRONES/ DOMINIO Y BATIMETRÍA DEL MODELO REGIONAL CONFIGURADO. IV-105
ILUSTRACIÓN IV-37 PROMEDIOS MENSUALES DE CIRCULACIÓN SUPERFICIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, LOS PUNTOS ROJOS INDICAN LA UBICACIÓN DE LOS ARRECIFES. IV-107
ILUSTRACIÓN IV-38 PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, LOS PUNTOS ROJOS INDICAN LA UBICACIÓN DE LOS ARRECIFES. IV-110
ILUSTRACIÓN IV-39 PROMEDIOS MENSUALES DE SALINIDAD SUPERFICIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, LOS PUNTOS ROJOS INDICAN LA UBICACIÓN DE LOS ARRECIFES. IV-111
ILUSTRACIÓN IV-40 MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS EN EL AÑO 2017 (EJEMPLO DE LOS MOVIMIENTOS QUE OCURREN DE MANERA ANUAL) IV-113
ILUSTRACIÓN IV-41 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE DE 2021, LAS LÍNEAS DE COLORES INDICAN LA TRAYECTORIA DE LAS PARTÍCULAS Y EL COLOR LA PROFUNDIDAD IV-120
ILUSTRACIÓN IV-42DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE DE 2022, LAS LÍNEAS DE COLORES INDICAN LA TRAYECTORIA DE LAS PARTÍCULAS Y EL COLOR LA PROFUNDIDAD IV-120
ILUSTRACIÓN IV-43 DOMINIO TOTAL DEL MODELO HIDRODINÁMICO IMPLEMENTADO EN DELFT3D-FLOW PARA EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, CON MALLA CURVILÍNEA. IV-125
ILUSTRACIÓN IV-44 ACERCAMIENTO A LA ZONA DE INTERÉS DEL MODELO HIDRODINÁMICO EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, GENERADO CON DELFT3D-FLOW. IV-127
ILUSTRACIÓN IV-45 MALLA DEL MODELO CON LA REPRESENTACIÓN DE PUNTOS DE CERO FLUJO IV-127
ILUSTRACIÓN IV-46 BATIMETRÍA COMPLETA DEL MODELO IV-128
ILUSTRACIÓN IV-47 ACERCAMIENTO A LA ZONA DE INTERÉS DEL PROYECTO IV-128
ILUSTRACIÓN IV-48 MALLA CURVILÍNEA DEL MODELO HIDRODINÁMICO IMPLEMENTADO EN DELFT3D-FLOW PARA EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ. DE CERO FLUJO (DRY POINTS Y THIN DAMS) QUE REPRESENTAN ESCOLLERAS, ISLAS Y ESTRUCTURAS COSTERAS. IV-129
ILUSTRACIÓN IV-49 MAGNITUD DE LA CORRIENTE MAREAL EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN, REPRESENTADA EN M/S MEDIANTE UNA ESCALA DE COLORES. IV-130
ILUSTRACIÓN IV-50 CORRIENTE DE FLUJO EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN, GENERADA POR LA VARIACIÓN MAREAL. IV-131
ILUSTRACIÓN IV-51 CORRIENTE DE REFLUJO EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN ASOCIADA AL CICLO MAREAL. IV-131
ILUSTRACIÓN IV-52 SERIE TEMPORAL DE LA ELEVACIÓN DE MAREA SIMULADA EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN DURANTE EL AÑO 2025. ..... IV-132
ILUSTRACIÓN IV-53 SERIE TEMPORAL DE LA ELEVACIÓN DE MAREA EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN PARA EL ESCENARIO DE MÍNIMOS ESTACIONALES DE MAREA (MARZO), ELEVACIÓN EN METROS IV-134
ILUSTRACIÓN IV-54 SERIE TEMPORAL DE LA VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LA ZONA DEL PUERTO DE TUXPAN, EXPRESADA EN METROS POR SEGUNDO (M/S). IV-135
ILUSTRACIÓN IV-55 SERIE TEMPORAL DE LA ELEVACIÓN DE MAREA EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN PARA EL ESCENARIO DE MÁXIMOS ESTACIONALES DE MAREA (JUNIO), ELEVACIÓN EN METROS. IV-136
ILUSTRACIÓN IV-56 SERIE TEMPORAL DE LA VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LA ZONA DEL PUERTO DE TUXPAN, EXPRESADA EN METROS POR SEGUNDO (M/S). IV-136
ILUSTRACIÓN IV-57 SERIE TEMPORAL DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE HORIZONTAL (M/S) EN EL PUNTO DE CONTROL UBICADO EN LA ZONA DEL DRAGADO, CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO DE FLUJO MÍNIMO DEL RÍO TUXPAN (0.03 M^3/S). IV-137

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-58 SERIE TEMPORAL DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE HORIZONTAL (M/S) EN EL PUNTO DE CONTROL UBICADO EN LA ZONA DEL DRAGADO, CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO DE FLUJO MEDIO DEL RÍO TUXPAN (0.1 M³/S). IV-138
ILUSTRACIÓN IV-59 SERIE TEMPORAL DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE HORIZONTAL (M/S) EN EL PUNTO DE CONTROL UBICADO EN LA ZONA DEL DRAGADO, CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO DE FLUJO MÁXIMO DEL RÍO TUXPAN (0.4 M³/S)..... IV-138
ILUSTRACIÓN IV-60 SERIE TEMPORAL DE LA VARIACIÓN DE LA SALINIDAD EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN (LÍNEA AZUL) Y EN LA ZONA DE DRAGADO (LÍNEA NEGRA). IV-140
ILUSTRACIÓN IV-61 SIMULACIÓN DE LA PLUMA DEL RÍO TUXPAN DURANTE CONDICIONES DE FLUJO MAREAL (ENTRADA HACIA EL PUERTO). LA DISTRIBUCIÓN DE LA SALINIDAD SE PRESENTA EN UNIDADES DE PSU MEDIANTE UNA ESCALA DE COLORES, DESTACANDO LA PENETRACIÓN DE AGUA MARINA AL SISTEMA Y SU EFECTO EN LA MEZCLA CON EL APORTE CONTINENTAL.. IV-141
ILUSTRACIÓN IV-62 SIMULACIÓN DE LA PLUMA DEL RÍO TUXPAN DURANTE CONDICIONES DE REFLUJO MAREAL (SALIDA HACIA EL MAR ABIERTO). LA DISTRIBUCIÓN DE LA SALINIDAD SE MUESTRA EN UNIDADES DE PSU MEDIANTE UNA ESCALA DE COLORES, EVIDENCIANDO LA INTERACCIÓN ENTRE EL APORTE FLUVIAL Y LA DINÁMICA DE MAREA EN EL ESTUARIO..... IV-142
ILUSTRACIÓN IV-63 INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS BAJO CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA. SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN INICIAL EXPRESADA COMO NÚMERO DE PARTÍCULAS POR METRO CÚBICO. IV-143
ILUSTRACIÓN IV-64 CINCO DÍAS DESPUÉS DEL INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA. IV-144
ILUSTRACIÓN IV-65 DIEZ DÍAS DESPUÉS DE INICIADA LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA. ... IV-144
ILUSTRACIÓN IV-66 TREINTA DÍAS DESPUÉS DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS. IV-145
ILUSTRACIÓN IV-67 INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS BAJO CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL ALTA. IV-146
ILUSTRACIÓN IV-68 CINCO DÍAS DESPUÉS DEL INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL ALTA. IV-146
ILUSTRACIÓN IV-69 DIEZ DÍAS DESPUÉS DE INICIADA LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA. ... IV-147
ILUSTRACIÓN IV-70 TREINTA DÍAS DESPUÉS DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS IV-147
ILUSTRACIÓN IV-71 VEGETACIÓN DE DUNA SEMIFIJA..... IV-164
ILUSTRACIÓN IV-72 DUNA SEMIFIJA. LADO OESTE DE LA DESEMBOCADURA CON DUNA ABIERTA Y FRAGMENTADA, AL FONDO SE OBSERVAN PALAPAS QUE FRAGMENTAN LA DUNA IV-165
ILUSTRACIÓN IV-73 *IPOMOEA PES-CAPRAE* IV-165
ILUSTRACIÓN IV-74 *CROTON PUNCTATUS*..... IV-165
ILUSTRACIÓN IV-75 *PALAFOXIA LINDENII*..... IV-166
ILUSTRACIÓN IV-76 DUNA FIJA. IV-167
ILUSTRACIÓN IV-77 IZQ; *RANDIA ACULEATA. DER; MALVAVISCUS ARBOREUS*..... IV-168
ILUSTRACIÓN IV-78 MANGLAR DE *RHIZOPHORA MANGLE.*..... IV-169
ILUSTRACIÓN IV-79 MANGLAR DE *LAGUNCULARIA RACEMOSA.* IV-170
ILUSTRACIÓN IV-80 MANGLAR DE *AVICENNIA GERMINANS*..... IV-170
ILUSTRACIÓN IV-81 FLOR DE *CONOCARPUS ERECTUS*..... IV-171
ILUSTRACIÓN IV-82 MANGLAR DE AVICENNIA GERMINANS CON PROPÁGULOS..... IV-171
ILUSTRACIÓN IV-83 ZONA DONDE SE DESPLAZÓ EL MANGLAR, PROVOCANDO EL DESLAVE Y DESPLAZAMIENTO DEL SUELO..... IV-173
ILUSTRACIÓN IV-84 RAMAL HACIA EL CERRO DE TUMILCO. EN LA ORILLA SE OBSERVA *R. MANGLE.* IV-174
ILUSTRACIÓN IV-85 DESPUÉS DE LA FRANJA DE MANGLE SE ESTABLECEN ESPECIES PROPIAS DE LA SELVA MEDIANA. IV-175
ILUSTRACIÓN IV-86 ACAHUAL DE SELVA MEDIANA. ESTRATO ARBÓREO DOMINADO POR *G. ULMIFOLIA.* IV-176
ILUSTRACIÓN IV-87 FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN QUE SE ENCUENTRAN A LO LARGO DE LA AVENIDA MANUEL MAPLES ARCE. . IV-178
ILUSTRACIÓN IV-88 *FICUS PERTUSA* IV-179
ILUSTRACIÓN IV-89 *RHIZOPHORA MANGLE,* AMENAZADA(A)..... IV-179
ILUSTRACIÓN IV-90 *LAGUNCULARIA RACEMOSA,* AMENAZADA(A) IV-180

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-91 *CONOCARPUS ERECTUS* AMENAZADA(A) IV-180
ILUSTRACIÓN IV-92 *AVICENNIA GERMINANS,* AMENAZADA(A) IV-181
ILUSTRACIÓN IV-93 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA. IV-188
ILUSTRACIÓN IV-94 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE AVIFAUNA. IV-189
ILUSTRACIÓN IV-95 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFAUNA. IV-190
ILUSTRACIÓN IV-96 BÚSQUEDA DE ANFIBIOS Y REPTILES IV-191
ILUSTRACIÓN IV-97 BÚSQUEDA DE COCODRILOS IV-192
ILUSTRACIÓN IV-98 MUESTREO DE AVES. IV-193
ILUSTRACIÓN IV-99 MÉTODOS PARA EL MUESTREO DE MAMÍFEROS. IV-194
ILUSTRACIÓN IV-100 TOTAL DE ESPECIES REGISTRADAS EN CAMPO VS ESPECIES POTENCIALES. IV-209
ILUSTRACIÓN IV-101 ESPECIES DE HERPETOFAUNA REGISTRADOS EN EL SAR. IV-210
ILUSTRACIÓN IV-102 ESPECIES DE AVIFAUNA REGISTRADAS EN EL SAR. IV-210
ILUSTRACIÓN IV-103 ESPECIES DE MASTOFAUNA REGISTRADAS EN EL SAR. IV-213
ILUSTRACIÓN IV-104 RIQUEZA ESPECÍFICA DE HERPETOFAUNA POR FAMILIA IV-214
ILUSTRACIÓN IV-105 RIQUEZA ESPECÍFICA DE AVIFAUNA POR FAMILIA IV-214
ILUSTRACIÓN IV-106 RIQUEZA ESPECÍFICA DE MASTOFAUNA POR FAMILIA IV-215
ILUSTRACIÓN IV-107 ABUNDANCIA POR ESPECIES (HERPETOFAUNA). IV-216
ILUSTRACIÓN IV-108 ABUNDANCIA POR ESPECIES (AVIFAUNA). IV-218
ILUSTRACIÓN IV-109 ABUNDANCIA POR ESPECIES (MASTOFAUNA). IV-219
ILUSTRACIÓN IV-110 RESIDENCIA DE AVES REGISTRADAS EN EL SAR IV-236
ILUSTRACIÓN IV-111 VISTA REMANENTES DE MANGLE EN ZONA URBANA. IV-238
ILUSTRACIÓN IV-112 VISTA DE ZONA CONSERVADA DE MANGLE. IV-238
ILUSTRACIÓN IV-113 DIFERENTES INDIVIDUOS DE DISTINTAS EDADES OBSERVADOS EN LOS MANGLARES DE TEXPA. IV-239
ILUSTRACIÓN IV-114 IMPORTANCIA DE LA PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON IV-244
ILUSTRACIÓN IV-115 FOTOGRAFÍAS DE SP FITOPLANCTON SITIOS DE MUESTREO IV-247
ILUSTRACIÓN IV-116 IMPORTANCIA DE LA PRESENCIA DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON IV-253
ILUSTRACIÓN IV-117 FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON IV-257
ILUSTRACIÓN IV-118 IMPORTANCIA DE LA PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON IV-266
ILUSTRACIÓN IV-119 FOTOGRAFIAS DE ESPECIES DE BENTOS IV-269
ILUSTRACIÓN IV-120 FOTOGRAFÍAS DE TAXAS IDENTIFICADOS EN EL FITOPLANCTON IV-276
ILUSTRACIÓN IV-121FOTOGRAFÍAS DE TAXAS IDENTIFICADOS EN EL ZOOPLANCTON IV-278
ILUSTRACIÓN IV-122 FOTOGRAFÍAS DE TAXAS IDENTIFICADOS EN ECOSISTEMA DE BENTOS IV-280
ILUSTRACIÓN IV-123 PIRÁMIDE POBLACIONAL DEL MUNICIPIO DE TUXPAN, VERACRUZ. IV-296
ILUSTRACIÓN IV-124 MODELO DE ESTUDIO DEL PAISAJE ADOPTADO EN ESTA MIA REGIONAL TOMADO DE MONTOYA ET. AL. 2003 IV-306
ILUSTRACIÓN IV-125 MAPA DE VISIBILIDAD EN DISTINTAS ZONAS DEL SAR IV-308
ILUSTRACIÓN IV-126 RECORRIDOS DEL PAISAJE DEN EL PROYECTO IV-313
ILUSTRACIÓN IV-127 MAPAS DE ESTABILIDAD CLIMÁTICA IV-349

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

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

Presentación

Para el desarrollo del Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), se tomó en cuenta lo señalado en el oficio SRA/DGIRA/DG-00063-25, de fecha 8 de enero de 2025. En dicho documento, la Dirección General de Impacto Ambiental (DGIRA), en su TÉRMINO SEGUNDO, resolvió negar la autorización del proyecto **"Dragado de construcción, mantenimiento y/o profundización del canal interior, exterior, dársena de ciaboga y dársena de maniobras en muelles en el Puerto de Tuxpan, Veracruz, México"**, presentado el 28 de febrero de 2024. Asimismo, conminó a la ASIPONA Tuxpan de la siguiente manera (sic):

> "...*que en caso de que ingrese nuevamente el proyecto al PEIA, deberá considerar la información solicitada por esta DGIRA en el oficio número SRA/DGIRA/DG-01858-24, de fecha 9 de mayo de 2024*".

En dicho sentido, y dando cumplimiento a lo requerido por la DGIRA, se ha considerado como punto de partida dicha observación para la caracterización y diagnóstico ambiental regional.

Conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, este capítulo presenta información sobre las condiciones ambientales y sociales actuales del **Sistema Ambiental Regional (SAR)**, el cual abarca una superficie de 86,721.35 ha, así como del **Área de Influencia del Proyecto (AIP)**, con una extensión de 3,269.68 ha.

Se incluye la caracterización de los componentes ambientales abióticos y bióticos, basada en consultas a fuentes oficiales, observaciones directas y estudios especializados. Entre estos últimos se encuentran análisis de corrientes hidrológicas y modelaciones, evaluaciones de calidad del agua y sedimentos, así como estudios sobre la composición biológica del canal de Tuxpan y de los sitios propuestos como zonas de disposición de materiales de dragado.

Con base en esta caracterización por componente, se elabora un diagnóstico que identifica problemáticas y tendencias ambientales en las distintas unidades, sustentado en información recabada mediante observaciones de campo y estudios específicos desarrollados para esta MIA-R.

Uno de los aspectos clave en la integración del Capítulo IV fue la delimitación precisa del SAR y del AIP. Para ello, se atendieron las observaciones incluidas en el oficio SRA/DGIRA/DG-01858-24, de fecha 9 de mayo de 2024, en el cual se indicó lo siguiente (sic):

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



"*Presentar una nueva delimitación del SAR, ya que el incluido en la MIA-R consta de una superficie total de 184,341.1091 ha, de las cuales 182,562.0099 ha inciden en la zona costera-marina y 1,785.92 ha en la zona terrestre continental. En este sentido, esta unidad identificó que, del total de la superficie del SAR, el sitio del proyecto representa apenas el 0.0519%. Ahora bien, es importante puntualizar que la mayor parte de las obras y actividades del proyecto tendrán lugar en el río Tuxpan y, de acuerdo con las superficies antes referidas, el SAR deberá definirse en función de la ubicación de todas las actividades que implica el desarrollo del proyecto, así como de la amplitud de los componentes ambientales con los que tendrá alguna interacción, ya sea directa o indirecta, por su aprovechamiento o porque en ellos se reflejarán los impactos ambientales que ocasionará*".

A continuación, se describe la metodología empleada para la definición del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área de Influencia del Proyecto (AIP) correspondiente a esta MIA-R.

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

La unidad territorial, según Fuentes Junco (2010), representa una **unidad de terreno** o *land unit*, la cual puede referirse a una geoforma o a una asociación de geoformas homogéneas. Estas unidades comprenden rasgos relativamente complejos asociados a características particulares del terreno o a patrones de componentes del paisaje. El autor señala que:

"*Una unidad de terreno refleja características externas e internas distintivas de aquellas geoformas que las rodean (con las cuales existe relación genética dentro del mismo sistema de terreno), que se fundamentan en el estudio del relieve, la litología y la génesis que son los principales criterios de clasificación*".

Para definir el SAR fueron consideradas las particularidades del proyecto que comprende dos tipos de actividades, las que corresponden a los dragados de las secciones del Canal de Tuxpan y sus frentes de muelles, así como el desarrollo del Muelle Tres junto con su Dársena Operación en la zona fluvial del Rio Tuxpan y los dos sitios de tiros o vertimientos en la zona marina frente a las costas del Puerto de Tuxpan.

Para la definición del **Sistema Ambiental Regional (SAR)** se tomaron en cuenta las particularidades del proyecto, el cual comprende dos tipos principales de actividades:

- **Dragado** en distintas secciones del Canal de Tuxpan, incluyendo sus frentes de muelle.
- **Construcción del Muelle Tres** y su dársena de operación en la zona fluvial del río Tuxpan,
- La **disposición del producto del dragado** en **dos sitios de tiro** localizados a 6.5 millas náuticas al sureste de la zona marina frente a las costas del puerto.



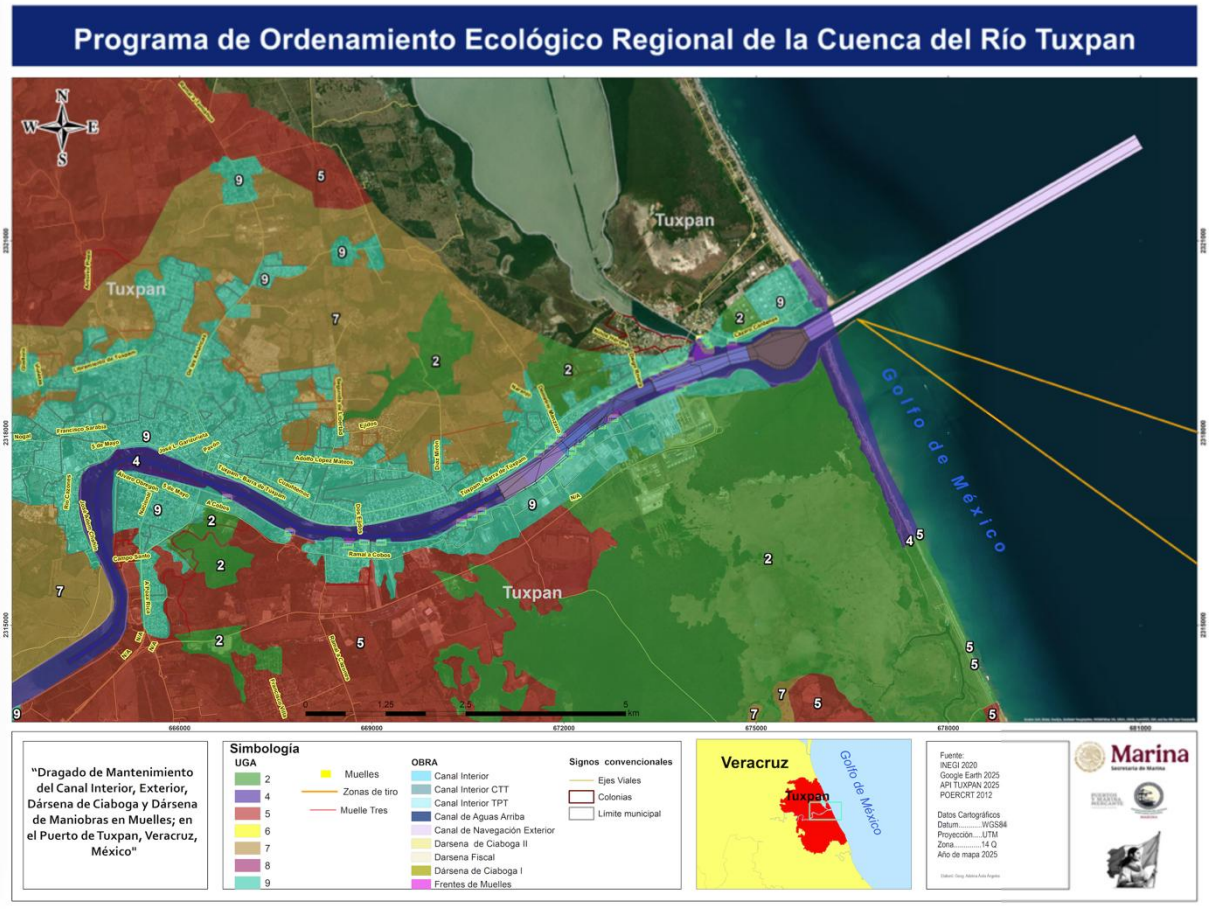
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Para determinar la porción del SAR correspondiente a la zona fluvial, se revisaron los aspectos jurídicos que de manera oficial determinan los espacios según su vocación y condición, así se procedió a analizar el modelo de ordenamiento del territorio aplicables, que corresponde al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Rio Tuxpán (POER-CRT), identificándose que la unidades que se relacionan con el proyecto son las Unidades de Gestión (UGA), con claves UGA 4, UGA 5 y UGA 9 que en conjunto abarcan 3,619.0380 ha como se muestran en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Mapa IV-1.

CUADRO IV-1 UGAS QUE CORRESPONDEN AL PROYECTO

UGAS	Usos y Políticas	Superficie (ha)
2	Protección, Espacio Natural	203.527
4	Conservación, Flora y Fauna	824.359
9	Aprovechamiento, Asentamientos Humanos	2591.152
	Total	**3,619.038**

MAPA IV-1 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO.

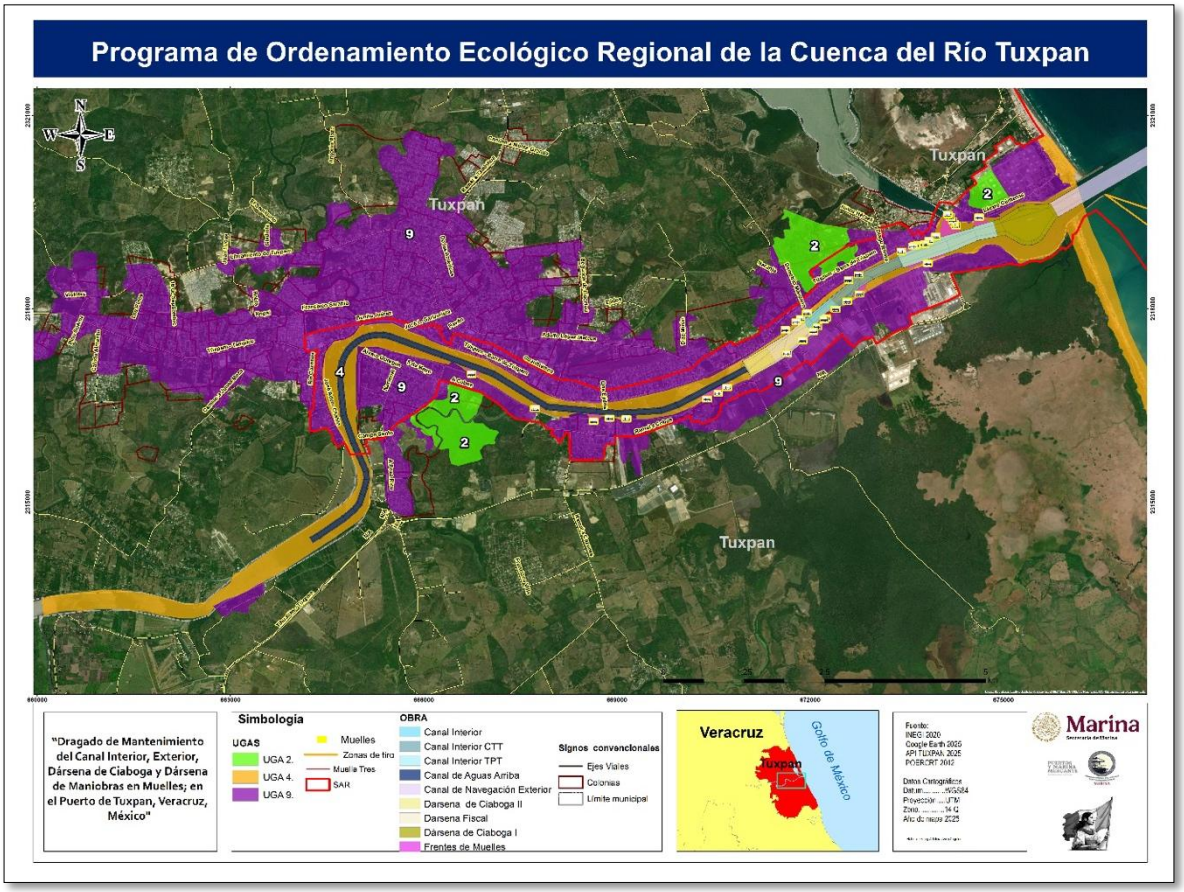


Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) identificadas fueron fusionadas para efectos de análisis (véase Mapa IV-1). No obstante, debido a que la superficie resultante excede significativamente el área de influencia directa del proyecto, se procedió a delimitar esta zona utilizando **barreras artificiales**, principalmente vialidades de la ciudad de Tuxpan (ver Mapa IV-2), conforme a los siguientes limites:

- **Lado sur:** Se parte desde la carretera Adolfo López Mateos (A. Cobos), conectando con la calle Miguel Hidalgo, continuando por la calle Josefa Ortiz de Domínguez, hasta reincorporarse a la carretera A. Cobos y, posteriormente, a la carretera hacia Poza Rica.
- **Lado sureste:** El límite se establece a través de la calle Campo Santo.
- **Lado oeste:** Se delimita mediante la calle Río Cazones, conectando con la carretera Tuxpan–Tampico, y finaliza en la calle Rafael Moreno.
- **Lado noreste:** La delimitación sigue un recorrido más complejo, comenzando en la calle 5 de mayo (Benito Juárez), para continuar por las calles Morelos, Garizurieta, Mutualismo, Genaro Rodríguez, General Prim, Valle Vicente Guerrero, Álvaro Obregón y Avenida Cuauhtémoc, hasta llegar a la Barra de Tuxpan. Desde ahí, continúa por las calles Bugambilias, Francisco Villa, Manuel Ávila Camacho, Cangrejo, finalizando nuevamente en la Barra de Tuxpan.

MAPA IV-2 SOBREPOSICIÓN DE LAS UGAS CON EL PROYECTO PARA DELIMITAR EL SAR



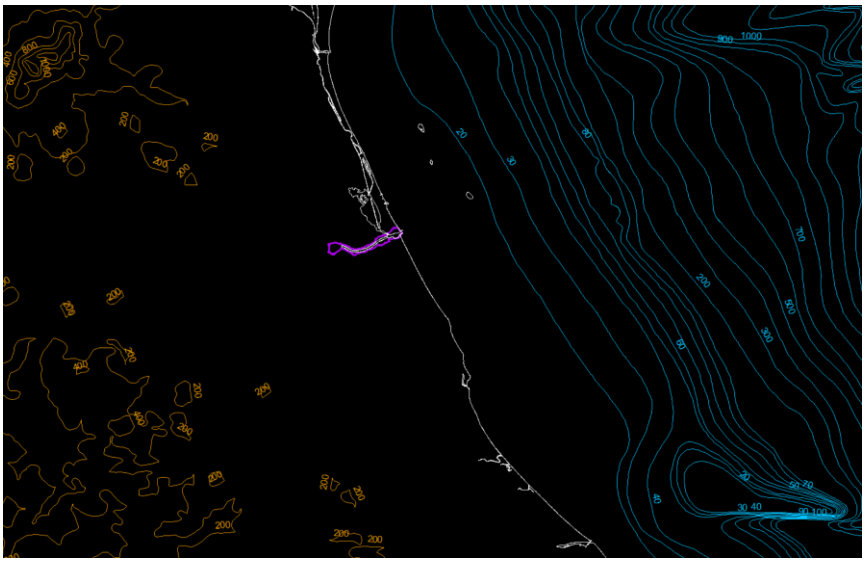
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Para delimitar la segunda porción del SAR en la zona marina, se analizaron diversos elementos físicos, tales como las curvas de nivel, la línea de costa y la batimetría, esta última considerada un rasgo fisiográfico clave, ya que influye directamente en la dinámica de las corrientes marinas.

Con este propósito, se procesó un conjunto de datos vectoriales provenientes de la Carta Batimétrica Internacional del Mar Caribe y Golfo de México, elaborada por el INEGI en el año 2000, a escala 1:1,000,000 (véase Ilustración IV-1).

Adicionalmente, se integraron los datos de batimetría y los resultados de los modelados de dispersión de partículas presentados en la MIA-R ingresada en febrero de 2024. Las superficies obtenidas de dichos modelos —correspondientes a distintos escenarios mensuales de dispersión— fueron sobrepuestas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), como se muestra a continuación.

ILUSTRACIÓN IV-1 CURVAS DE NIVEL DE LA TOPOGRAFÍA DE LA REGIÓN DEL PROYECTO

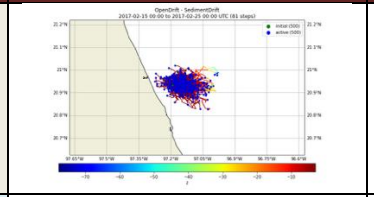
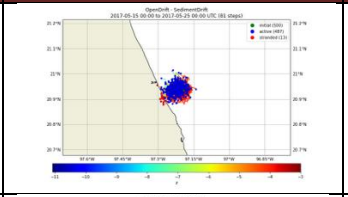
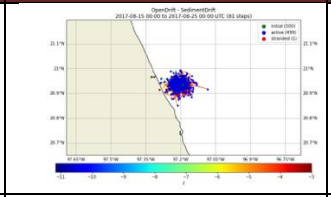
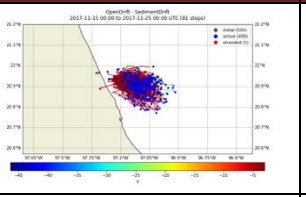
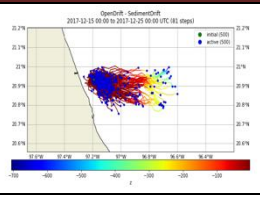
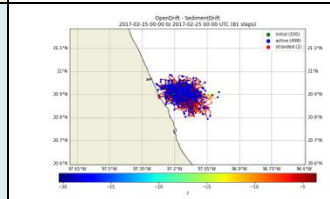
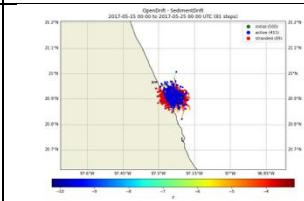
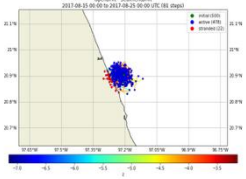
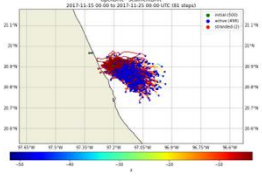
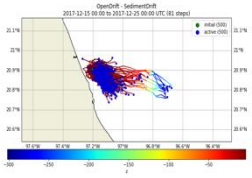
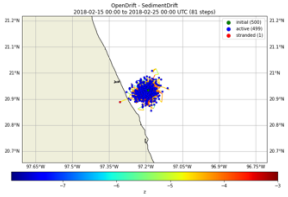
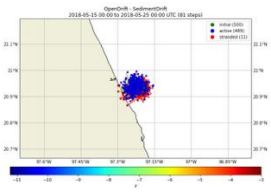
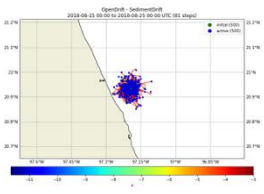
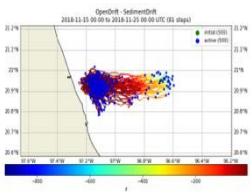
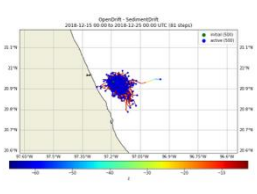
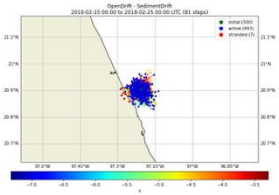
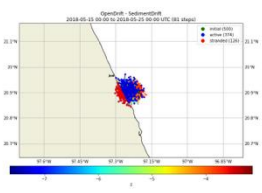
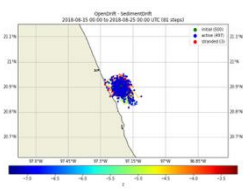
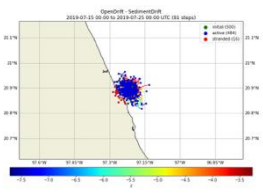
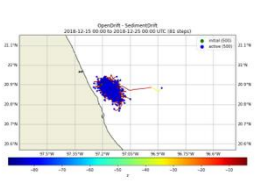


Con base en la sobreposición de los modelos de dispersión realizados en el año 2023 para cada mes, correspondientes al periodo de 2017 a 2022 (véase Ilustración IV-2), se determinó un **área envolvente** que representa la **zona promedio de dispersión de sedimentos**. Esta zona fue estimada considerando que los materiales se vierten en los **Sitios de Tiro 1 y 2**, y que la dispersión sigue un patrón **en forma de curva gaussiana**, lo cual permite identificar la región con **mayor densidad de partículas en suspensión**.

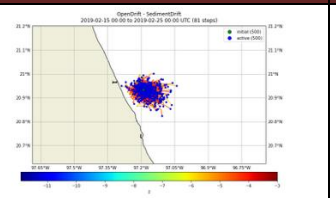
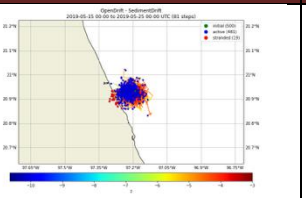
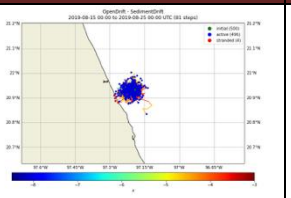
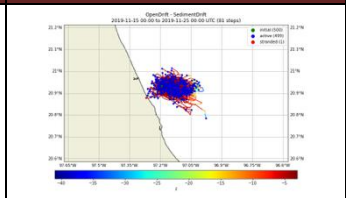
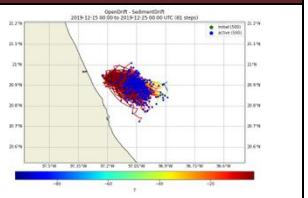
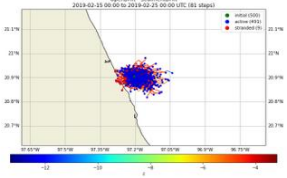
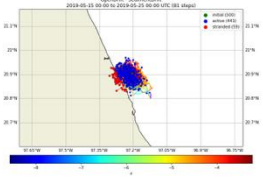
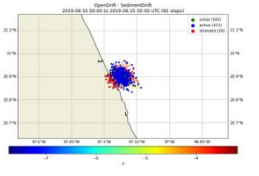
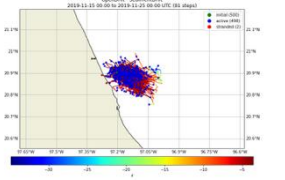
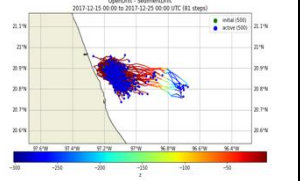
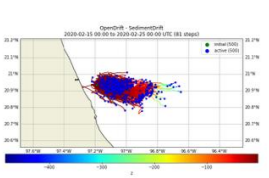
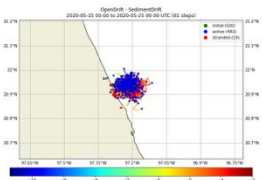
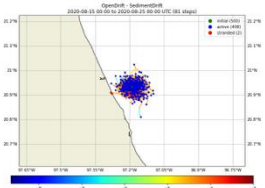
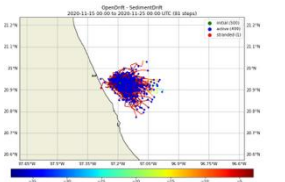
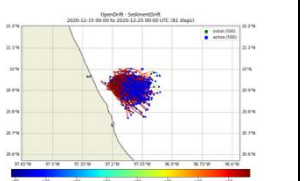
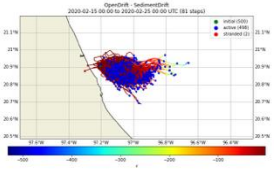
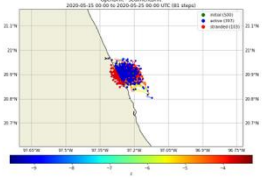
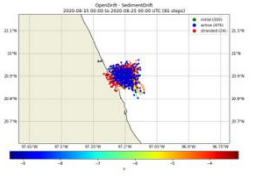
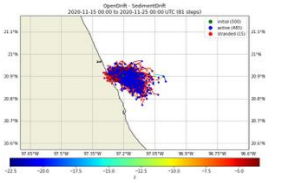
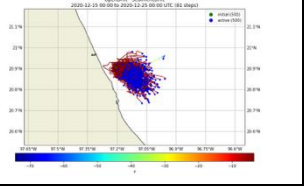
En el **Mapa IV-3** se presenta el área marina de **interacción directa e indirecta** potencialmente alcanzada por la pluma de sedimentos, resultado del vertimiento en dichos sitios. Con la unión de las dos áreas tanto fluvial como marina, se determinó un área que de manera natural puede representar la zona con la que interactuarán los efectos del vertimiento de los sedimentos, como se muestra en el Mapa IV-4.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

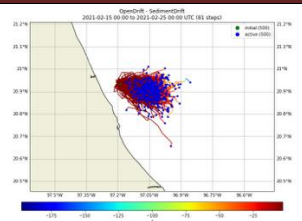
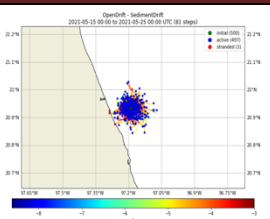
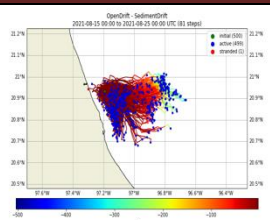
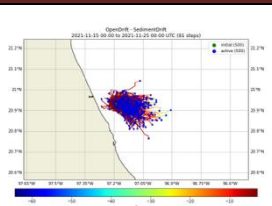
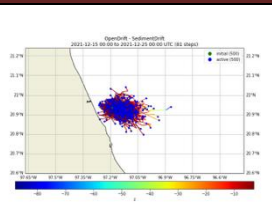
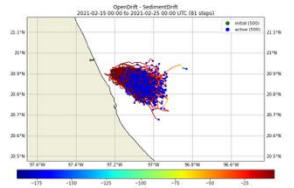
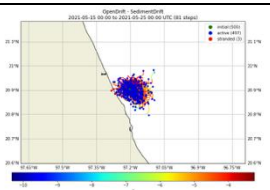
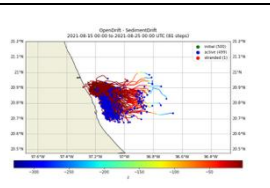
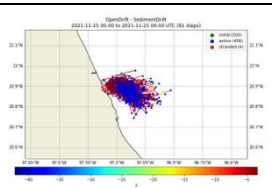
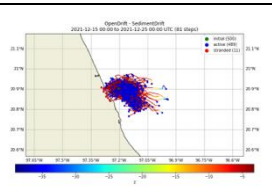
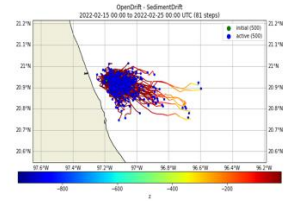
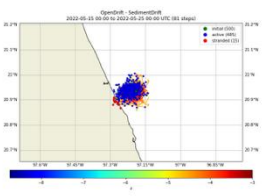
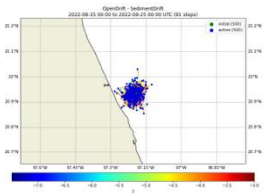
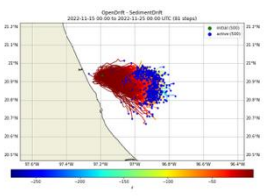
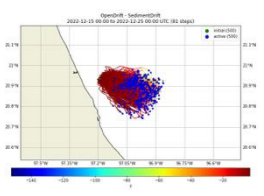
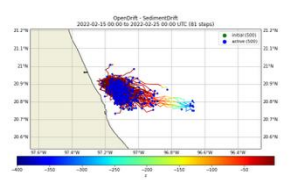
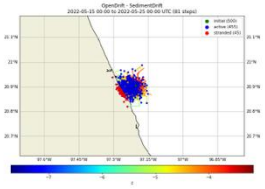
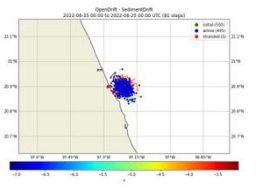
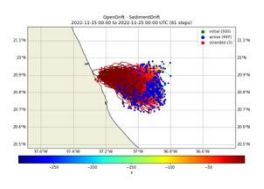
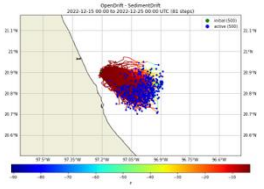
ILUSTRACIÓN IV-2 ÁREA DISPERSIÓN DE SEDIMENTOS EN LOS MESES QUE HAN OCURRIDO LOS DRAGADOS

Año/ mes	Febrero	Mayo	Agosto	Noviembre	Diciembre
2017 Sitio 1					
2017 Sitio 2					
2018 Sitio 1					
2018 Sitio 2					

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Año/ mes	Febrero	Mayo	Agosto	Noviembre	Diciembre
2019 Sitio 1					
2019 Sitio 2					
2020 Sitio 1					
2020 Sitio 2					

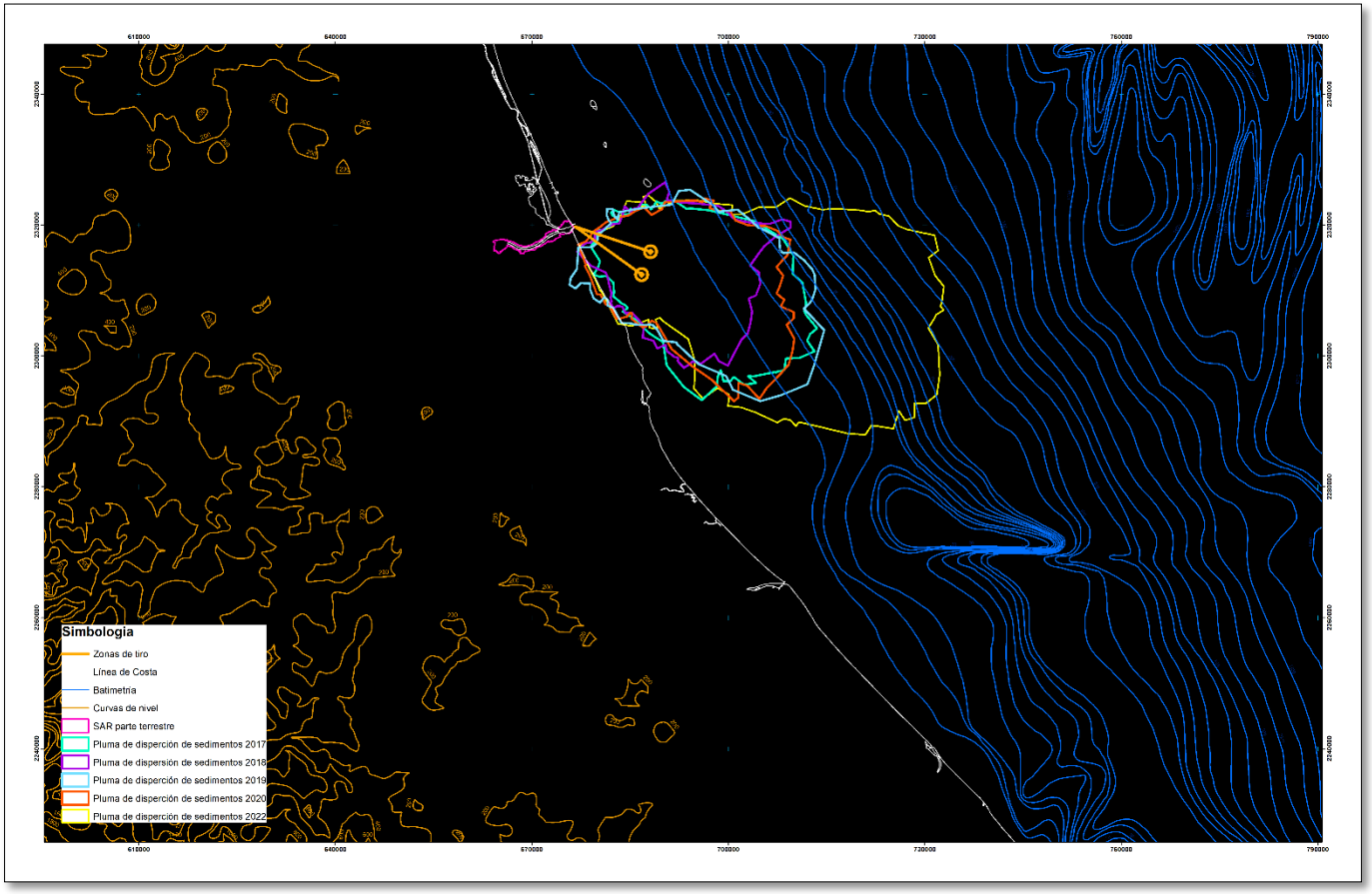
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Año/ mes	Febrero	Mayo	Agosto	Noviembre	Diciembre
2021 Sitio 1					
2021 Sitio 2					
2022 Sitio 1					
2022 Sitio 2					

Nota: En el año 2021 fue un año donde impacto el Huracán Grace

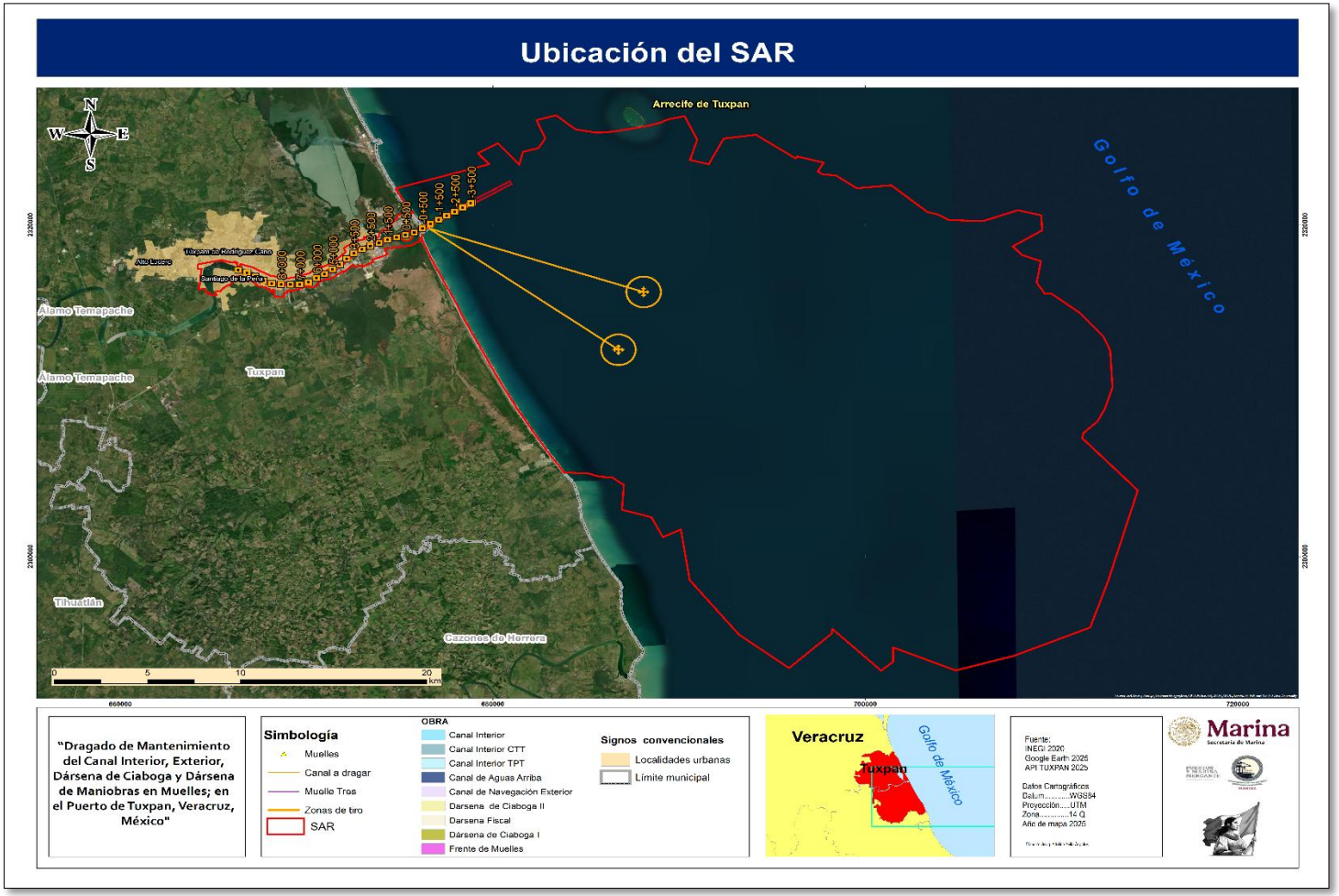
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-3 MAPA DE SOBREPOSICIÓN DE LAS PLUMA DE DISPERSIÓN DE SEDIMENTOS



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-4 UBICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.2 Delimitación del Área de Influencia del Proyecto

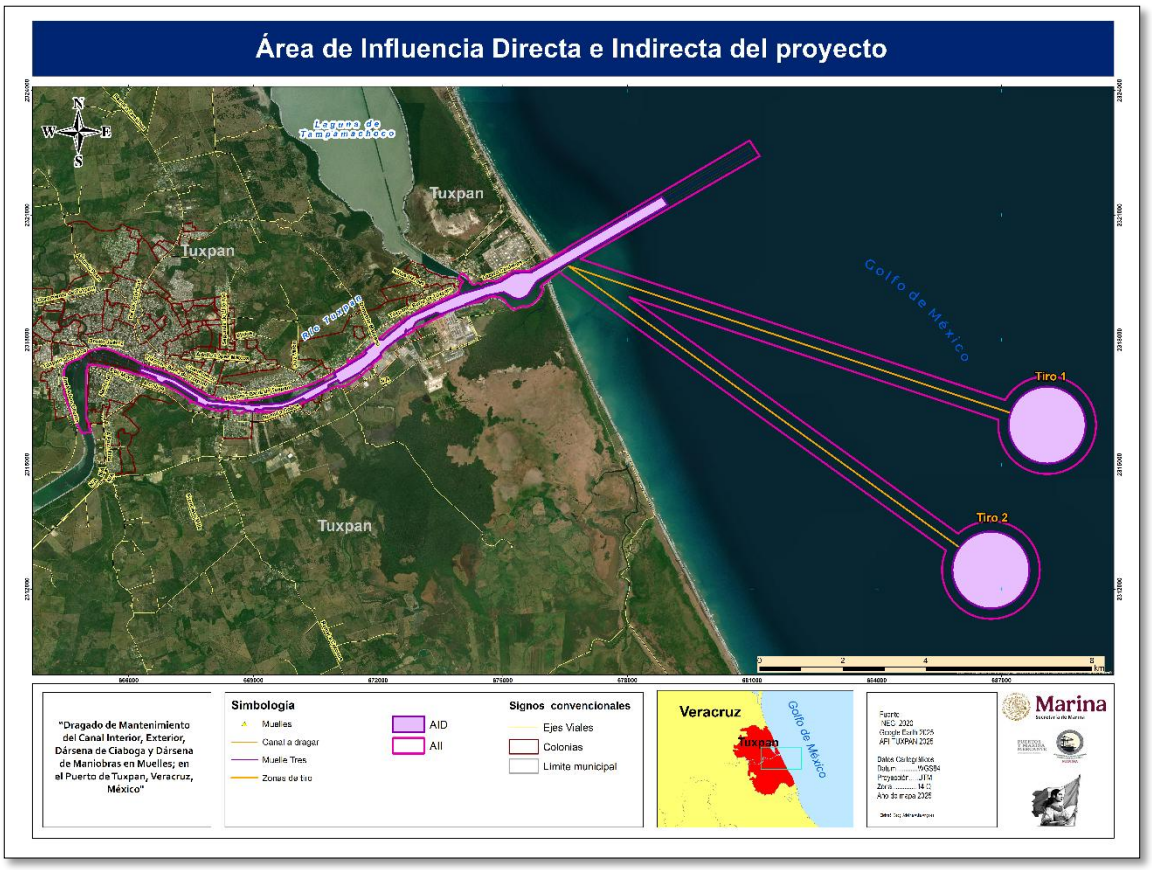
Para la delimitación del **Área de Influencia del Proyecto (AIP)**, se consideraron todas las zonas que integran el **Canal Exterior** y el **Canal Interior**, así como un *buffer* (zona de amortiguamiento) alrededor de las posibles rutas de navegación de las embarcaciones de dragado y de las dos zonas de disposición (sitios de tiro). La superficie total del AIP alcanza **3,269.68 hectáreas**.

Dentro del AIP, se definió el **Área de Influencia Directa (AID)**, con una superficie de **838.45 hectáreas**, correspondiente a la zona donde se llevarán a cabo directamente las actividades del proyecto.

Asimismo, se delimitó el **Área de Influencia Indirecta (AII)**, la cual abarca los márgenes del río Tuxpan y comprende un *buffer* de **170 metros** alrededor del Canal Exterior. Además, se incluyó la superficie de las zonas de disposición, a las cuales se les aplicó un *buffer* adicional de **500 metros**. En conjunto, estas áreas suman **2,431.23 hectáreas**.

Es importante señalar que la totalidad de esta superficie corresponde a zona **acuática**, ya que **no se contempla la ejecución de obras en áreas terrestres**.

Mapa IV-5 Áreas de Influencia Directa e Indirecta del proyecto



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El SAR abarca una superficie total de 86,721.35 hectáreas. En 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.

También se integran a esta zona Barra Norte, el tramo fluvial y la zona federal del río Tuxpan, así como una pequeña porción de manglares y humedales localizados en el municipio. En conjunto, esta área fluvial-continental representa una superficie de 1,478.90 hectáreas, lo que equivale al 1.70% del total del SAR.

Por otro lado, la zona marina cubre las áreas designadas para el vertimiento de sedimentos, así como la zona de dispersión de dichos materiales, abarcando una superficie de 85,242.44 hectáreas, equivalente al 98.29% del SAR.

A continuación, se describen las características del SAR desde una perspectiva sincrónica y diacrónica, con el objetivo de establecer un escenario de línea base que permita comprender las condiciones ambientales previas al desarrollo del proyecto. Esta caracterización servirá como base para el diagnóstico ambiental y para la elaboración de pronósticos de posibles escenarios futuros.

IV.3.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.3.1.1 EL CLIMA Y SUS ELEMENTOS

Los tipos de clima en el estado de Veracruz varían desde un clima **cálido húmedo** en el sur, hasta un clima **cálido semiseco** en el norte y centro del estado, incluyendo condiciones **templadas y frías** en las zonas montañosas.

Debido a la ubicación geográfica y la forma particular de la cuenca del Golfo de México (GM), donde se localiza el Sistema Ambiental Regional (SAR), predomina un clima **cálido húmedo**, con ciertas variaciones hacia el norte que generan un clima **templado subhúmedo** y **semiárido.** El clima es determinado por las corrientes atmosféricas planetarias, como la corriente en chorro proveniente del oeste y los vientos alisios (Jáuregui et al., 1975[1]).

[1] *Jauregui Ostos Ernesto y Soto Mota Consuelo, 1975* La vertiente del Golfo de México. Algunos aspectos fisiográficos y climáticos consultado en: https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/5331/199521P75.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

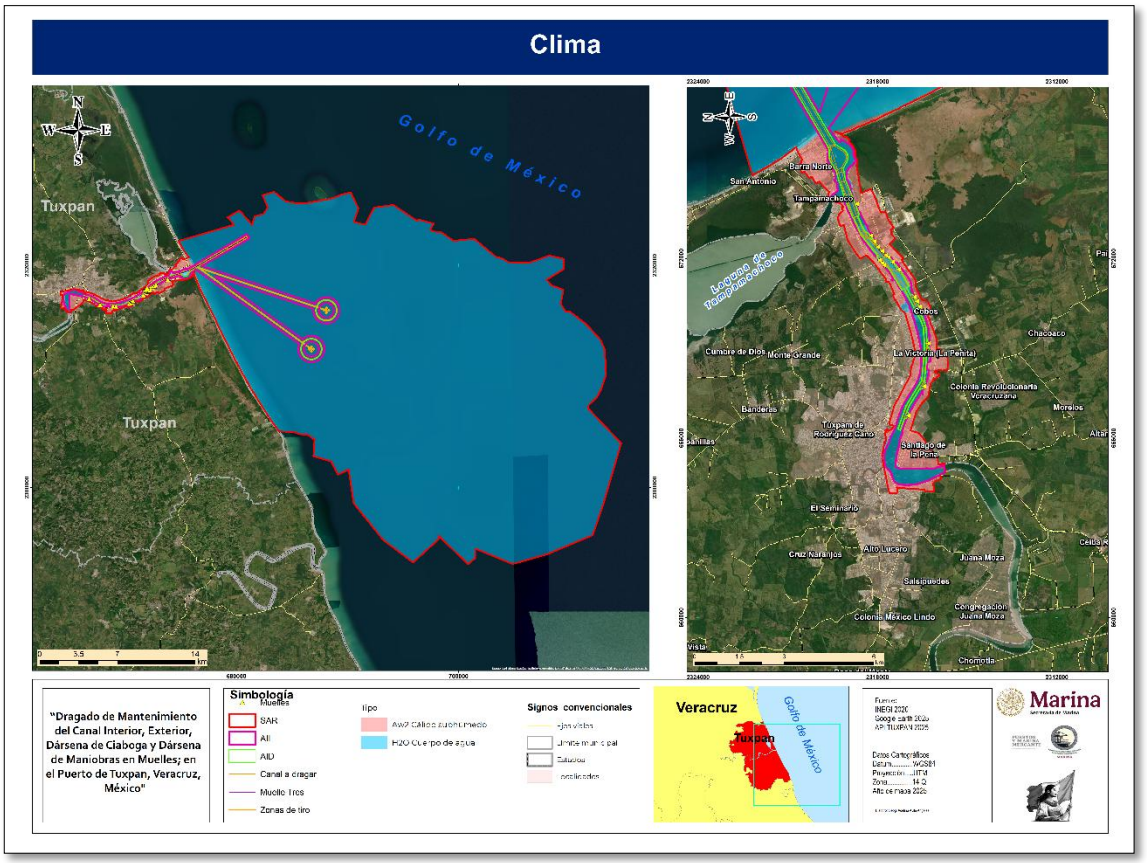
De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1964), y con base en información del INEGI y del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el clima del SAR se clasifica como Aw2(x'), que corresponde a un clima cálido subhúmedo con una temperatura anual promedio superior a 22 °C y una temperatura en el mes más frío mayor a 18 °C. La precipitación en el mes más seco oscila entre 0 y 60 mm, con lluvias concentradas en verano y un porcentaje de precipitación invernal superior al 10.2% del total anual.

El clima del SAR está determinado principalmente por la posición geográfica, la altitud del relieve y la combinación de la latitud con una humedad relativa superior al 90%, la cual es generada en gran medida por la influencia de los vientos y corrientes marinas del Golfo de México (véase Mapa IV-6).

CUADRO IV-2 CLIMA DENTRO DEL SAR

Nombre	Clave	Superficie de ocupación en el SAR (ha)	Porcentaje
Cálido subhúmedo	Aw2(x')	939.33	1.10
Agua	H2O	85,782.02	98.9
	Total	86,721.35	100

MAPA IV-6 CLIMAS EXISTENTES DENTRO DEL SAR



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

El SAR corresponde a un espacio marítimo-terrestre ubicado en la llanura o planicie costera norte del estado de Veracruz, aproximadamente a los 20° de latitud norte, dentro de una zona de clima tropical.

Según Ruiz Barradas et al. (2010), en esta región inciden dos tipos de masas de aire que se alternan estacionalmente: durante el invierno, el aire polar avanza desde el norte hacia el sur; mientras que en verano predomina el aire tropical cálido y húmedo proveniente del oriente. En esta latitud, confluyen ambos tipos de masas —tropicales y polares—, lo que da lugar a fenómenos meteorológicos característicos.

Durante la temporada invernal, se registran hasta 50 frentes fríos que suelen venir acompañados de lluvias y descensos en la temperatura. En verano, la región está expuesta a ciclones tropicales. Los valores de precipitación más altos se presentan entre mayo y noviembre, considerándose el verano como la temporada lluviosa para esta zona (Tejeda et al., 2016[2]).

Los parámetros climáticos del SAR se caracterizaron a partir de los registros obtenidos durante un período de 34 años, utilizando información de dos estaciones meteorológicas en operación.

La primera corresponde a la Estación Tuxpan (30038), ubicada en la latitud 20.9069° N, longitud-97.4386° O, a una altitud de 2 msnm. La segunda es la Estación Túxpam de Rodríguez Cano (30190), localizada en la latitud 20.960° N, longitud 97.419° O, a 5 msnm de altitud. Ambas estaciones se encuentran aproximadamente a400 metros al norte del SAR, dentro de la zona urbana de Tuxpan de Rodríguez Cano.

IV.3.1.2 PATRÓN DE TEMPERATURA TERRESTRE.

En la zona se distinguen tres épocas claramente marcadas que corresponden a la época de “Nortes” de octubre a marzo, época de secas de marzo a mayo (a veces cubre junio) y de Lluvias abarca de junio a octubre (Cuadro IV-3).

CUADRO IV-3 CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS EN EL SAR

Épocas	Períodos	Características
Nortes	octubre a marzo	• Vientos fuertes del norte • Bajadas de temperatura (aunque no extremas) • Lluvias ocasionales • Marejadas en la costa
Secas	marzo a mayo	• Altas temperaturas (pueden superar los 35 °C) • Humedad elevada • Escasa o nula precipitación • Alto riesgo de incendios forestales y estrés hídrico
Lluvias	junio a octubre	• Coincide con la temporada de ciclones tropicales en el Atlántico.

[2] *Tejeda Martínez Adalberto, Pérez Méndez Martha, y Méndez Pérez Irving, 2016, Un laboratorio natural del clima: La interacción costa-montaña en el centro del Golfo de México, Quehacer Científico, Publicación de la Universidad veracruzana, consultado en https://www.uv.mx/peccuv/general/un-laboratorio-natural-del-clima-la-interaccion-costa-montana-en-el-centro-del-golfo-de-mexico/.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Épocas	Períodos	Características
		• Características: • Lluvias frecuentes, principalmente por las tardes o noches • Posibles tormentas eléctricas • Alta humedad • Crecida de ríos y riesgo de inundaciones en algunas zonas

Las temperaturas normales para el SAR se presentan en el Cuadro IV-4. Con base en los registros de ambas estaciones meteorológicas, la temperatura media anual es de 24.9 °C.

El mes más cálido es junio, registrando temperaturas máximas de31.2 °C en la estación Tuxpan y de 32.8 °C en la estación Tuxpan de Rodríguez Cano. Las temperaturas medias normales durante los meses cálidos oscilan entre 27.7 °C y 32.8 °C.

En cuanto a los meses más fríos, enero y febrero presentan los valores más bajos en ambas estaciones. En enero, las temperaturas mínimas normales se sitúan entre 15.0 °C y 15.4 °C, mientras que en febrero oscilan entre 16.0 °C y 16.2 °C

CUADRO IV-4 REGISTRO DE TEMPERATURAS NORMALES DE LAS ESTACIONES TUXPAN Y TUXPAN DE RODRÍGUEZ.

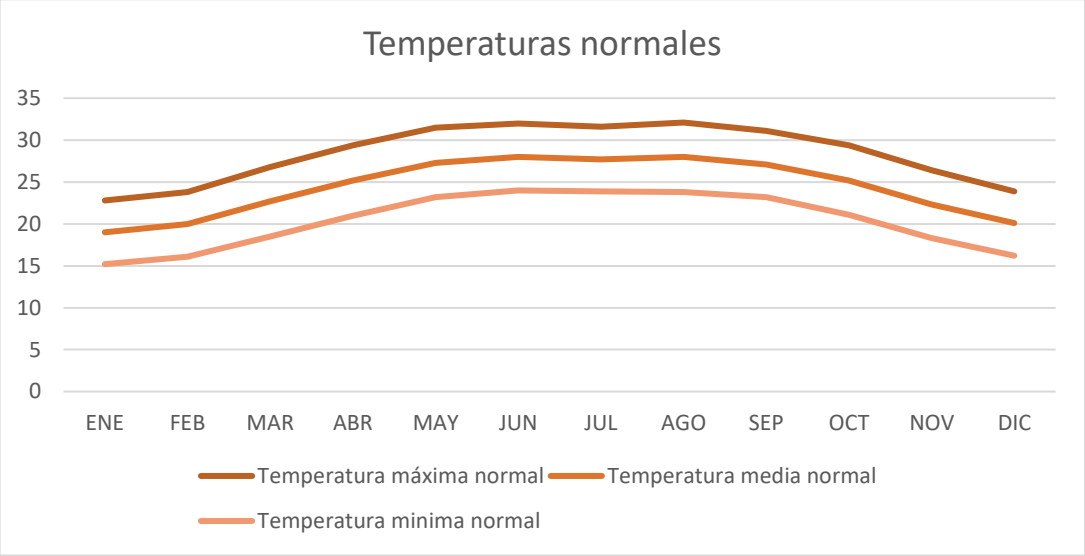
ESTACIÓN	ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
00030038 Tuxpan	Temperatura máxima normal	22.2	22.7	26.1	28.7	30.8	31.2	31	31.6	30.8	29.2	26.2	23.7	28
	Temperatura media normal	18.8	19.4	22.5	25	27.1	27.7	27.7	28	27.2	25.4	22.5	20.2	24.4
	Temperatura mínima normal	15.4	16	18.8	21.3	23.5	24.3	24.4	24.3	23.7	21.6	18.8	16.7	20.9
00030190 Tuxpam de Rodríguez	Temperatura máxima normal	23.5	25	27.5	30.1	32.3	32.8	32.2	32.6	31.4	29.7	26.7	24.2	28.9
	Temperatura media normal	19.3	20.6	22.9	25.4	27.6	28.3	27.8	28	27	25.2	22.3	20	24.5
	Temperatura mínima normal	15.1	16.2	18.2	20.7	23	23.7	23.5	23.4	22.7	20.7	17.9	15.8	20

En la **Ilustración IV-3** se presenta la **gráfica de las temperaturas promedio** registradas en las estaciones meteorológicas antes citadas. En ella se observa que las **temperaturas más altas** se alcanzan entre **junio y agosto**, con un promedio de **31.9 °C**, mientras que las **temperaturas más bajas** se registran en **enero**, con un promedio de **18.8 °C**.

La gráfica permite identificar que la **variación térmica anual no es abrupta**, lo que indica que la **temperatura se mantiene relativamente uniforme a lo largo del año**.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-3 GRÁFICA DE TEMPERATURAS MÁXIMAS, MEDIAS Y MÍNIMAS EN GRADOS CENTÍGRADOS DEL SAR



IV.3.1.2.1 La precipitación en el SAR terrestre

Se reconoce que las lluvias son abundantes en el verano y a principios del otoño, con menor intensidad de noviembre a mayo y su precipitación media anual es de 1,241 mm. La precipitación del mes más seco es entre 0 y 60 mm, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2 % del total anual (Cuadro IV-5 e Ilustración IV-4).

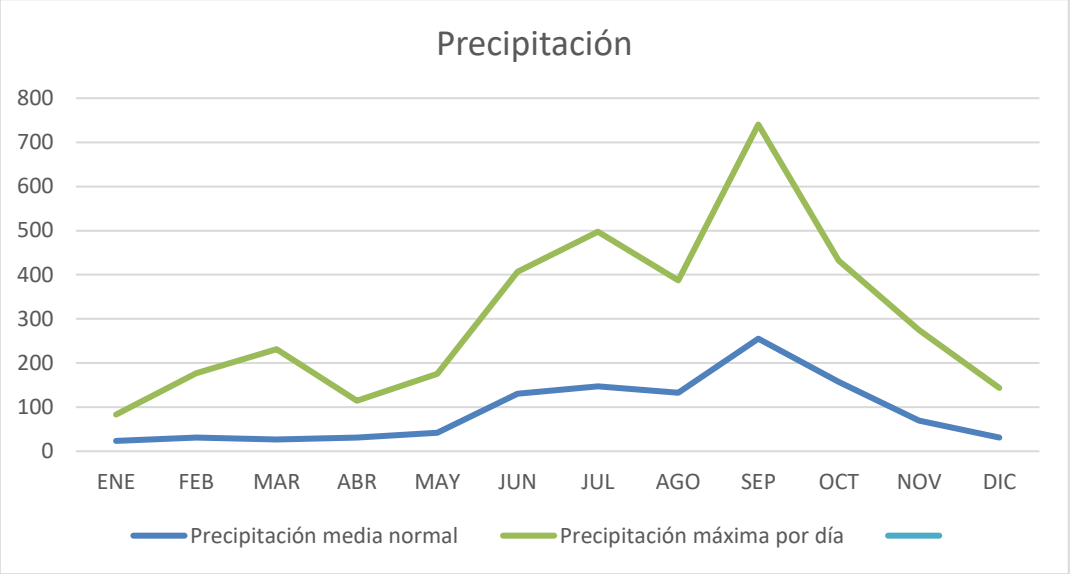
CUADRO IV-5 PRECIPITACIONES MEDIAS Y MÁXIMAS (MM) POR DÍA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS.

Estación	Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Tuxpan	Media	43.4	40.2	25.1	26.5	45.0	157.2	190.6	169.2	303.1	191.4	94.7	34.6	1,564.9
	Máx./día	76.4	148.5	54.3	66.6	92.0	237.5	424.6	349.5	602.7	360.0	184.4	94.5	
Túxpam de Rodríguez	Media	23.6	22.2	28.2	35.4	38.6	104.1	103.3	95.8	207.1	123.2	43.8	27.4	2,356.8
	Máx./día	89.9	204.6	408.0	162.0	258.7	576.4	570.0	425.4	878.1	505.0	365.1	192.0	

En la Ilustración IV-4 se representa gráficamente el patrón de comportamiento de la precipitación pluvial que representa al SAR de acuerdo con los datos de las dos estaciones climática del SAR, y se observa que el mes más lluvioso corresponde a septiembre mientras que el mes de marzo es el más seco.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-4 GRÁFICA DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA Y MÁXIMA EN LA ZONA DEL SAR.



En la

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

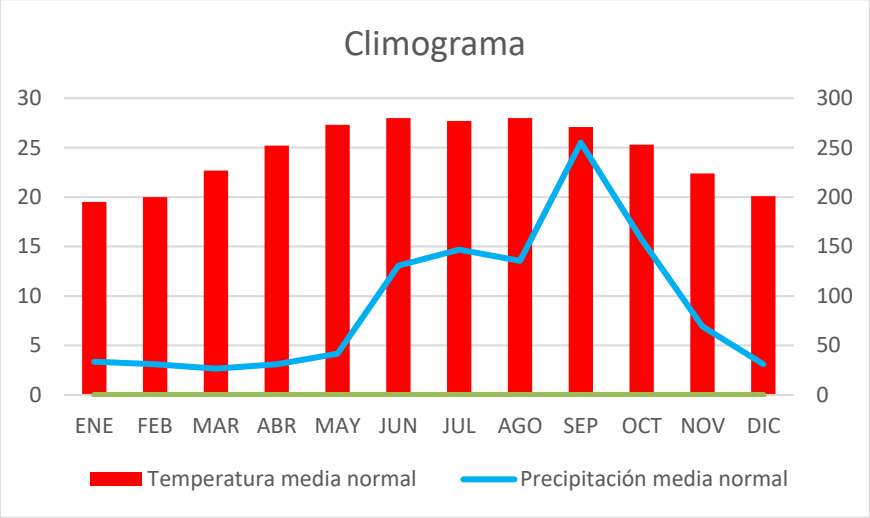
Ilustración IV-5 se muestra el climograma del SAR, que representa a los promedios de la suma de los datos de las estaciones de Tuxpan y Túxpam de Rodríguez cano -elaborado con los datos del Cuadro IV-6 que permiten saber cómo es el balance entre los días más lluviosos y los patrones de la temperatura de la región, mostrando que la mayor precipitación se presenta en el periodo de agosto a septiembre teniendo su pico más alto en septiembre, y los meses de mayor temperatura van de junio hasta agosto teniendo su mayor pico en julio, con mayores precipitaciones en el en verano y otoño. Acorde a ese climograma la época de mayor evapotranspiración corresponde a los meses de marzo a mayo y la mayor humedad se registra entre los meses de agosto a octubre.

CUADRO IV-6 PROMEDIO DE LAS PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL Y TEMPERATURA MEDIA NORMAL DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS TUXPAN Y TUXPAN DE RODRÍGUEZ CANO.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación media normal	33.5	31.2	26.6	30.9	41.7	130.6	146.9	135.5	255.1	157.3	69.2	31
Temperatura media normal	19.5	20	22.7	25.2	27.3	28	27.7	28	27.1	25.3	22.4	20.1

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-5 CLIMOGRAMA DEL SAR.



IV.3.1.2.2 Temperatura datos del mar

Conforme a la información meteorológica proporcionada por la Secretaria de Marina (SEMAR) para los años 2018 al 2024 (Cuadro IV-7), se sabe que en la zona marina la temperatura promedio alcanzo los 26.9 °C, con un máximo de 40.7°C registrado en agosto del 2023 y un mínimo de 11.3 °C en enero de 2019. Las temperaturas mínimas se registran en el mes de enero con valores que van de 11.3 °C en 2029 a 15.8 °C en 2023 mientras suelen presentarse entre los meses de mayo y agosto (Ilustración IV-6).

CUADRO IV-7 DATOS DE TEMPERATURAS DE 2018 A 2024

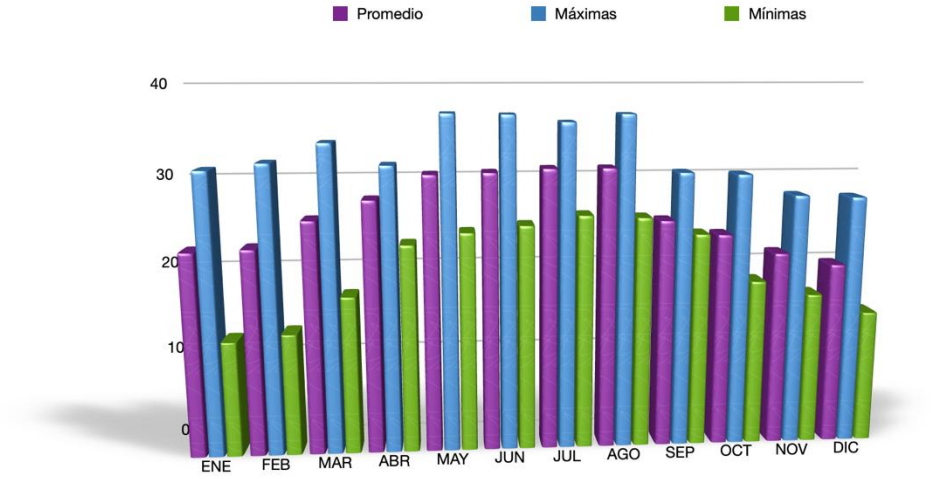
ELEMENTO	VALORES ANUALES											
2019												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MÁXIMA	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	35.0	34.1	29.9	30.1
PROMEDIO	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	28.5	26.2	22.2	20.7
MÍNIMA	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	22.4	13.1	10.3	12.9
2020												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MÁXIMA	27.9	28.7	30.6	31.5	34.6	34.8	34.3	33.8	34.8	33.7	29.8	28.4
PROMEDIO	20.8	20.9	24.4	27.0	27.7	28.0	28.9	28.2	27.0	25.8	24.1	19.4
MÍNIMA	11.3	12.9	17.5	18.8	21.7	21.4	24.4	22.8	17.6	16.9	17.1	12.5
2021												
ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MÁXIMA	28.9	29.2	33.8	31.7	34.4	33.9	32.8	33.7	33.3	33.0	31.1	33.8
PROMEDIO	20.6	19.8	23.1	23.2	27.8	27.5	28.1	28.4	27.9	26.8	23.1	24.8
MÍNIMA	13.3	8.3	15.2	15.4	21.6	21.8	23.2	23.3	21.9	18.2	15.8	17.2
2022												
ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MÁXIMA	31.9	31.7	33.0	34.8	37.6	37.7	37.6	37.6	37.8	37.8	35.7	36.7
PROMEDIO	21.5	22.0	24.8	29.7	31.9	31.3	32.5	33.1	31.0	29.1	26.5	24.8
MÍNIMA	11.9	12.0	16.6	21.5	26.4	26.3	27.2	27.4	25.0	19.0	18.2	10.2
2023												
ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MÁXIMA	34.6	33.9	35.8	22.9	37.7	39.6	37.6	40.7	39.2	39.5	34.9	33.4
PROMEDIO	25.8	25.2	28.3	29.7	31.8	33.8	33.2	33.0	33.8	30.8	26.2	25.2
MÍNIMA	15.8	16.6	16.5	36.6	22.8	28.0	27.4	27.1	28.7	18.5	17.9	18.1

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ELEMENTO	VALORES ANUALES											
AÑO	2024											
ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MÁXIMA	33.0	36.4	37.1	37.4	41.0	38.6	38.2	38.8	38.7	38.3	36.6	34.3
PROMEDIO	24.4	26.5	28.8	30.4	34.0	33.4	33.2	33.2	32.9	30.3	29.9	27.4
MÍNIMA	11.9	18.0	22.1	23.4	29.4	27.9	28.3	28.3	27.7	25.5	22.3	17.7

Notas: Datos proporcionados por la SEMAR, en el Anexo VIII se incluyen los datos en formato TXT
n.r. =No se registro

ILUSTRACIÓN IV-6 GRAFICO DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA EN EL SAR



	DATOS DE LA GRAFICA											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	Promedio											
2019	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	28.5/6	26.20	22.20	20.70
2020	20.80	20.90	24.40	27.00	27.70	28.00	28.90	28.20	27.00	25.80	24.10	19.40
2021	20.60	19.80	23.10	23.20	27.80	27.50	28.10	28.40	27.90	26.80	23.10	24.80
2022	21.50	22.00	24.80	29.70	31.90	31.30	32.50	33.10	31.00	29.10	26.50	24.80
2023	25.80	25.20	28.30	29.70	31.80	33.80	33.20	33.00	33.80	30.80	26.20	25.20
2024	24.40	26.50	28.80	30.40	34.00	33.40	33.20	33.20	32.90	30.30	29.90	27.40
	22.62	22.88	25.88	28.00	30.64	30.80	31.18	31.18	25.43	23.80	21.63	20.27
	Máximas											
2019	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	35	34.1	29.9	30.1
2020	27.9	28.7	30.6	31.5	34.6	34.8	34.3	33.8	34.8	33.7	29.8	28.4
2021	28.9	29.2	33.8	31.7	34.4	33.9	32.8	33.7	33.3	33	31.1	33.8
2022	31.9	31.7	33	34.8	37.6	37.7	37.6	37.6	37.8	37.8	35.7	36.7
2023	34.6	33.9	35.8	22.9	37.7	39.6	37.6	40.7	39.2	39.5	34.9	33.4
2024	33	36.4	37.1	37.4	41	38.6	38.2	38.8	38.7	38.3	36.6	34.3
	31.26	31.98	34.06	31.66	37.06	36.92	36.10	36.92	30.63	30.38	28.02	27.77
	Mínimas											
2019	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	22.4	13.1	10.3	12.9
2020	11.3	12.9	17.5	18.8	21.7	21.4	24.4	22.8	17.6	16.9	17.1	12.5
2021	13.3	8.3	15.2	15.4	21.6	21.8	23.2	23.3	21.9	18.2	15.8	17.2
2022	11.9	12	16.6	21.5	26.4	26.3	27.2	27.4	25	19	18.2	10.2
2023	15.8	16.6	16.5	36.6	22.8	28	27.4	27.1	28.7	18.5	17.9	18.1
2024	11.9	18	22.1	23.4	29.4	27.9	28.3	28.3	27.7	25.5	22.3	17.7
	12.84	13.56	17.58	23.14	24.38	25.08	26.10	25.78	23.88	18.53	16.93	14.77

Nota: Datos proporcionados por la SEMAR, en el Anexo VIII se incluyen los datos en formato TXT

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

En el Cuadro IV-8, se concentra de manera resumida los datos de precipitación pluvial registrados por la SEMAR durante los últimos cinco años. Que da cuenta que el año más lluvioso correspondió al 2024, la máxima precipitación se tuvo en el mes de octubre con 7,065.0 mm y la mínima en marzo con 8.6 mm al día.

CUADRO IV-8 RESUMEN DE LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL DE 2018 A 2024

AÑO	Meses											
PRECIPITACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2019									94.2	136.0	82.8	23.0
2020	51.0	16.0	24.6	80.2	209.6	173.6	1.6	154.4	270.2	82.4	193.4	9.4
2021	58.9	8.4	8.6	17.0	96.4	194.4	124.2	175.2	224.8	123.2	29.2	0.0
2022	25.0	24.0	10.6	33.8	19.4	518.4	104.4	1.8	24.4	69.4	30.0	44.2
2023	27.0	40.6	26.4	831.0	333.8	28.2	18.4	57.6	1,281.0	3,823.6	2,947.4	2,321.8
2024	2,419.6	1,928.4	3,382.8	4,458.0	3,873.6	693.8	784.4	1,734.6	132.4	7,065.0	8,322.6	6,607.8

Nota. Desconocemos si existe algún error en las lecturas de la SEMAR

IV.3.1.2.3 Viento.

Para la zona norte de Veracruz —donde se localiza el SAR— se reporta que el viento a lo largo de las estaciones climáticas del año, genera corrientes en el litoral que se distribuyen de Norte a Sur, las corrientes del viento para esta región son importantes ya que influyen en las corrientes marinas tanto de la plataforma y el talud continental de la región (Salas-Pérez et al., 2012).

En esta región predominan dos tipos de masas de aire que se alternan estacionalmente: la **masa tropical, predominante en verano**, y la **masa polar, con incursiones frecuentes durante el invierno**. Durante los periodos de transición entre ambos semestres, estas masas de aire se alternan, y en ocasiones no existe una situación atmosférica claramente definida.

Durante el **invierno, el aire polar avanza desde el norte hacia el sur**, mientras que en **verano predomina la llegada de aire tropical, cálido y húmedo, proveniente del oriente**. Este patrón refleja el efecto latitudinal que permite la presencia de ambos tipos de masas de aire. En la vertiente veracruzana del Golfo de México, **la masa polar puede estar presente desde octubre hasta mayo**, manifestándose en ocasiones como un frente frío o "norte", que corresponde a un desprendimiento de la masa polar por la parte norte del Golfo. Este fenómeno tiene un efecto limitado en la vertical, extendiéndose aproximadamente hasta los 700 milibares (alrededor de 3,500 metros de altitud) (Ruíz Barradas et al., 2010).

De acuerdo con los datos de viento del portalMeteoblue[3], en el SAR la velocidad promedio anual del viento es de 4.22 nudos (1 nudo = 1 milla náutica por hora = 1,852

[3] *https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-luis-r%c3%ado-colorado_m%c3%a9xico_3985604.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

m/h). Los valores mínimos se registran en enero, junio y julio, con velocidades de aproximadamente 3.1 nudos, mientras que el máximo se alcanza en octubre con 6.3 nudos. En cuanto a la dirección, los vientos predominantes soplan de nornoroeste durante los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre, mientras que de abril a junio la dirección dominante es del este-sureste. La presión barométrica promedio anual es de 1,016.7 milibares (mb).

CUADRO IV-9 INFORMACIÓN DE VIENTOS PARA EL SAR

Meses	Dirección del viento predominante	Velocidad predominante (Nudos)
Enero	NNE	3.1
Febrero	NNE	3.5
Marzo	E	4.4
Abril	ESE	4.1
Mayo	ESE	3.5
Junio	ESE	3.1
Julio	SSE	3.1
Agosto	SSE	5
Septiembre	NE	5.7
Octubre	SSE	6.3
Noviembre	NNE	54
Diciembre	NNE	3.5

Fuente: Meteoblue

IV.3.1.2.4 Brisa Marina

De acuerdo con la caracterización del comportamiento de la brisa marina en el Golfo de México (GM) realizada por Limón-Ramírez (2016), **los días con mayor número de eventos de brisa sobre las costas del GM ocurren principalmente en julio, con un 60% de los días presentando brisa marina**. Se señala que en esta zona la máxima frecuencia de la brisa de mar se presenta hacia finales del verano (septiembre), mientras que desaparece en junio y julio. En contraste, en las porciones norte y central del Golfo, la duración diaria de la brisa marina es de aproximadamente 10 horas, iniciando entre las 12 y 13 horas locales (HL).

Los autores mencionados también reportan que en el GM **la circulación del aire local presenta, durante la tarde y el inicio de la noche, un flujo predominante del oeste, acompañado de un incremento en la intensidad del viento**. Este flujo húmedo es forzado a ascender al chocar con las barreras montañosas, **lo que provoca un aumento en la precipitación en las laderas de la Sierra Madre Oriental (SMO), con valores entre 34 y 38 mm/hora en esas horas**.

En el SAR, según datos de la Secretaría de Marina (SEMAR), la ciudad de Tuxpan, Veracruz, presenta un régimen climático dominado por patrones de brisa marina. Sin embargo, la climatología registrada en los últimos seis años (2018–2024) también evidencia la presencia de eventos de “Nortes” y “Suradas”. Durante estos eventos, se registran las mayores velocidades de viento, superiores a 25 km/h, especialmente en situaciones asociadas a sistemas atmosféricos marinos. Estacionalmente, los meses de abril y mayo concentran los valores más altos de velocidad promedio de viento.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.3 Fenómenos Hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos se definen como agentes perturbadores originados por la acción de los elementos atmosféricos, tales como ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales y fluviales, tormentas de nieve, granizo, polvo, descargas eléctricas, heladas, sequías, ondas gélidas y tornados[4]..

IV.3.1.3.1 Ciclones tropicales, huracanes y nortes

De acuerdo con Jáuregui (1995), las tormentas tropicales que impactan el Golfo de México (GM) son perturbaciones que, debido a su corto recorrido, no logran desarrollarse plenamente; sin embargo, las lluvias asociadas a estos sistemas pueden ocasionar inundaciones considerables.

La mayor incidencia de tormentas tropicales en el GM ocurre de junio a noviembre, siendo septiembre el mes con mayor actividad. Asimismo, se señala que las tormentas más intensas son aquellas que alcanzan las costas veracruzanas, ya que tienen oportunidad de desarrollarse durante su recorrido sobre las aguas cálidas oceánicas.

El autor indica que Veracruz y Tabasco presentan una baja incidencia de ciclones tropicales en comparación con otros litorales del país, y propone la siguiente clasificación:

A. Poco desarrollados: sistemas que cruzan la Península de Yucatán, se debilitan y pueden o no intensificarse al aproximarse a las costas veracruzanas, donde impactan como ciclones o tormentas tropicales.
B. Tormentas tropicales del sur del GM: su corta trayectoria limita su pleno desarrollo, por lo que suelen impactar en etapas de disipación.
C. Ciclones del Atlántico Tropical y Mar Caribe: afectan ocasionalmente a Veracruz; al cruzar la Península de Yucatán pueden debilitarse parcialmente, dependiendo de la zona de ingreso. Un ejemplo es el huracán Diana (1990), que, tras cruzar la península, recobró fuerza y tocó tierra en Tuxpan.

Con base en los estudios de trayectoria de ciclones, se estima que existe una muy baja probabilidad (≈0%) de que un ciclón formado frente a Chetumal impacte directamente en el estado de Veracruz.

El SAR es susceptible a la incidencia de tormentas tropicales, cuya temporada en el GM inicia el 1 de junio y concluye el 30 de noviembre. Estos fenómenos generan vientos intensos, lluvias fuertes y marejadas (Mapa IV-7). Los principales efectos de las tormentas tropicales y ciclones son las precipitaciones intensas e inundaciones. En el municipio de Tuxpan, durante un periodo de 70 años, se han registrado aproximadamente 36 ciclones, de los cuales más del 60% corresponden a tormentas tropicales (Cuadro IV-10).

El SAR es susceptible a la incidencia de tormentas tropicales cuya temporada en el GM inicia el 01 de junio y termina el 30 de noviembre. Estos fenómenos provocan

[4] *http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/fenomenos_2016.pdf*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

vientos intensos, lluvias fuertes y marejadas (Mapa IV-7). Los principales efectos asociados a las tormentas tropicales y/o ciclones son precipitaciones constantes que producen inundaciones. Para el caso del municipio de Tuxpan, en un periodo de 70 años se han registrado alrededor de 36 ciclones y más del 60% corresponden a tormentas tropicales (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

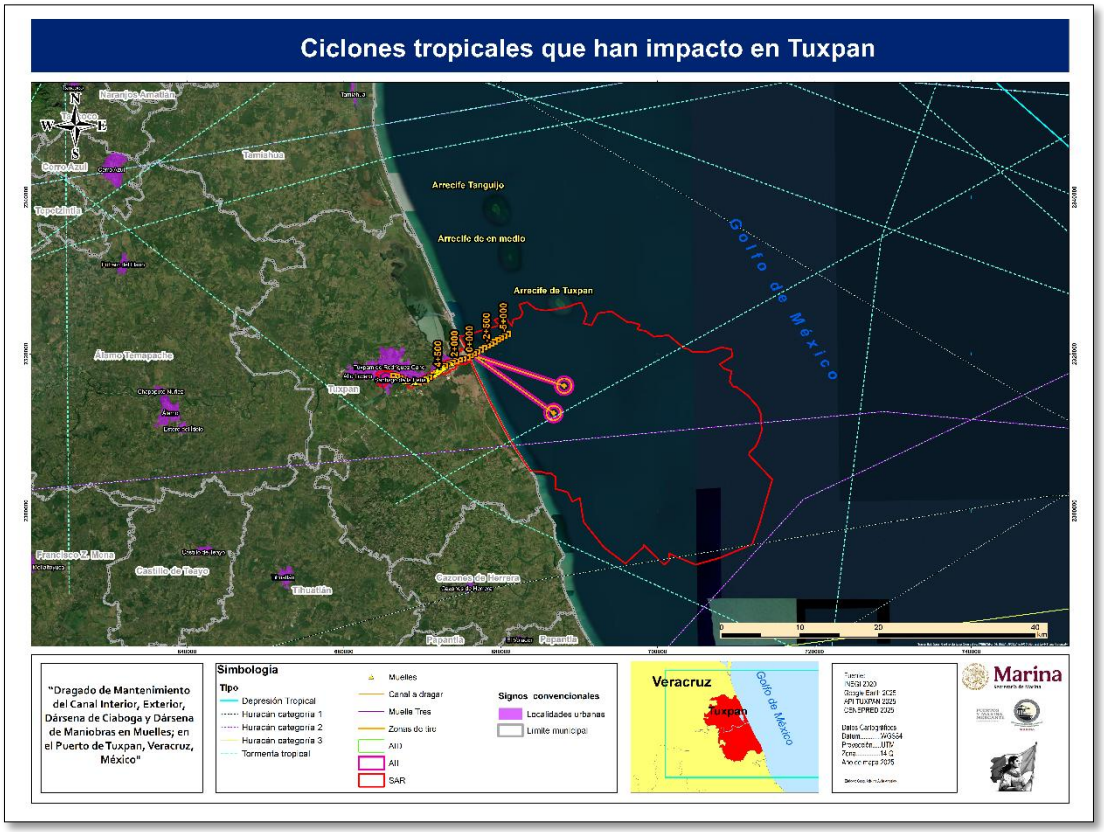
CUADRO IV-10 REGISTRO DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL MUNICIPIO DE TUXPAN (1961-2021).

N°	TIPO FENÓMENO	FECHA PUBLICACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	OBSERVACIONES
01	Depresión	27/07/1961	27/07/1961	31/07/1961	Depresión tropical
02	Huracán	01/10/1966	01/10/!966	04/10/!966	Huracán Fern
03	Tormenta tropical	05/08/1978	05/08/1978	08/08/1978	Tormenta tropical Bess
04	Depresión	11/06/1988	11/06/1988	17/06/1988	Depresión tropical
05	Huracán	31/08/1988	31/08/1988	08/09/1988	Huracán Debby
06	Huracán	04/08/1990	04/08/1990	09/08/1990	Huracán Diana
07	Huracán	14/09/1993	14/09/1993	21/09/1993	Huracán Gert
08	Depresión	29/08/1994	29/08/1994	31/08/1994	Depresión tropical
09	Depresión	05/08/1995	05/08/1995	07/08/1995	Depresión tropical
10	Huracán	19/08/1996	19/08/1996	24/08/1996	Huracán Dolly
11	Depresión	02/07/1999	02/07/1999	03/07/1999	Depresión tropical
12	Tormenta	28/06/2005	28/06/2005	03/07/2005	Tormenta tropical Bret
13	Tormenta	23/07/2005	23/07/2005	25/07/2005	Tormenta tropical Gert
14	Ciclón Tropical	08/07/11	28/06/11	30/06/11	Tormenta Tropical Arlene
15	Lluvias	15/07/11	28/06/11	02/07/11	Tormenta Tropical Arlene
16	Sequía	23/11/11	01/04/11	31/05/11	Desastre SAGARPA
17	Lluvias	21/08/12	09/08/12	10/08/12	Ernesto, Tormenta tropical
18	Lluvias	22/08/12	08/08/12	10/08/12	Ernesto, Tormenta tropical
19	Ciclón Tropical	28/06/13	19/06/13	22/06/13	Tormenta tropical Barry
20	Ciclón Tropical	03/07/13	19/06/13	22/06/13	Tormenta tropical Barry
21	Lluvias	04/09/13	25/08/13	27/08/13	Tormenta Tropical Fernando
22	Lluvias	30/11/15	12/10/15	15/10/15	Lluvia severa
23	Ciclón Tropical	15/09/17	08/09/17	11/09/17	Huracán Katia
24	Temperatura Extrema	03/08/18	23/07/18	26/07/18	Onda cálida
25	Lluvias	08/06/17	23/05/17	24/05/17	Declaratoria de emergencia por lluvia severa en Misantla; y por granizada severa en Tuxpan
26	Lluvias	21/10/16	08/10/16	09/10/16	Lluvia severa e inundación fluvial y pluvial
27	Fuertes Vientos	12/09/14	02/09/14	03/09/14	Vientos fuertes y lluvia severa
29	Lluvias	16/10/14	04/10/14	06/10/14	Lluvia severa
29	Lluvias	05/09/13	25/08/13	27/08/13	Lluvia severa por tormenta tropical Fernando
30	Lluvias	05/08/10	22/07/10	25/07/10	Lluvia severa provocada por las Ondas Tropicales No. 16 y No. 17

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

N°	TIPO FENÓMENO	FECHA PUBLICACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	OBSERVACIONES
31	Lluvias	05/08/10	22/07/10	25/07/10	Lluvia severa provocada por las Ondas Tropicales No. 16 y No. 17
32	Temperatura Extrema	07/06/18	28/05/18	28/05/18	Onda cálida
33	Lluvias	01/11/18	16/10/18	22/10/18	Lluvia severa e inundación
34	Lluvias	02/11/18	18/10/18	21/10/18	Lluvia severa, inundación pluvial y vientos fuertes
35	Ciclón Tropical	26/08/2021	20/08/2021	21/08/2021	Huracán Grace
36	Ciclón Tropical	09/09/2021	20/08/2021	24/08/2021	Huracán Grace. Lluvia severa e inundación pluvial y fluvial

MAPA IV-7 CICLONES TROPICALES HISTÓRICOS



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Pese a que el GM se localiza en latitudes tropicales es susceptible al ingreso de masas polares durante el **periodo comprendido de octubre a mayo, estas masas interaccionan con el aire cálido aire tropical generando frentes fríos, que propician los "Nortes"** que se caracterizan por vientos intensos de hasta 105 Km/h) y olas de hasta 18 pies de altura. Debido a la configuración del relieve adquieren una componente del oeste o del noroeste ocasionando fuertes suradas con disminución de la visibilidad por bruma, lluvias (Tejeda, et. al, 2016 Óp. Cit.).

IV.3.1.3.2 Tendencias climáticas

Acorde a un estudio reciente de las condiciones climáticas en la región GM (Tejeda, et. al. 2020) se ha identificado que el número de días con heladas en la Planicie Costera del GM ha disminuido desde el 1980 hacia el interior del país a diferencia de la zona montañosa —como es el caso de Perote— donde dichos eventos han mostrado un incremento. Esta tendencia refleja una **mayor variabilidad térmica**, evidenciada por un **incremento de temperatura promedio de aproximadamente 1 °C** y una **reducción en la frecuencia de frentes fríos**.

En cuanto a la precipitación pluvial, se reportan tendencias mixtas positivas y negativas) en el norte del GM, lo que dificulta establecer una dirección clara de cambio. **No obstante, para el municipio de Tuxpan, la tendencia es positiva, es decir, se observa un incremento promedio de 55.9 mm por década en la precipitación pluvial.**

IV.3.1.4 Fisiografía y Geomorfología

En su porción continental el SAR se encuentra enclavado en la Región Huasteca Baja que se compone de llanuras y lomeríos bajos, así como de la Llanura Costera del Golfo de México (Mapa IV-8).

El SAR está totalmente inmerso en la Llanura Costera del Golfo Norte[5], se caracteriza por extensas llanuras ligeramente interrumpidas y de baja elevación con intervalos altitudinales que varían de 250 msnm hasta descender a nivel del mar.

A diferencia de la Llanura Costera del Golfo Sur, **la llanura norte presenta una menor anchura y condiciones más secas, con ambientes menos húmedos que los observados en el sector sur del GM.**

El 99.07% del SAR abarca desde la línea de costa hasta una sección de la plataforma continental del Golfo de México (GM), frente al municipio de Tuxpan, alcanzando aproximadamente la cota de los 50 m bajo el nivel medio del mar (mbnm).Esta porción de la plataforma continental del GM se clasifica como una costa de mar marginal, caracterizada por ser una terraza casi continua que bordea los márgenes costeros y que se encuentra **geológica y fisiográficamente vinculada con la masa continental** (Cuadro IV-11).

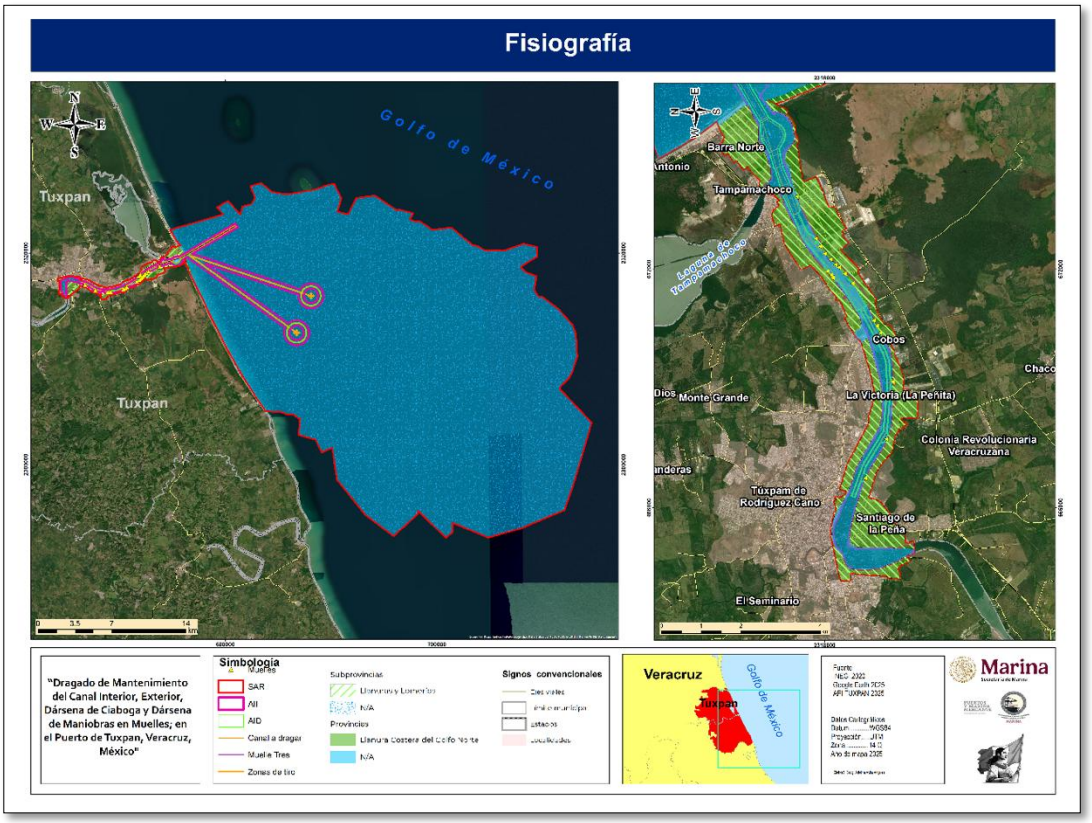
5 De acuerdo con el INECC (2007), se distribuye en parte de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Nuevo León.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-11 PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS DENTRO DEL SAR

Nombre	Tipo	Superficie de ocupación en el SAR (ha)	Porcentaje
Provincia Fisiográfica			
Cuerpo de agua perenne	N/A	85,782.07	98.917
Provincia	Llanura Costera del Golfo Norte	939.28	1.083
	TOTAL	86,721.35	100
Subprovincia Fisiográfica			
Cuerpo de agua perenne	N/A	85,782.07	98.917
Subprovincia	Llanuras y Lomeríos	939.28	1.083
	TOTAL	86,721.35	**100**

MAPA IV-8 PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS



IV.3.1.4.1 Relieve

IV.3.1.4.1.1 Relieve terrestre

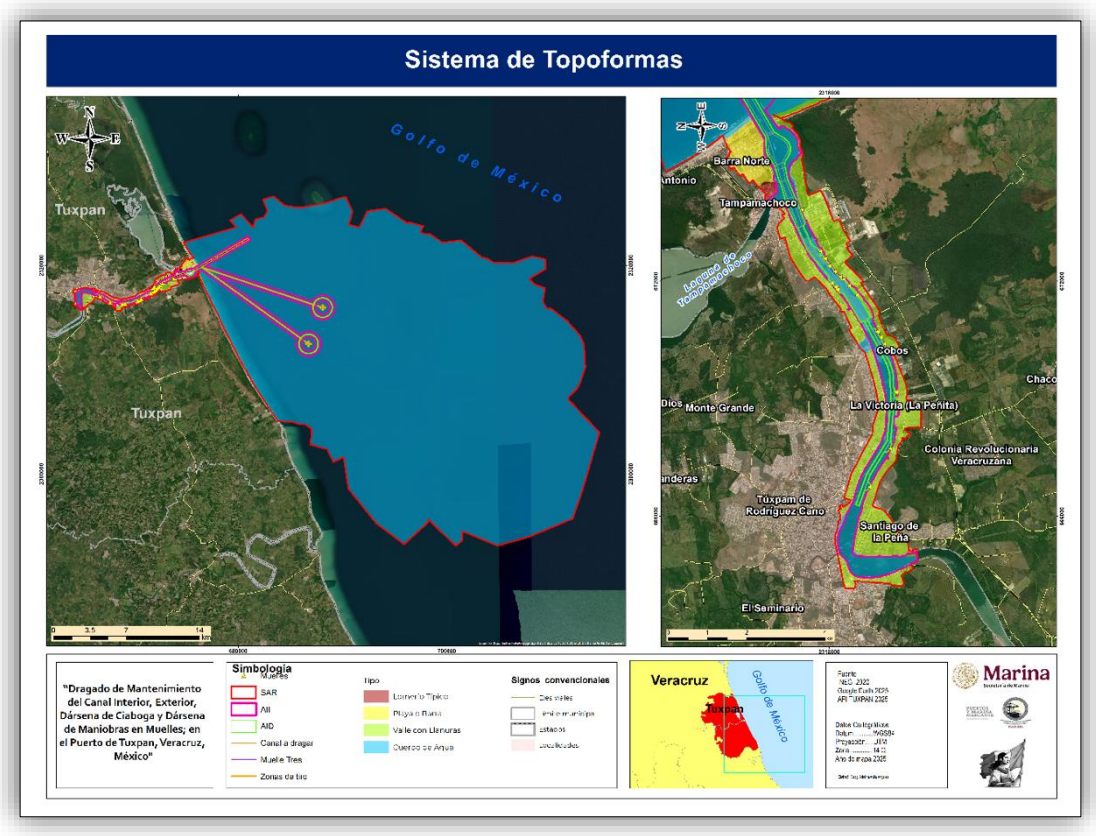
En la porción terrestre SAR, los sistemas de topoformas **predominantes corresponden principalmente a valles,** que representan el 0.91% del área total. Asimismo, se identifica un 0.14% correspondiente a playas o barras, un 0.0177% a lomeríos típicos, y el 98.92% restante a cuerpos de agua. En el Cuadro IV-12 se presentan las superficies y porcentajes asociados a cada tipo de topoforma.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-12 SUPERFICIE DE LAS FORMAS DEL RELIEVE QUE EXISTEN N EL SAR

NOMBRE	TIPO	Superficie de ocupación en el SAR en ha	Porcentaje
Lomerío	Lomerío típico	15.37	0.0177
Cuerpo de agua	N/A	85782.05	98.9169
Playa o Barra	Playa o barra	128.48	0.1482
Valle	Valle con llanuras	795.09	0.9168
Área sin información temática		0.36	0.0004
	Total	**86,721.35**	100

MAPA IV-9 MAPA DE SISTEMAS DE TOPOFORMAS DENTRO DEL SAR



IV.3.1.4.1.2 Relieve marino

El GM es una cuenca o mar semicerrado con un área de 1 595 210 km^2 abarca un volumen de aproximadamente 2.3x106 km^3, y presenta profundidad promedio de 1,615 m alcanzando máximo de 3,700 m de profundidad.

Cuenta con extensas plataformas continentales que cubren los 584,516 km^2. El relieve topográfico y la batimetría del área de la cuenca reflejan fielmente su estructura geológica que se desarrolla desde las estribaciones de las tierras altas y las llanuras costeras, las cuales descienden hacia el Golfo de México, hasta una cuenca oceánica central, más profunda. La plataforma continental se caracteriza por ser amplia y de pendiente suave hacia el centro del Golfo, correspondiendo base estructuras de la región.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

La porción marina del SAR corresponde a la Plataforma Continental —una de las mayores morfounidades del piso oceánico del GM, conformada por una terraza casi continua que bordea sus márgenes y que se encuentra geológica y fisiográficamente vinculada con la masa continental—, el relieve es predominantemente suave, aunque interrumpido por bajos, bancos de arena y arrecifes.

Estas variaciones morfológicas resultan significativas para la distribución y riqueza de las comunidades biológicas, así como para el comportamiento de las corrientes locales.

La porción de la plataforma continental del SAR, **frente al municipio de Tuxpan, presenta una pendiente submarina con un gradiente de 0.66, con profundidades que varían entre 10 y 20 m bajo el nivel medio del mar (mbnm).** La línea de las 9 brazas[6] se localiza aproximadamente a 4 km de la costa, mientras que dentro del límite de las 200 millas náuticas se registran profundidades de hasta 1,800 brazas.

En la porción del SAR correspondiente de la Plataforma Continental —una de la mayores morfo estructuras del piso oceánico del Golfo de México, que corresponde a una terraza casi continua que bordea sus márgenes y que se encuentra geológica y fisiográficamente vinculada con la masa continental—, presenta un relieve suave aunque se ve interrumpido por bajos entre ellos bancos de arena así como arrecifes, las variaciones del relieve pueden ser significativas para la distribución y la riqueza de comunidades biológicas así como para el comportamiento de las corrientes locales.

La porción de la plataforma continental del SAR frente al municipio de Tuxpán, presenta una pendiente submarina con un gradiente de 0.66, presenta profundidades que van de los 10 mbnm a los 20 mbnm, la línea de las 9 brazas[7] se localiza a 4 km, de la playa dentro del límite de las 200 millas se encuentren profundidades de 1,800 brazas.

En la plataforma continental existen una gran cantidad de bajos, islas y arrecifes, como son: los arrecifes bajo Blake, bajo Tuxpan, bajo de Enmedio, Tanhuíjo, del Macho, la Blanquilla e Isla de lobos, y como parte del SAR; queda inmerso el arrecife Tuxpan, tal se muestra en el Cuadro IV-13,

CUADRO IV-13 ARRECIFES MÁS CERCANOS AL SAR

Arrecife	X	Y	Distancia en km
Tuxpan	687432	2326234	Dentro
Pantepec	682589	2328152	1.0
En medio	681144	2332224	4.2
Tanguijo	679262	2338201	10.44
Cabo Nuevo	673914.465	2386233.17	61.14

A continuación, se describen los arrecifes antes señalados:

[6] *1 braza equivale a 1.83 m*
[7] Una baza equivale a 1.8288 m

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

- El Arrecife Tuxpan que tiene 15 kilómetros de largo y 1 km de ancho, su ubicación entre los puntos geográficos 21°01'38" N y 97°11'40" W, a más de 11 kilómetros de la línea de costa del Puerto de Tuxpan Es una formación ovalada de tipo plataforma con su eje mayor orientado en sentido sureste noreste, que oscila entre los 0,5 y 27 m de profundidad. Este sistema presenta 4 zonas arrecifales: una pendiente abrupta en sotavento, caracterizada por una cobertura coralina mayor al 20% y cuya profundidad va de 3 a 27 m; una pendiente en barlovento de perfil suave, expuesta al oleaje, con una profundidad de 3 a 27 m; la planicie arrecifal que contiene dos hábitats definidos: pastos marinos y restos de coral muerto, cuya profundidad varía entre 0,5 y 1,5 m; y la cresta arrecifal que delimita las pendientes, expuesta al oleaje y posee dos hábitats: corales masivos con *Halimeda* y Roca con algas costrosas, *Acropora* y *Millepora*.

- El Arrecife de En medio que se localiza a 16 Km al noreste de la desembocadura del río Tuxpan, su tamaño es pequeño que se encuentra a 2.3 M al SSW del Arrecife Tanguijo. Arrecife Tuxpan. - (21° 01.0' N; 097° 12.3' W, y el Arrecife Tanguijo que tiene forma de meseta cuya parte más alta con respecto al fondo Arrecife Tanguijo. - (21° 07.0' N; 097° 17' W) que es un pequeño arrecife acantilado de 0.75 m de extensión, que se encuentra a 8.7 M al NNE del puerto de Tuxpan.

- El Arrecife Oro Verde se localiza a 24 Km de distancia a partir de la desembocadura del Río Tuxpán, que tiene 1.9 km de longitud en su eje noroeste-sureste y un ancho máximo de aproximadamente 0.78 km de este a oeste, con una superficie total de 1.1 km^2 aproximadamente, con topográfica irregular, presenta una amplia meseta que se localiza a una profundidad entre los 10 y los 11 metros, la caída es más abrupta en sotavento, mientras que en barlovento tiene una pendiente más suave (Maruri Cruz, 2012[8]),

- Además de estos cuatro arrecifes existen otros de sección más profunda llamados arrecifes no emergentes al igual que el Oro verde, como son los Arrecifes Pantepec y Blake -el último se localiza fuera del SAR y frente al Rio Cazones con profundidades de 9 a 30 m y otro frente a las playas de Tuxpan llamado Arrecife Pantepec con profundidades de 15 a 25 m. El arrecife no emergente más cercano a la línea de costa es el Arrecife Pantepec).

Además de los arrecifes antes mencionados, existen bajos en inmediaciones de las escolleras del Río Tuxpan se encuentra la Barra de Tuxpan, en donde la isobata de 5 m se extiende a distancias de hasta 1 M de la costa.

[8] *Maruri Cruz Maura, 2012, Evaluación de la Comunidad de los Corales Pétreos del Arrecife no emergente Oro Verde, Tuxpan, Veracruz, Tesis para obtener el grado de maestría en Ciencias, Universidad Veracruzana.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-10 ARRECIFES DEL SAR

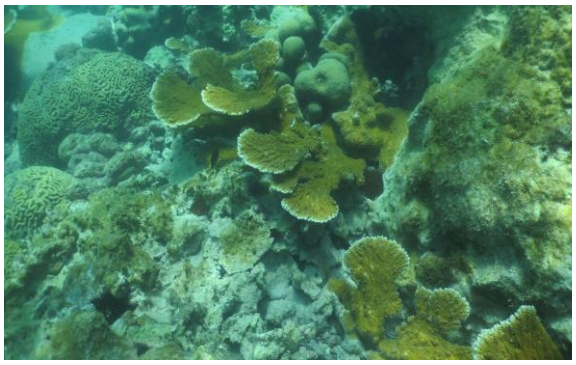


ILUSTRACIÓN IV-7 SE MUESTRAN FOTOGRAFÍAS DE LOS ARRECIFES DEL SISTEMA ARRECIFAL LOBOS TUXPAN



Fotografías del Arrecife Tuxpán

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Fotografías del Arrecife de Enmedio




Fotografías del Arrecife de Tanguijo

Fuente: propia

IV.3.1.4.2 Geomorfología y Geología

IV.3.1.4.2.1 Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico el SAR forma parte la Región Centro (Veracruz), que se extiende a lo largo de 609 km. La costa se caracteriza por ser de origen acumulativo, presentando cordones de playa intercala con tramos rocosos y de costas mixtas (arenosas y rocosas). En algunos sectores, se observan playas de tipo abrasivo acumulativo

Esta parte del litoral veracruzano cuenta con 22 ríos de diferentes caudales e importancia; entre ellos los ríos Pánuco, Tecolutla, Tuxpan y Papaloapan, así como cuencas alóctonas distantes —cuencas fluvio marinas; cuyo escurrimiento de agua proviene de vertientes perteneciente a distintos dominios bioclimáticos (Pérez, 2009) —. En total abarca cinco cuencas alóctonas distantes, doce cercanas y ocho cuencas autóctonas.

Se registran 23 lagunas, destacándose como principales a nueve de ellas: Tamiahua, Pueblo Viejo, Tampamachoco, El Llano, La Mancha, Mandinga, Alvarado, Sontecomapan y El Ostión. Nominalmente se registran dos estuarios (de los ríos Tecolutla y Coatzacoalcos) y un estero (Horcones); Sin embargo, hay que considerar que cada río que descarga al mar, forma un estuario.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

En particular, el SAR abarca la porción final del río Tuxpan y se localiza al sur de la laguna de Tampamachoco. Debido a su configuración fluvio-marina, el área presenta una dinámica de intercambio constante de agua, sedimentos, energía y material genético, entre otros componentes.

IV.3.1.4.2.2 Geología

En la sección terrestre del SAR y acorde a la información INEGI, 2016[9], está constituido principalmente por rocas sedimentarias, comprende rocas epiclásticas originadas a partir del intemperismo y erosión de materiales preexistentes tales como son depósitos aluviales, lutitas de facies calcáreo arcillosa y areniscas; además de rocas de origen químico como las calizas,

La presencia de sedimentos de tipo calcáreo da cuenta que en el Cretácico la zona estuvo sumergida bajo el mar.

Durante el Paleoceno, se produjo un hundimiento de la plataforma cretácica, lo que originó una cuenca sedimentaria, donde se acumularon materiales arcillo-arenosos. Posteriormente, los procesos tectónicos dividieron dicha cuenca, formando una antefosa que fue posteriormente rellenada con sedimentos tipo Flysch[10].

Las rocas sedimentarias del Mesozoico datan del Jurásico Inferior al Cretácico Superior y están constituidas por calizas, areniscas y secuencias de lutitas. Por su parte los depósitos del Terciario corresponden a alternancias de lutitas y areniscas de estratificación delgada, siendo las unidades litológicas de mayor extensión en la región.

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (SGM), la zona del SAR presenta una composición litológica con materiales pertenecientes a la era Cenozoica, de los periodos Terciario y Cuaternario.
En la porción terrestre predominan las rocas sedimentarias, principalmente calizas, areniscas, conglomerados y aluviones (Cuadro IV-14 y Mapa IV-11).
Los depósitos aluviales constituyen suelos profundos de origen fluvial, depositados en planicies y llanuras; estos materiales han sido transportados principalmente por los ríos Tuxpan, Vinazco y Buenavista, conformando las llanuras y valles intermontanos.

Por otro lado, el Servicio Geológico Mexicano (SGM) reporta para esa zona del SAR una composición litológica con elementos de la era cenozoica del periodo cuaternario y terciario, en la parte terrestre del SAR predominan las rocas existentes de tipo sedimentaria como son las calizas, areniscas conglomerados y aluviones como se muestra en el Cuadro IV-14 y Mapa IV-11, los materiales más abundantes son

[9] INEGI, 2016, Estudio de información integrada de la Cuenca Río Tuxpan, Estadística y Geografía, México: INEGI, c2010. 90 p. ISBN 978-607-530-004-7.

[10] El término flysch (del alemán fliessen, "fluir") se usa para describir una sucesión de capas alternadas de rocas sedimentarias, típicamente:
Areniscas (de grano más grueso)
Lutitas o margas (de grano fino)
Estas capas se depositaron en un ambiente marino profundo, generalmente en cuencas que se forman frente a cadenas montañosas en proceso de levantamiento.

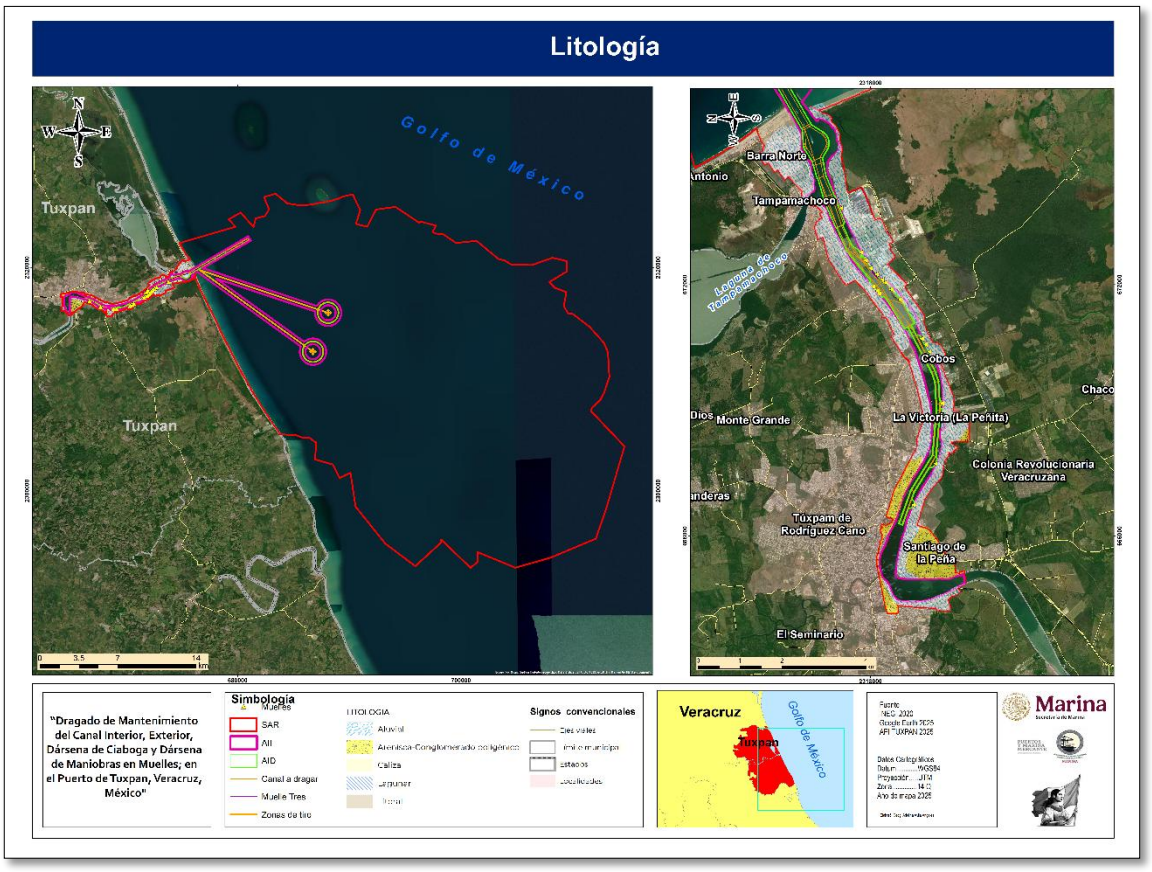
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

aluviales, seguido de calizas, y después otros materiales sedimentarios. Los depósitos aluviales son suelos profundos de origen fluvial depositados en las planicies o llanuras, se trata de material que ha sido trasportado por los ríos Tuxpan, Vinazco y Buenavista principalmente, forman las llanuras y los valles intermontanos y las calizas corresponden rocas de tipo calcáreo depositadas y transportadas del ambiente marino con estratificación que varía de mediana a gruesa, presenta bandas y nódulos de pedernal de colores negro y ámbar, además de estilolitas y nódulos de hierro.

CUADRO IV-14 LITOLOGÍA EXISTENTE EN EL SAR.

Era	Periodo	Litología	Formación	Clave	Superficie de ocupación en el SAR (ha)
Cenozoico	Terciario	Arenisca-Conglomerado poligénico	Tuxpan	TmAr-Cgp	164.38
	Cuaternario	Lagunar	No aplicable	Qholg	25.05
	Cauternario	Caliza	Indeterminado	QpthoCz	1.87
	Cuaternario	Litoral	No aplicable	Qholi	51.59
	Cuaternario	Aluvial	No aplicable	Qhoal	694.22
				Total	**937.108**

MAPA IV-11 LITOLÓGICO DEL SAR



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Para la zona oceánica, Pedrazzini (197811) identificó que la plataforma Tuxpan–Tecolutla, también conocida como Plataforma El Oro, se formó sobre un basamento ígneo intrusivo de edad Paleozoica tardía, el cual está cubierto por capas rojas continentales del Triásico–Jurásico. Durante el Jurásico, en esta región existían islas que posteriormente fueron cubiertas por depósitos marinos someros sobre dicho alto estructural.

La sedimentación pelágica fue breve; con el tiempo, volvieron a desarrollarse bancos someros donde se acumularon carbonatos masivos que alcanzaron espesores superiores a 1,500 metros. En las zonas adyacentes, en cambio, se depositaron sedimentos de mar abierto con espesores mucho menores.
Hacia finales del Cretácico Tardío predominaron condiciones de mar abierto, lo que favoreció la acumulación de calizas arcillosas y margas. Con base en estas características, Pedrazzini reconoció tres principales facies sedimentarias:

I) Región de ambientes arrecifales
II) Región de ambientes lagunares
III) Región de bancos oolíticos (Cuadro IV-15).

Por tanto, se considera que esta información es aplicable al SAR, dado que este forma parte de la misma plataforma continental.

CUADRO IV-15 RELACIÓN ENTRE LITOFACIES, BIOFACIES, ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y AMBIENTES DE DEPÓSITO

Litofacies	Biofacies	Estructura sedimentaria	Ambiente de Depósito	Zona isopica
Nicrita de algas laminares	Foraminíferos bentónicos	Laminación costras Grietas de desecación Ojos de pájaro	Intermareas	Región de ambiente arrecifales
Biorrudita	Rudistas, corales hermatípicos y algas cora Algas solenoporaceas	Másica estratificación gruesa	Banco arrecifal	
Biomicrita clástica	Mixta 1.Foraminiferos bentónicos 2.- Rudistas, corales hematípicos y algas coralineas	Estratificación graduada	Peri arrecife	Región ambientes lagunares
Micrita grumosa y pallada y hiomicritae miliolidos	1. Foraminifeos bentónicos 2. Nummoloculinaheimi 3. Ostrácodos	Estilotitas Biturbación	Laguna	
Intrapatita	Foraminíferos bentónicos	Pseudolaminación		
Evaporitas	Foraminíferos bentónicos	Laminación nódulos		
Oospatita	Foraminíferos bentónicos	Laminación gruesa Estilotitas (raras)	Zona sublitoral Boco oolíticos	Bancos oolíticos

Fuente: Pedrazzini, 1978, Óp. Cit.

[11] *Pedrazzini C, 1978Facies, Ambientales y Desarrollo de la Plataforma Cretácica de Tuxpan-Tecolutla (Faja de Oro)* Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXXIX, No. *2,* p.p. 118-125, Septiembre 1978 *http://dx.doi.org/10.18268/BSGM1978v39n2a14*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.5 SUELO

IV.3.1.5.1 Edafología

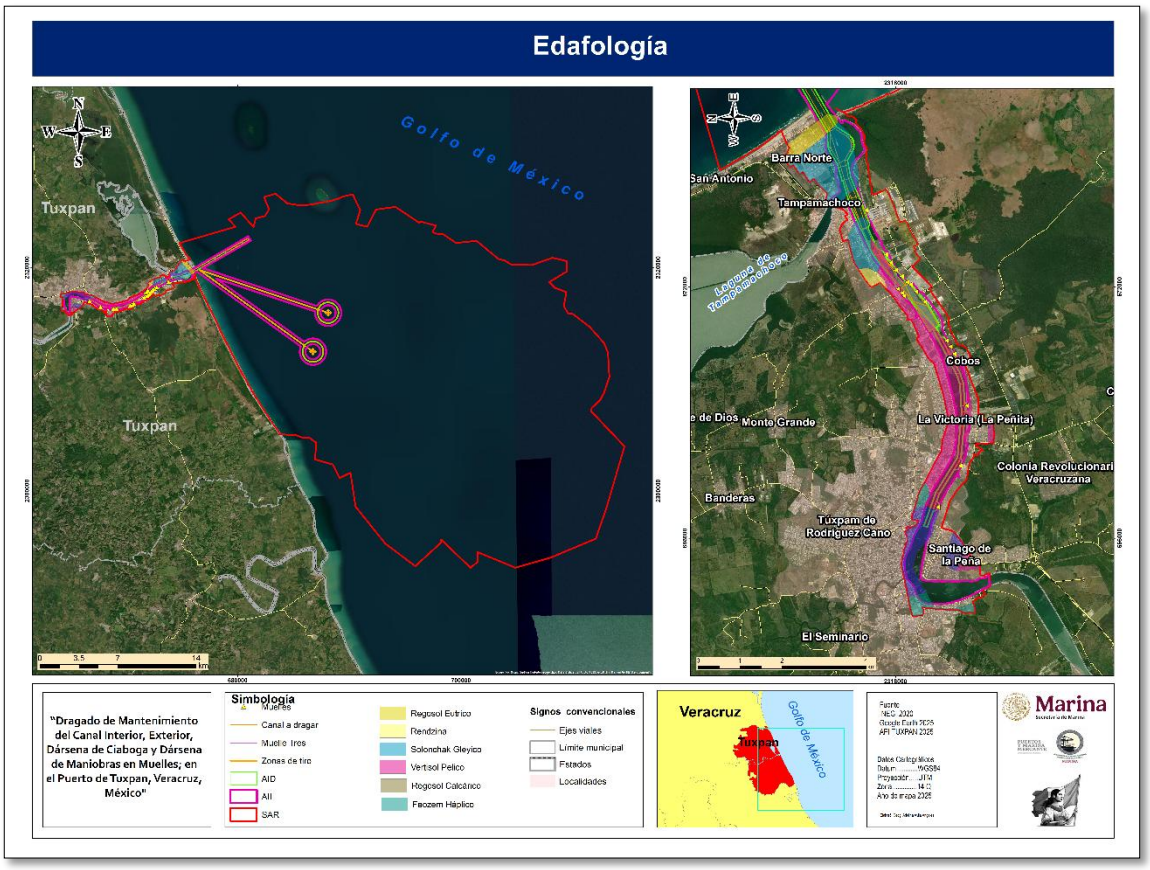
En la porción continental del SAR, de acuerdo con la carta edafológica de INEGI escala 1:250,000, los tipos de suelo comprenden principalmente Vertisoles y Regosoles, mismos que se pueden identificar con detalle en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y en el Mapa IV-12 cabe decir que la mayor parte de los suelos de la porción del SAR se encuentran modificados por asentamientos humanos y actividades agrícolas. A continuación, se describen esos tipos de suelo por el orden de importancia del SAR.

CUADRO IV-16 EDAFOLOGÍA PRESENTE EN EL SAR DEL PROYECTO.

Clave	Descripción	Textura	Superficie de ocupación en el SAR en ha	Porcentaje
E	Rendzina	Media	15.7218	1.8628
Hh	Feozem Haplico	Fina	42.1861	4.9983
IC	Petrocalcica	Nd	117.8732	13.9659
Rc	Regosol Calcárico	Fina	30.5220	3.6163
Re	Regosol Eútrico	Gruesa	54.7891	6.4916
Vp	Vertisol Pelico	Fina	344.4426	40.8105
Zg	Solonchak Gleyico	Fina	238.4699	28.2546
		TOTAL	844.0046	100.0000

MAPA IV-12EDAFOLÓGICO DE LA ZONA DEL PROYECTO Y LA ZONA DEL SAR

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Cambisol: estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación y clima, se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente, puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso, tiene un rendimiento variable.

Solonchak. Son suelos salinos, se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tiene alto contenido de sales. Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales.

Vertisol: Del latín *vertere,* voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. El color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Son suelos muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Regosol: Del griego *reghos* manto. Son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua. Asimismo, son suelos minerales muy débilmente desarrollados sobre materiales no consolidados, no tienen horizontes de diagnóstico bien definidos, o no cuentan con alguna de las características propias de un grupo de suelo. Presentan gravas y piedras en los horizontes y anegamiento, lo cual dificulta su uso agrícola.

IV.3.1.5.2 Usos de suelo

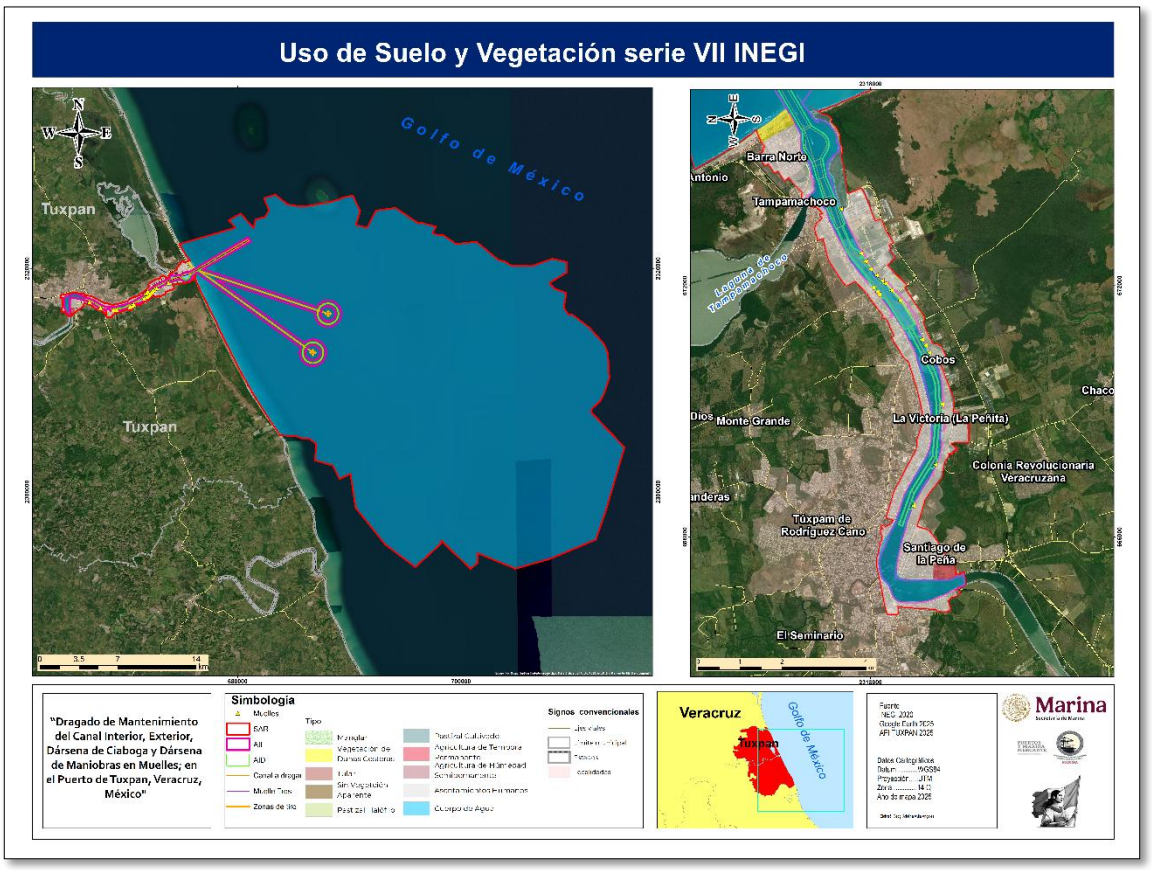
El 98.94% del SAR está comprendido por zonas acuáticas correspondiente al Río Pantepec y la zona marina frente a Tuxpan, un 0.93% corresponde Asentamientos Humanos, un 0.5% a zonas sin Vegetación Aparente, y tan solo un 0.0400% posee vegetación de tipo duna costera (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Mapa IV-13).

CUADRO IV-17 USOS DE SUELO EN EL SAR SEGÚN LA CARTA DE INEGI SERIE VI- 2017

Clave	Tipo	Superficie de ocupación en el SAR en ha	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	807.2651	0.93
H2O	Cuerpo de Agua	85,798.75	98.94
HS	Agricultura de Humedad Semipermanente	1.7388	0.00
PC	Pastizal Cultivado	45.9603	0.05
PH	Pastizal Halófilo	3.2034	0.00
TP	Agricultura de Temporal Permanente	25.4922	0.03
VM	Manglar	3.4468	0.00
VU	Vegetación de Dunas Costeras	35.4935	0.04
	TOTAL	86,721.35	100.00

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-13 USOS DE SUELO EN EL SAR



IV.3.1.6 HIDROLOGÍA Y MASAS DE AGUA COSTERAS

IV.3.1.6.1 Hidrología superficial

Por su ubicación del SAR del proyecto comprende aproximadamente el 0.97% de la Región Hidrológica 27 (RH27). comprendiendo porciones de tres cuencas y cuatro subcuencas de la RH27 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

La cuenca del Río Tuxpan es la más importante para el SAR, donde se localiza el Canal de Navegación del Puerto de Tuxpán. En segundo término, destaca la Cuenca de la Laguna de Tamiahua por conexión ecológica y dinámica costera con el área de influencia del proyecto.

La cuenca del río Tuxpan tiene una extensión de 5,899 km2 y drena desde las zonas altas de la Sierra Madre Oriental hasta su desembocadura en el Golfo de México. **Los registros hidrométricos muestran una marcada variabilidad, con gastos de estiaje menores a 10 m³/s y gastos máximos de hasta 3,000 m³/s. En su recorrido serrano, los afluentes del río arrastran grandes volúmenes de sedimentos, los cuales se depositan en las zonas de planicie, producto de la disminución en la velocidad del flujo conforme el terreno pierde pendiente.**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-18 CUENCAS Y SUBCUENCAS A LAS QUE PERTENECE EL SAR

Cuencas	Superficie (ha)	Subcuencas	Superficie de ocupación en el SAR en ha
Laguna de Tamiahua	150.7656	Laguna de Tamiahua	150.7656
Río Tuxpan	1,318.58	Río Tuxpan	1,318.58
Total	**1,469.3456**	**Total**	**1,469.3456**

Para el Rio Tuxpan, los principales tributarios son las corrientes superficiales: ríos: Pantepec y Vinazco, así como los arroyos Tecomate, Buenavista y Tuxpan. Por la ubicación del proyecto se delimitó una SAR que corresponde a la porción de la Cuenca del Río Tuxpán-Nautla en su desembocadura con la plataforma marina, situada frente al Puerto Tuxpán. de esta forma el SAR solo comprende el 0.97% de la RH27 denominada y el 0.79% dentro de la Cuenca del Río Tuxpán,

La Cuenca Laguna de Tamiahua que representa el 10.26% del SAR en su porción terrestre, se localiza al noroeste del área. Se trata de baja laguna somera, una de las más extensas de la región, sin embargo, es de poca influencia sobre el SAR.

El Río Tuxpan constituye la corriente más importante tanto para el SAR como para el proyecto. En el Cuadro IV-19 se enlistan sus principales afluentes. Este río desemboca directamente en el Golfo de México, y de acuerdo con información de CONAGUA, presenta un caudal medio de 2,076 m^3/s, **el cual se incrementa durante el verano por efecto de las lluvias y la incidencia de tormentas tropicales**. (ver ilustración IV-8, que muestran la elevación del nivel del agua del rio Tuxpan).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-8 FOTOGRAFÍAS DE INUNDACIÓN OCTUBRE DE 2025
POR DESBORDE DEL RIO TUXPAN



En la porción del SAR, previa a su desembocadura en la zona marina, se ubica el canal de navegación, con una profundidad promedio de 11 m y mínima de 10.2 m. En su margen costera se encuentran dos escolleras:

- Playa Barra Norte, al norte del canal, y
- Playa Barra Sur, al sur,

Que en conjunto conforman la zona costera conocida como Barra de Tuxpan. La desembocadura del río presenta una profundidad de 11.9 m sobre la barra y un ancho aproximado de 368 m entre escolleras. La escollera norte tiene una longitud de 1,010 m, mientras que la escollera sur alcanza 800 m.

Finalmente, frente a la desembocadura del Río Tuxpan se localiza el Arrecife Tuxpan, a una distancia de 6 km de la costa, con una altura de 0.6 m; a medio camino se encuentra el Arrecife

CUADRO IV-19 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL EN EL SAR

ID	Nombre	Condición
387036241	Sin Nombre	Perenne
387036301	Río Estero Palmasola	Perenne
387036361	Río Estero Tenechaco	Perenne

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ID	Nombre	Condición
387036581	Río Pantepec (Túxpan)	Perenne
387037161	Ninguno	Perenne
21965570	Jacome	Perenne
21965571	Golfo de México	Perenne

Otros esteros que mantienen relación con la parte final del Río Tuxpan, previa a su desembocadura al mar, son el Estero Tumilco y el canal que comunica con la Laguna de Tampamachoco; ambos presentan intercambio de agua con el Río Tuxpan.

El Estero Tumilco se origina en el Ejido del mismo nombre y se localiza al sureste del Río Tuxpan. Este cuerpo de agua se conecta con el sitio Ramsar Humedales y Manglares de Tuxpan (1602). Dada esta interconexión, se espera que la calidad del agua sea buena; sin embargo, es posible que presente concentraciones de fertilizantes, ya que aguas arriba se localizan terrenos agrícolas.

El Estero Tampamachoco se ubica en las coordenadas 21°00'18.10" N y 97°21'17.65" W. La laguna tiene una superficie de 57.5 km², una longitud aproximada de 10 km y un ancho máximo de 3 km. El estero que la comunica con el Río Tuxpan presenta un alto grado de azolvamiento, con una profundidad promedio de 2.5 m. En la parte norte existen dos canales —denominados nuevo y viejo— con aproximadamente 4 m de profundidad, los cuales enlazan la laguna con la Barrera de Tampamachoco. El régimen hidrológico está controlado por las variaciones climáticas regionales, que corresponden a dos estaciones principales: seca (marzo a junio) y lluviosa (agosto a noviembre).

IV.3.1.6.2 Gasto hidráulico y zonas inundables

Los gastos hidráulicos del Río Tuxpan son variables. De acuerdo con Ellis et al. (2012[12]), quienes realizaron modelaciones mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) con base en datos de precipitación, escorrentía y gastos hidráulicos **encontraron que las áreas de inundación alcanzan una superficie de 522 km² para periodos de retorno de dos años y hasta 554 km²para periodos de retorno de 100 años**. El estudio señala que el gasto hidráulico varía según la sección de la cuenca del Río Tuxpan, destacando que las mayores áreas de inundación ocurren en zonas con cambio de uso de suelo (CUS), principalmente áreas agrícolas (343 km²) y urbanas (15 km²) para periodos de retorno de 100 años, generando severos daños económicos. Las zonas urbanas más afectadas son las ciudades de Álamo-Temapache y Tuxpan.

En el **Cuadro IV-20** se presenta un comparativo de los gastos hidráulicos calculados por Ellis et al. (2012) y los datos históricos de **CONAGUA**, donde se observa concordancia general, particularmente en la desembocadura del río.

[12] *Ellis, E. A.; Romero, J. A.; Hernández, I.U.; Gallo, C. A.; Alanís, J. L., 2012, Evaluación geográfica de áreas susceptibles a inundación en la cuenca del río Tuxpan, Veracruz Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 16, núm. 1, 2012, pp. 7-28 Universidad de Colima.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-20 COMPARATIVO DE GASTOS HIDRÁULICOS DE ELLIS ET. AL, 2012 ÓP CITY VS DATOS CONAGUA

Modelo	Gasto hidráulico m²/seg		
	Desembocadura del Río Tuxpan	Álamo Rio Pantepec	Sombrerete Rio Pantepec
Modelo PR2 años	105.33	99.25	38-8
CONAGUA	82.8	18.48 (1957 a 1969)	47.885 (1986 -1995)

Los datos reportados por Ellis et al. (2012), para la desembocadura del Río Tuxpan son coincidentes con los obtenidos por Barrios Piña, 2014[13]. Este autor registró un flujo dominante hacia el mar, con velocidades menores (0.5 m/s) en zonas específicas. En la sección 1 (aguas arriba, antes del puente de la carretera México–Tuxpan), la velocidad fue de 103.25 m^3/s; en la sección 2, próxima a la desembocadura con la Laguna de Tampamachoco, alcanzó 452.75 m^3/s. Asimismo, el gasto hidrológico promedio del Río Tuxpan, estimado con datos históricos de la Secretaría de Marina, es de 428.237 m^3/s. El autor concluye que el gasto es mayor en la desembocadura y que el patrón de circulación de corrientes está influido por los modelos regionales de corrientes oceanográficas y condiciones meteorológicas (vientos).

Cabe decir, que uno de los riesgos contantes en el Rio Tuxpan **son los procesos de inundación que derivados del arrastre de sedimentos y de material particulado que provocan azolves en el Rio Tuxpan**. Aunque no se ha estimado una tasa específica de azolvamiento, el estudio de vulnerabilidad de inundación en el Rio Tuxpan por Tovar Cabañas, 2021[14], señala.

1. El incremento del nivel del mar representa un impacto latente a corto plazo para el Río Tuxpan y las zonas urbanizadas adyacentes, especialmente en los puntos bajos del oriente de Tuxpan.
2. El **aumento de las precipitaciones derivadas del cambio climático puede incrementar el caudal habitual del río, provocando crecidas lentas que alcanzarían hasta 5 m sobre el nivel del mar, anegando aproximadamente 187.3 km²**.
    - De esta superficie, 0.5 km^2 corresponden a calles asfaltadas, con pérdidas estimadas en $252 millones de pesos.
    - Se calcula además una pérdida de $1.2 mil millones de pesos en infraestructura pública y $45 mil millones en territorio urbanizado.
    - Las reservas territoriales tienen un valor aproximado de $733 mil millones de pesos, por lo que la catástrofe económica total podría aproximarse a un billón de pesos si se consideran también los bienes muebles de la ciudad.

[13] *H. Barrios-Piña, 2H. Ramírez-León, 3C. Rodríguez-Cuevas y 4F. Torres-Bejarano, 2014, Estudio Hidrodinámico y de Dispersión de Plumas Térmicas en Zonas Costeras. XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica Santiago, Chile, agosto 2014.*

[14] *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*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.6.3 Calidad de Agua del Rio Tuxpán y zona marina

A lo largo del recorrido del Rio Tuxpán se reciben descargas de agua provenientes de las corrientes tributarias, así como descargas de aguas residuales municipales y agrícolas, En consecuencia, la calidad del agua del río y de sus zonas de influencia se ve afectada por las diversas actividades que se desarrollan en sus márgenes y en áreas más internas que forman parte de su cuenca.

IV.3.1.6.3.1 Antecedentes de estudios

Existen diversos estudios, publicados en revistas científicas y en tesis académicas, cuyo objetivo ha sido evaluar cuál es la calidad del agua de acuerdo a su Índice de Calidad de Agua (ICA), que incluye la presencia de metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y bacterias, entre otros parámetros.

Uno de los estudios recientes, consistió en un análisis comparativo entre datos de la Red de Monitoreo de la calidad del agua de la CONAGUA —que mide parámetros como Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), y Demanda química de oxígeno (DQO) — y los análisis realizados por Ramos Sánchez, 2017[15], Los resultados evidenciaron variaciones en la calidad del agua del río Tuxpán asociadas principalmente a actividades económicas como la agricultura y las descargas de asentamientos humanos. **Asimismo, se observó que la calidad del agua disminuye durante la temporada de lluvias o tras el impacto de ciclones y tormentas tropicales**.

Ramos Sánchez (2017, Op. Cit.) reportó para el periodo julio–agosto de 2016 —temporada de lluvias— un ICA[16] de mala calidad, con valores que excedieron la normatividad ambiental: DBO_5 de 115.87 mg/L, DQO de 120.50 mg/L y SST con un promedio de 365.74 mg/L. En contraste, los registros de la CONAGUA para los mismos sitios entre 2000 y 2014 mostraban valores dentro del rango de buena calidad (0–50 mg/L). Los altos valores de 2016 se relacionaron con la presencia de basura y partículas suspendidas, resultado coincidente con los datos de 2002, cuando también se observó baja calidad del agua después de la temporada de ciclones.

Por su parte, Galván (201317) reportó que las descargas de aguas negras procedentes de varios municipios —incluida la ciudad de Tuxpan— contribuyen al incremento de la contaminación del río. El arrastre de residuos sólidos hacia las playas del norte de Tuxpan agrava la situación, especialmente considerando que en dichas zonas existen asentamientos humanos y prestadores de servicios (restauranteros y palaperos) que carecen de sistemas adecuados de drenaje y manejo de residuos. No obstante, Galván señaló que durante la temporada seca las concentraciones de

[15] *Ramos Sánchez Arisbeth, 2017, Análisis de la calidad del agua del río Tuxpan en los municipios de Álamo Temapache y Tuxpan Veracruz. Tesis para lograr el título de Especialista en Gestión de Impacto Ambiental en la Universidad Veracruzana.*

[16] *El ICA permitía hacer comparaciones de niveles de contaminación en diferentes áreas. El ICA se define como el grado de contaminación existente en el agua a la fecha de un muestreo, expresado como un porcentaje de agua pura. Así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a 0% y de 100% para el agua en excelentes condiciones.*

[17] *Galván Mendoza Alda Bertha, 2013, Calidad Bacteriológica y Riesgo Sanitario de las playas norte de Tuxpan, Ver, Tesis para obtener el título de especialista en Impacto Ambiental. Universidad Veracruzana.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

enterococos en las playas norte se mantuvieron dentro de los límites permisibles, incrementándose significativamente en la época de lluvias, aunque sin rebasar la norma sanitaria.

En cuanto a los **hidrocarburos aromáticos policíclicos** (HAP), investigaciones de Botello, 1995[18]; Botello 1998[19] y 2023 reportaron una mala calidad del agua debido a la presencia de estos compuestos derivados de la quema de combustibles fósiles como gasolina y diésel. Los estudios mostraron mayores concentraciones de HAP durante la temporada de lluvias, mientras que en la época seca los valores más altos se localizaron en zonas donde la velocidad del agua es baja. Durante la temporada de lluvias, la mayor mezcla de agua con el sistema lagunar favorece el arrastre y dispersión de contaminantes en los sedimentos.

De acuerdo con Vázquez Botello, el Golfo de México es una de las cuencas con mayor actividad relacionada con el manejo de hidrocarburos. Además, la UNESCO (1976) ubicó al río Tuxpán como el segundo cuerpo de agua con mayor presencia de contaminantes, después de la Laguna de Términos en Campeche.

Respecto a los **metales pesados**, su presencia se asocia tanto a procesos naturales —como el desgaste de rocas, suelos y sedimentos, o las erupciones volcánicas— como a actividades humanas, entre ellas la agricultura, la industria cerámica y del vidrio, así como las descargas urbanas.

Mancilla Villa, et.al (2012[20]) identificaron la presencia de mercurio y cadmio en el río Tuxpán y sus afluentes, sin que las concentraciones superaran los límites establecidos por la NOM-001-ECOL-1996.

Macías (2015) evaluó las concentraciones de Pb, Cr y Cd entre octubre de 2012 y 2013 en agua y sedimentos de seis sitios del estero de Tampamachoco (La Calzada, Tumilco, Demeresa, Tenechaco, Jardines y Juana Moza). Los resultados máximos en sedimentos fueron: Cd: 14.00 mg/kg, Cr: 15.20 mg/kg y Pb: 40.70 mg/kg; mientras que en agua se registraron Cd: 0.46 mg/L, Cr: 0.29 mg/L y Pb: 0.89 mg/L. Los valores mínimos en sedimentos fueron Cd: 0.03 mg/kg, Cr: 0.08 mg/kg y Pb: 0.28 mg/kg, y en agua Cd: 0.01 mg/L, Cr: 0.01 mg/L y Pb: 0.01 mg/L.

Durante ese periodo, algunos valores superaron los límites normativos, especialmente el cadmio en agua, con concentraciones más altas en la laguna de Tampamachoco y variaciones significativas durante la temporada de “nortes”. El cromo no excedió los límites ambientales y mostró poca variación entre estaciones,

[18] *Botello, A. V., 1995. Contaminación por hidrocarburos y metales pesados. p. 27-29; 215-230. In: A. Botello (responsable) Evaluación Geoquímica Ambiental y Diagnosis de la Zona Costera de Veracruz: Lagunas de Tamiahua, Pueblo Viejo y Tampamachoco. Informe final de Proyecto de Investigación CONACYT 3232-T9308.345 p.*

[19] *Botello, A.V., y L.G. Calva, 1998. Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Pueblo Viejo, Tamiahua and Tampamachoco lagoons in the Southern Gulf of México. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 60: 96-103*

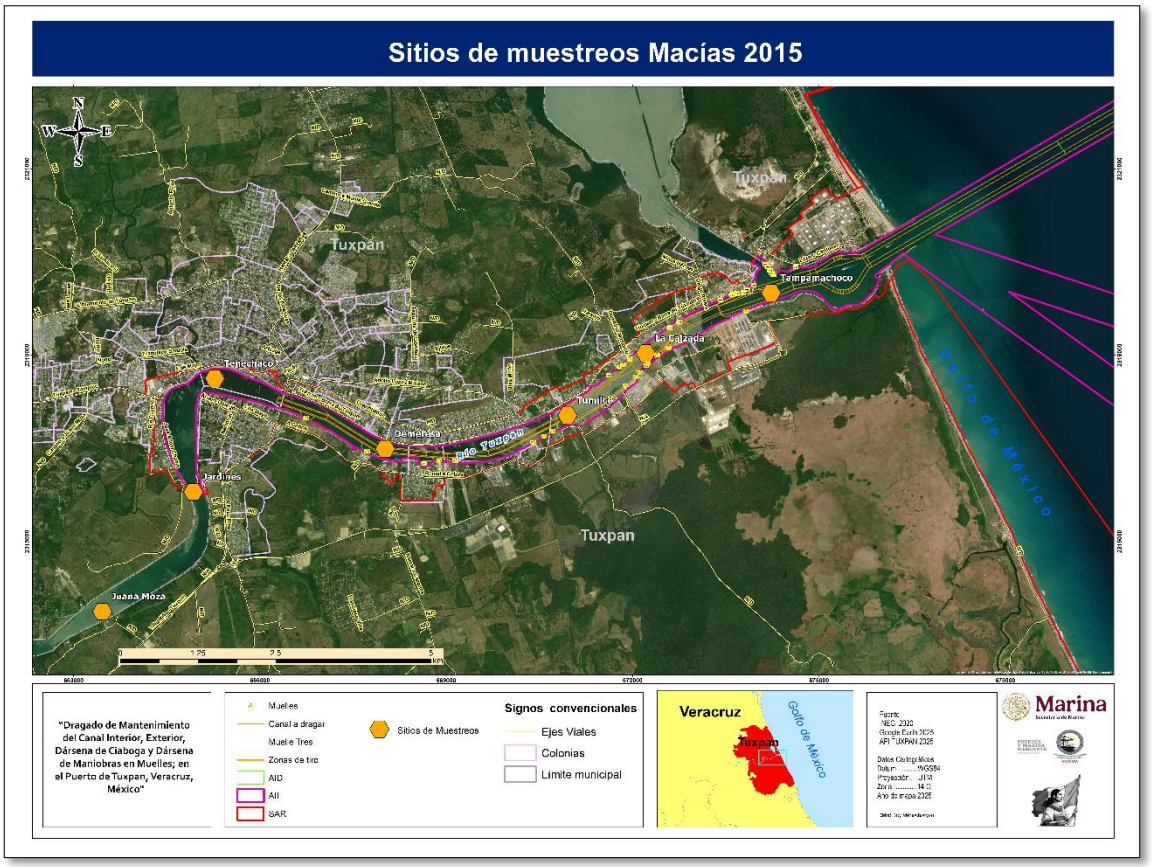
[20] *Mancilla-Villa y Reyes Óscar Raúl, Ortega-Escobar Héctor Manuel, Ramírez-Ayala Carlos, Uscanga-Mortera Ebandro, Ramos-Bello Rosalía -Ortigoza Amada Laura, 2012, metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Ouebla y Veracruz, México. Rev. Int. Contam. Ambie. 28 (1) 39-48, 2012*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

mientras que el plomo alcanzó valores máximos en Tumilco durante la temporada de lluvias.

En los sedimentos, los niveles más altos de Cr se registraron aguas arriba del Tuxpán (Juana Moza, Tumilco y Tampamachoco), mientras que el Pb mostró mayores concentraciones durante la época de nortes, y el Cd alcanzó sus valores máximos en Tenechaco. Estos resultados sugieren que la mayoría de los metales pesados están asociados con descargas de aguas residuales, mientras que el Cr podría relacionarse con actividades agrícolas.

MAPA IV-14 SITIOS DE MUESTREO DE MACÍAS 2015



Otro estudio de importancia para conocer la calidad de agua del SAR corresponde al reporte INECC, 2014[21] que basado en la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA). Dicho informe, basado en los registros de la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), documentó que en la barra de Tuxpán—zona con actividad turística local— los valores de oxígeno disuelto (O_2) se encontraron abatidos durante el periodo 2005–2009. Además, se reportaron concentraciones elevadas de hierro (Fe) y cobre (Cu), así como la presencia de

[21] *INECC, 2014, Monitoreo Ambiental y Evaluación de la Calidad del Agua en las Costas del Golfo de México y Mar Caribe. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/343480/CGACC_2014_Monitoreo_Ambiental_CONAGUA.pdf*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

desechos municipales (mezcla con residuos industriales), aunque no se observaron películas visibles de grasas. En algunos sitios se detectaron indicios de eutrofización, evidenciados por niveles altos de carbono orgánico.

Como se ha mencionado, la calidad del agua del SAR se ve afectada por diversas actividades antropogénicas que se realizan en las márgenes de los arroyos y del Rio Tuxpan, y se adicionan otras como son derrames y fugas de hidrocarburos por asociadas a las actividades petroleras de la región y por el transito embarcaciones, que han causado impactos ambientales se han manifestado en la plataforma continental del SAR, y en especial sobre el Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpán (SALT).

En este contexto, Ramírez, 202222, presentó un análisis de vulnerabilidad ambiental en el que se evaluaron diversas presiones sobre los arrecifes, incluyendo derrames de petróleo, contaminación por metales pesados, transporte de sedimentos, sobreexplotación de recursos pesqueros y exceso de nutrientes. La autora concluyó que “los arrecifes del SALT y zonas aledañas presentan una amplia variedad de especies coralinas en categoría de riesgo”. Asimismo, indicó que la mayoría de los arrecifes presentan una sensibilidad de media a muy alta, mientras que aquellos con baja o muy baja sensibilidad dependen de factores como la época del año, la naturaleza del contaminante, su proceso de meteorización, la batimetría y las corrientes marinas. Destacó además que, debido a la proximidad de los arrecifes a plataformas petroleras, estos ecosistemas permanecen en situación de riesgo, incluso cuando se encuentran dentro de zonas protegidas del SALT.

IV.3.1.6.3.2 Estudios recientes de calidad del agua

Para la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), se realizaron estudios específicos de calidad del agua, con el objetivo de dar cumplimiento a lo establecido en el oficio SRA/DGIRA/DG-01858-24, de fecha 09 de mayo de 2024, emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA). En dicho documento, la DGIRA solicitó evidencia técnica del esfuerzo de muestreo realizado en campo, señalando que la información previa únicamente correspondía a los sitios de vertimiento y no a las zonas donde se llevarían a cabo las obras de dragado y construcción del Muelle Tres.

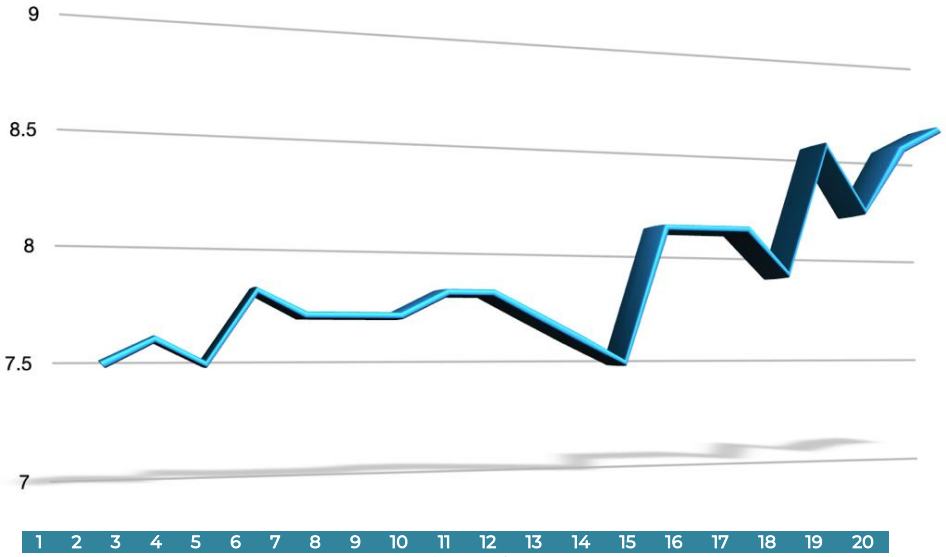
En atención a lo solicitado por la DGIRA, se llevaron a cabo análisis de 20 muestras de agua recolectadas en el canal del puerto de Tuxpán. Los resultados obtenidos se presentan en el Anexo de Calidad de Agua del Capítulo VIII, donde se incluyen las cadenas de custodia correspondientes. Los sitios de muestreo se muestran en el Mapa IV-15, y los resultados consolidados se encuentran en el Cuadro IV-21.

[22] Ramírez Astaíza, C. (2022). Evaluación de la vulnerabilidad en arrecifes coralinos por contaminación con petróleo crudo ligero en el área de Lobos Tuxpan y aledaños ubicados en el Golfo de México. (trabajo de grado - pregrado). Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de https://hdl.handle.net/10614/14271.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

pH. De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó un incremento gradual en la alcalinidad del agua desde la parte alta del río hacia la zona marina, con valores que oscilaron entre 7.5 (aguas arriba) y 8.4 (zona costera). Este comportamiento se asocia directamente con la mayor presencia de iones carbonato (CO_3^{2-}) en las aguas de origen marino, fenómeno que refleja la transición natural de un ambiente fluvial a uno estuarino y marino. La variación registrada se encuentra dentro de los rangos esperados para cuerpos de agua con influencia marina, tal como se ilustra en la Ilustración IV.9.

ILUSTRACIÓN IV-9 GRÁFICO DE LOS VALORE DE PH

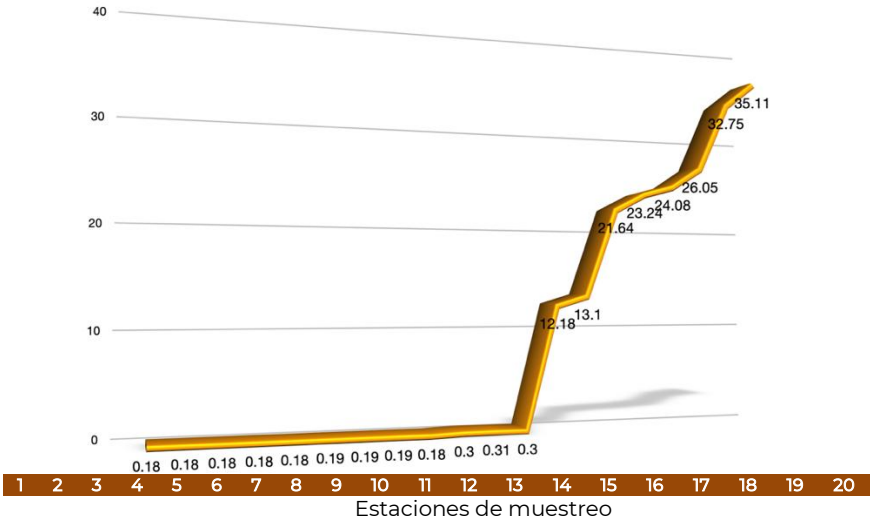


Fuente. Datos de calidad del agua propios

Salinidad g/L. De manera similar al comportamiento observado en los registros de **pH**, la **salinidad** también muestra un incremento conforme las muestras de agua se aproximan a la zona marina, con valores que oscilaron entre **18 g/L** y **35 g/L**, este último correspondiente a los niveles típicos del agua de mar. De acuerdo con los resultados, en las **estaciones 1 a la 9** la salinidad se mantiene prácticamente constante, con un rango entre **0.18 y 0.19 g/L**; sin embargo, a partir de la **estación 10,** se observa un aumento progresivo, siendo el **cambio más notable a partir de la estación 12**, que corresponde a la **zona de transición entre agua dulce y marina**. Este comportamiento puede estar influenciado por los **flujos de marea** y la dinámica estuarina característica del sistema (Ilustración IV-10).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

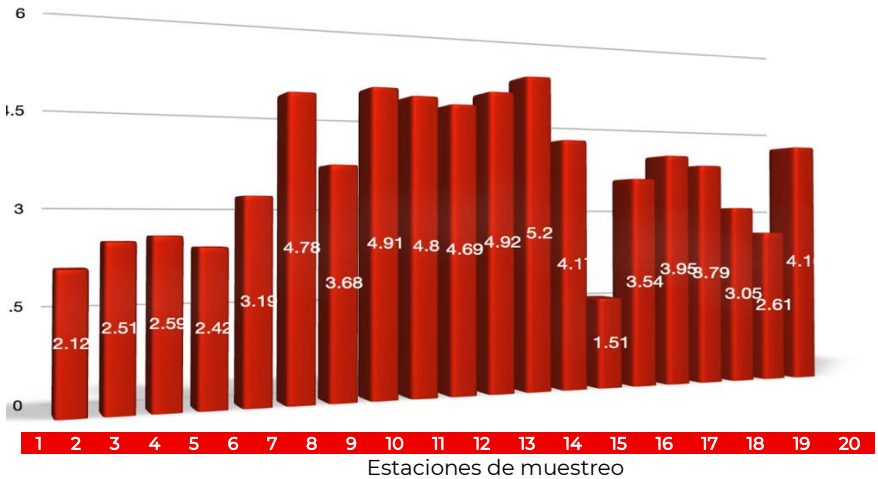
ILUSTRACIÓN IV-10 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SALINIDAD



Fuente. Datos de calidad del agua propios

Oxígeno disuelto mg/L. Los valores obtenidos oscilaron entre 1.51 mg/L en el sitio 14 y 5.2 mg/L en el sitio 12, con un promedio general de 3.63 mg/L. De acuerdo con los resultados, la concentración de oxígeno disuelto se encuentra asociada principalmente a las condiciones de turbulencia y mezcla del agua, las cuales favorecen la oxigenación natural del sistema. Este comportamiento puede estar influenciado por la época de muestreo, dado que factores como la temperatura, la velocidad de la corriente y los procesos biológicos pueden ser afectados directamente por la disponibilidad de oxígeno en el medio acuático. Los valores obtenidos se muestran en la Ilustración IV-11.

ILUSTRACIÓN IV-11 GRÁFICO DE LOS VALORES DE OXÍGENO DISUELTO



Fuente. Datos de calidad del agua propios

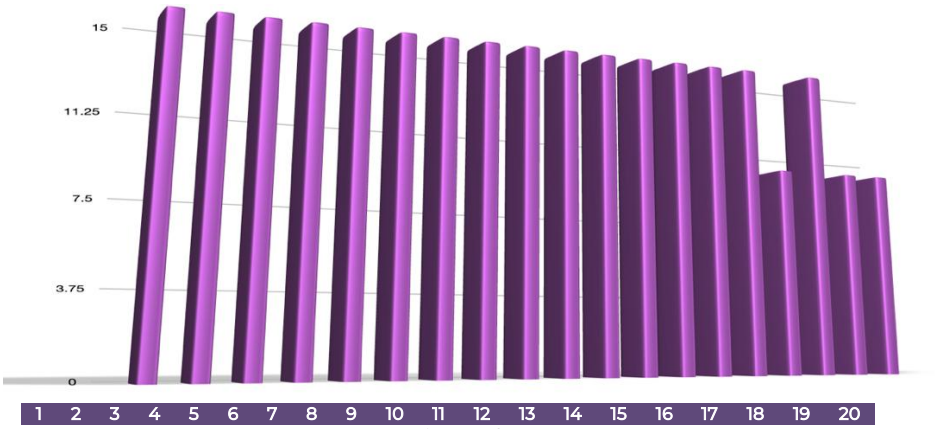
Color verdadero (PiCO). El color verdadero del agua se refiere al color que presenta una muestra después de ser filtrada para eliminar las partículas suspendidas, de modo que refleja únicamente la presencia de sustancias disueltas, tales como materia orgánica, minerales (hierro, manganeso) y diversos contaminantes. El color del agua

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

se asocia principalmente con la presencia de materia orgánica natural, como las sustancias húmicas, o con ciertos metales (por ejemplo, hierro, manganeso y cobre) disueltos o en suspensión.

De acuerdo con los resultados, se observó que entre los sitios 1 y 15 los valores de color verdadero fueron elevados, lo cual refleja una alta turbulencia y arrastre de sedimentos producto del escurrimiento pluvial a lo largo del río Tuxpan. A partir de la muestra 16, correspondiente a la zona de mezcla entre agua dulce y marina, los valores muestran una tendencia descendente. No obstante, se registra un nuevo incremento en la zona de turbulencia del sitio 18, lo que indica una posible resuspensión de sedimentos finos (Ilustración IV-12).

ILUSTRACIÓN IV-12GRÁFICO DE LOS VALORES DE COLOR VERDADERO

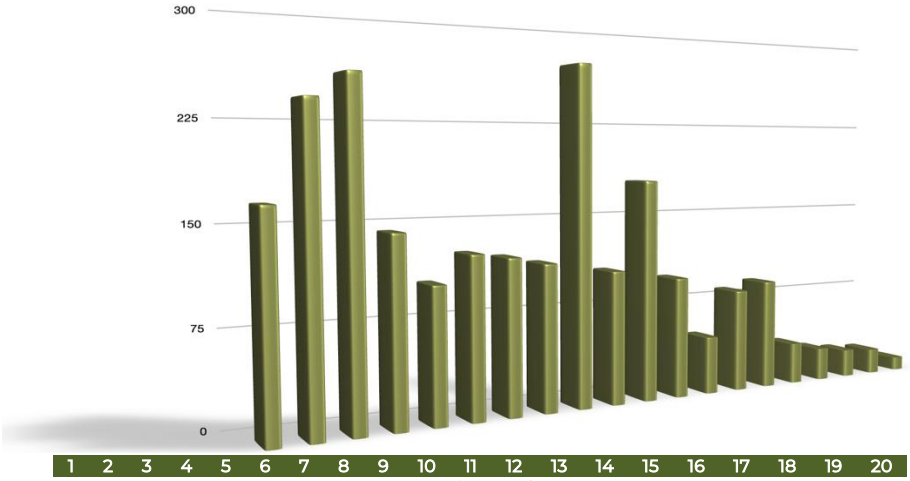


Fuente. Datos de calidad del agua propios

Turbidez (UNT). Los valores de turbidez obtenidos oscilaron entre 17 y 346.6 UNT, siendo el sitio 9 el que registró el valor más alto, mientras que los valores más bajos se observaron en los sitios ubicados en el canal exterior del puerto de Tuxpan, es decir, en la zona marina. La elevada turbidez en el canal interior se asocia con el periodo de lluvias, durante el cual el arrastre de materiales desde aguas arriba del río Tuxpan incrementa la concentración de partículas suspendidas en el agua (Ilustración IV-13)

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-13 GRÁFICO DE LOS VALORES DE TURBIDEZ

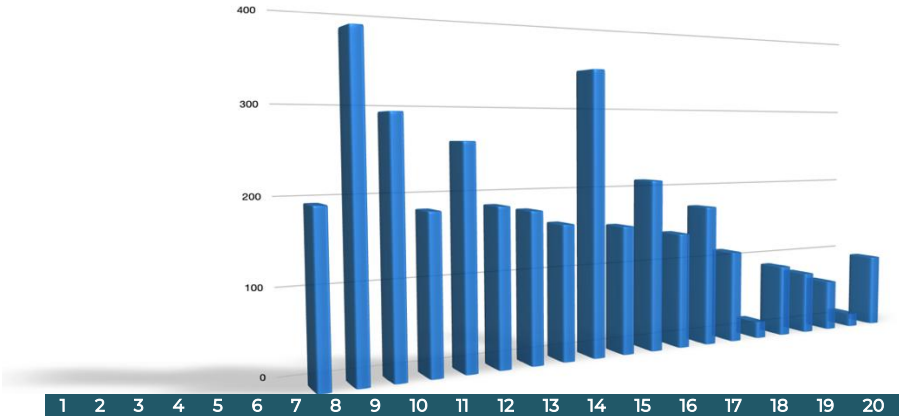


Fuente. Datos de calidad del agua propios

Sólidos suspendidos totales (mg/L). Hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión dentro del agua. Este parámetro representa la cantidad de residuos retenidos en un filtro de fibra de vidrio con un tamaño de poro nominal de 0.45 µm.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los valores de SST oscilaron entre 80 mg/L y 380 mg/L. En la Ilustración IV-14 se observa una tendencia decreciente en la concentración de sólidos suspendidos conforme las muestras se aproximan a la zona marina, lo cual puede atribuirse a la sedimentación progresiva de partículas a lo largo del canal del río Tuxpan. En consecuencia, la porción exterior del canal presenta menor cantidad de sólidos en suspensión, debido a la mayor tasa de depositación de sedimentos en las áreas internas del sistema fluvial.

ILUSTRACIÓN IV-14 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



Fuente. Datos de calidad del agua propios

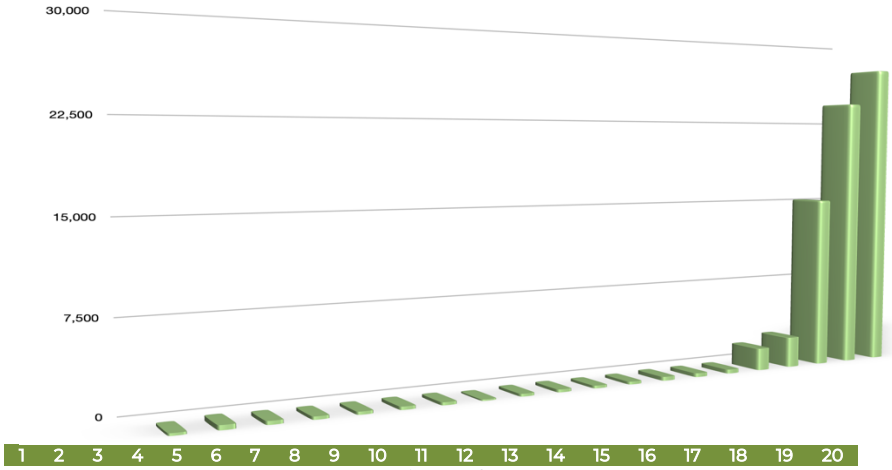
Sólidos disueltos totales (mg/L). —también conocidos como TDS, por sus siglas en inglés (Total Dissolved Solids)— corresponden al residuo sólido que permanece tras

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

evaporar una muestra de agua previamente filtrada a través de un elemento de fibra de vidrio con abertura de 1.5 µm. Estos incluyen sales, minerales, metales y otras sustancias disueltas.

Los resultados muestran que los SDT fueron más elevados en las muestras cercanas al mar, alcanzando valores de hasta 35,350 mg/L, mientras que las muestras colectadas aguas arriba del río presentaron valores mínimos de 114 mg/L. Esta diferencia se explica por la mayor concentración de sales y compuestos minerales en las aguas marinas, producto del intercambio iónico y evaporación natural que caracteriza a este tipo de ambiente. Los resultados se presentan en la Ilustración IV-15.

ILUSTRACIÓN IV-15 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



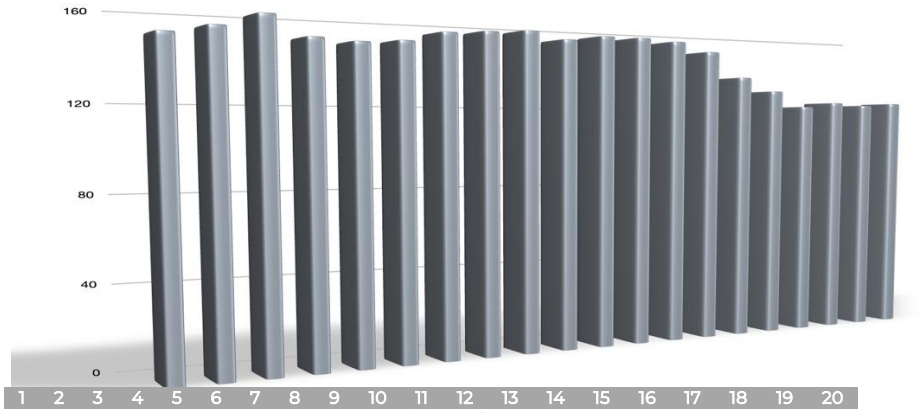
Fuente. Datos de calidad del agua propios

Alcalinidad (mg/L). Es una medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos, también conocida como su capacidad amortiguadora o buffer, la cual permite resistir cambios significativos en el pH ante la adición de sustancias ácidas.

En las muestras analizadas, los valores de alcalinidad se encontraron en un rango de 120 a 160 mg/L, lo que indica una alta capacidad de carga y amortiguación química en el sistema acuático. Esta característica refleja la presencia de bicarbonatos y carbonatos en el agua, típicos de ambientes con influencia marina. Los resultados se ilustran en la Ilustración IV-16.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-16 GRÁFICO DE LOS VALORES DE ALCALINIDAD

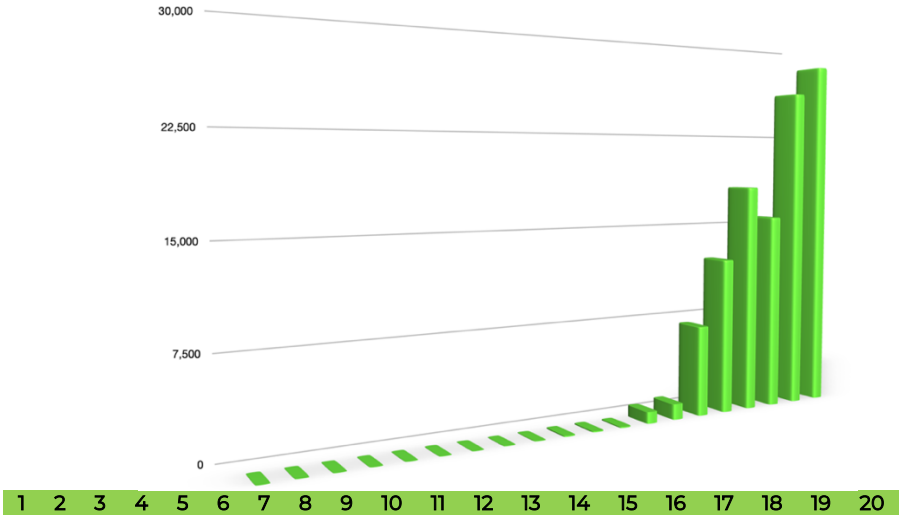


Fuente. Datos de calidad del agua propios

Cloruros (mg/L). Las concentraciones de cloruros pueden deberse a los aportes que se reciben aguas arriba o por la mezcla de agua de mar. Acorde a los resultados, las concentraciones de cloruro fueron más estables en los sitios del 1 al 7 con un máximo de 16.9 mg/L y mínimo 13.9 mg/L, desde la estación 8 comienza a percibirse un incremento gradual que va de 23.8 mg/L y alcanza 29,190 mg/L en las muestras del canal exterior. Lo cual es un indicador del comportamiento del Canal de Tuxpan como un sistema estuarino Ilustración IV-17.

Este comportamiento confirma el carácter estuarino del Canal de Tuxpan, donde la interacción entre agua dulce y marina genera un gradiente salino característico.

ILUSTRACIÓN IV-17GRÁFICO DE LOS VALORES DE CLORUROS



Fuente. Datos de calidad del agua propios

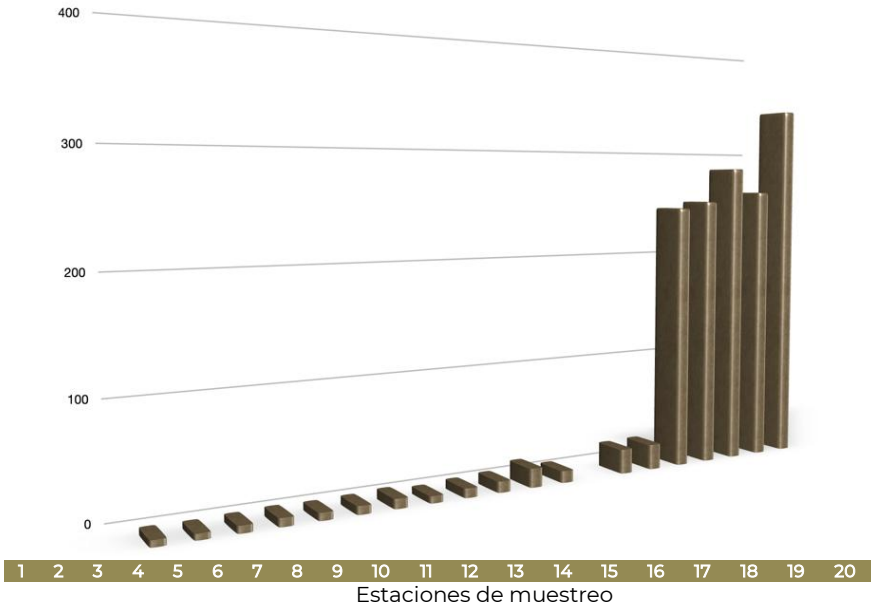
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Azufre (mg/L). La presencia de azufre en cuerpos de agua dulce suele asociarse con compuestos azufrados, principalmente sulfuro de hidrógeno (H_2S), un gas liberado durante la descomposición de materia orgánica por acción de bacterias anaerobias, que al disolverse en el agua produce el característico olor a "huevo podrido". Esta condición puede intensificarse cuando los niveles de oxígeno disuelto son bajos.

En el caso del agua marina, el azufre se encuentra principalmente en forma de sulfatos, macroelementos esenciales para la vida marina. Entre estos destaca el dimetilsulfuro (DMS), un gas producido por el fitoplancton y la degradación de materia orgánica, responsable en parte del olor típico del mar.

Según los resultados, en la zona fluvial se registraron valores de azufre entre 5.67 y 10 mg/L; en la zona de interfase los valores mostraron un incremento progresivo, mientras que en los sitios del canal exterior se observó un aumento considerable, reflejando la influencia marina en el sistema (Ilustración IV-18).

ILUSTRACIÓN IV-18 GRÁFICO DE LOS VALORES DE AZUFRE



Fuente. Datos de calidad del agua propios

El **Fosfato total** en el agua representa la suma de todas las formas de fósforo presentes —disueltas y particuladas— incluyendo fosfatos inorgánicos (orto- y polifosfatos) y compuestos organofosfatados. Este elemento es un nutriente esencial para el desarrollo biológico; sin embargo, su exceso puede provocar procesos de eutrofización.

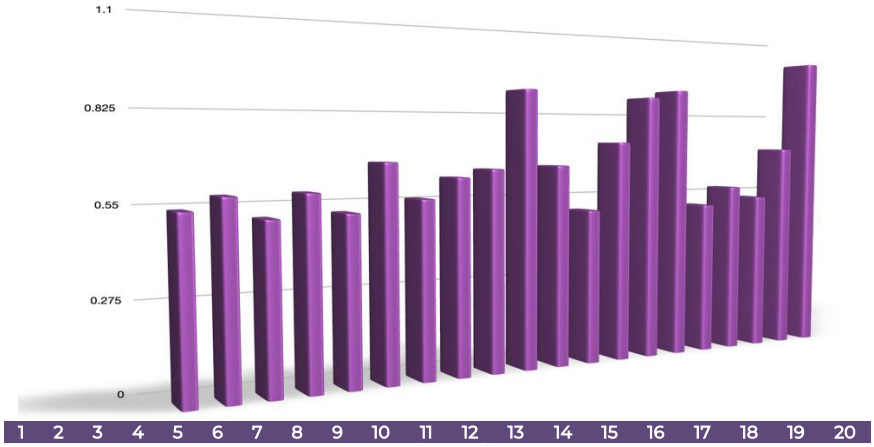
De acuerdo con Richardson et al. (200723), la eutrofización puede presentarse cuando las concentraciones de nitrógeno (N) alcanzan los 300 µg/L y las de fósforo (P)

[23] *Richardson, C. J., King, R. S., Qian, S. S., Vaithiyanathan, P., Qualls, R. G., & Stow, C. A. (2007). Estimating ecological thresholds for phosphorus in the Everglades. Environmental science & technology, 41(23), 8084-8091.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

superan los 20 µg/L. En las muestras analizadas, los valores de fósforo total variaron entre 0.509 mg/L y 1.08 mg/L, con un promedio de 0.6278 mg/L (equivalente a 627 µg/L), **lo cual indica que el sistema acuático se encuentra en un estado de eutrofización activa.**

ILUSTRACIÓN IV-19 GRÁFICO DE LOS VALORES DE FOSFATO TOTAL

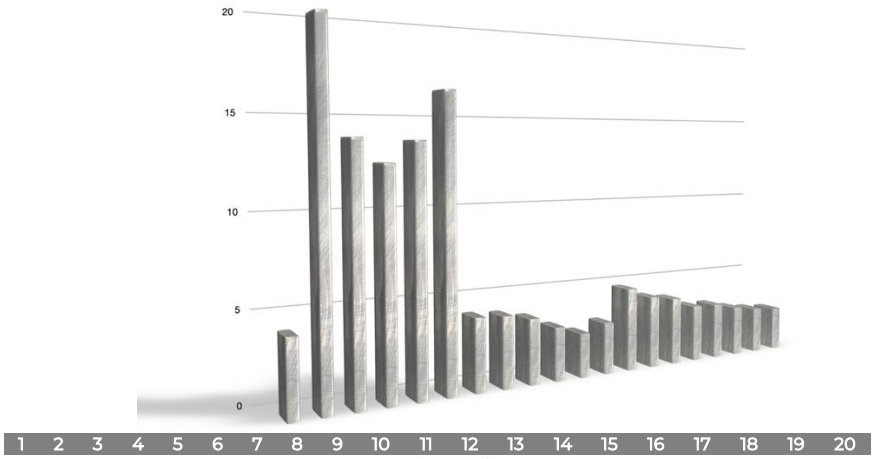


Fuente. Datos de calidad del agua propios

Nitrógeno total Kjeldahl NKT (mg/L). Es la cantidad de nitrógeno orgánico y amoníaco presentes en el agua, determinada mediante el método Kjeldahl, y representa el nitrógeno susceptible a convertirse en nitrato y luego eliminarse en procesos de tratamiento de aguas. Este valor es crucial para evaluar la calidad del agua, ya que un exceso de nitrógeno puede causar eutrofización y afectar la vida acuática. Un alto contenido de NTK puede indicar una carga nitrogenada elevada que puede causar problemas ambientales, como la eutrofización de cuerpos de agua si no es tratada. **Acorde a los resultados, se puede ver que el cociente de presencia de nitrógeno orgánico e inorgánico es más elevado en las muestras obtenidas en los sitios rio arriba del canal de Tuxpan**, y en la medida que las muestras fueron colectadas cerca al mar este valor desciende, lo cual puede estar completamente asociado a las aguas municipales que se reciben en el Canal de Tuxpan (Ilustración IV-20).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-20 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NTK

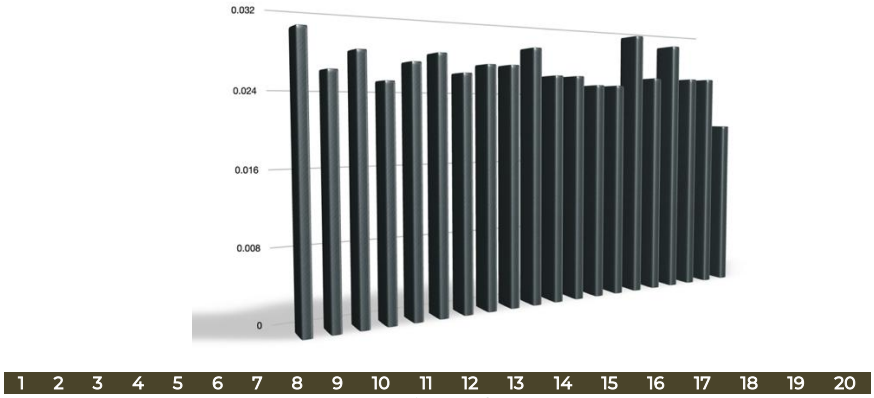


Fuente. Datos de calidad del agua propios

Nitrógeno de nitrito (mg/L). El **nitrógeno de nitrito (NO_2^-–N)** corresponde a la concentración de nitrógeno presente en los iones de nitrito, un compuesto intermedio en el proceso de nitrificación. **Este parámetro es** un **indicador sensible de contaminación orgánica reciente**, especialmente de origen **fecal o doméstico**.

Concentraciones superiores a **0.1 mg/L** en aguas superficiales o subterráneas suelen considerarse indicativas de contaminación. En el **Canal de Tuxpan**, los valores oscilaron entre **0.02 y 0.031 mg/L**, con un **promedio de 0.0267 mg/L**, por debajo del límite de contaminación. Los valores más altos se registraron en los **sitios 1, 15 y en la Dársena de Ciaboga**, posiblemente asociados a **descargas de aguas residuales**. (Ilustración IV-21)

ILUSTRACIÓN IV-21 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NTK



Fuente. Datos de calidad del agua propios

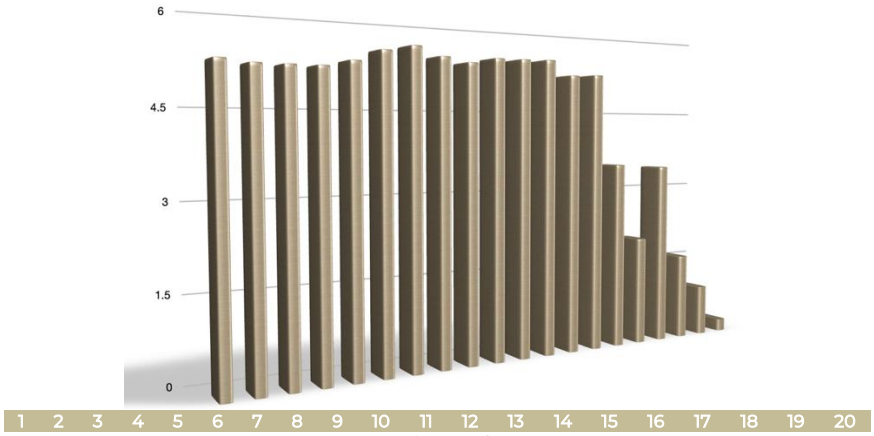
Nitratos mg/L. Las concentraciones de nitratos (NO_3^-–N) son un indicador clave de la carga de nutrientes y del riesgo de eutrofización. En cuerpos de agua dulce,

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

valores superiores a 50 mg/L son considerados no aptos para consumo humano y evidencian contaminación significativa, mientras que concentraciones inferiores a 25 mg/L se consideran dentro de rangos naturales o de bajo impacto.

En el presente estudio, los valores oscilaron entre 0.231 mg/L (canal exterior) y 5.541 mg/L (sitio 7), **con un promedio de 4.2964 mg/L, lo que indica ausencia de contaminación por nitratos. Sin embargo, se observan fluctuaciones locales, que reflejan la dinámica natural del sistema y posibles zonas de mayor aporte de nutrientes.** (Ilustración IV-22)

ILUSTRACIÓN IV-22 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NITRATOS



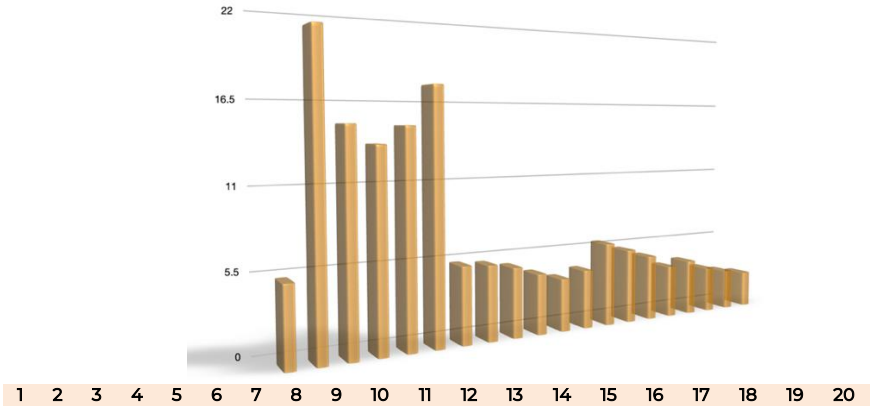
Fuente. Datos de calidad del agua propios

Nitrógeno Total (mg/L). El nitrógeno total (NT) integra todas las formas de nitrógeno presentes en el agua, tanto orgánicas como inorgánicas (amonio, nitritos y nitratos). En general, valores superiores a 1 mg/L en aguas superficiales limpias pueden indicar procesos de contaminación, principalmente por descargas residuales o uso excesivo de fertilizantes.

Los resultados mostraron valores entre **2.62 mg/L** y **21.031 mg/L**, superando en todos los casos el **estándar de referencia de 2.0 mg/L**. Estos niveles reflejan una **alta carga de nutrientes** en el sistema, atribuible al **uso intensivo de fertilizantes y descargas de aguas residuales**. (Ilustración IV-23)

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-23 GRÁFICO DE LOS VALORES DE NITRÓGENO TOTAL

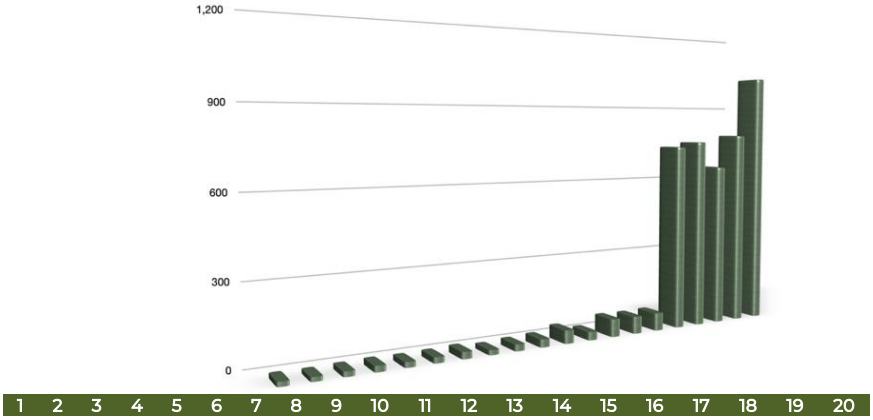


Fuente. Datos de calidad del agua propios

Sulfatos mg/L. Las **concentraciones de sulfatos (SO_4^{2-})** en cuerpos de agua pueden ser indicativas de **contaminación industrial o minera**, especialmente cuando superan los **500 mg/L**, y en casos extremos, **1,000 mg/L**. En aguas marinas, los sulfatos están naturalmente presentes en concentraciones mucho más elevadas.

En el **Canal de Tuxpan**, los valores en la **zona fluvial** oscilaron entre **17 y 69 mg/L**, mientras que en la **zona marina** se registraron **valores más altos**, correspondientes al **canal exterior**, resultado esperado por la **influencia del agua de mar**. (Ilustración IV-24)

ILUSTRACIÓN IV-24 GRÁFICO DE LOS VALORES DE SULFATOS



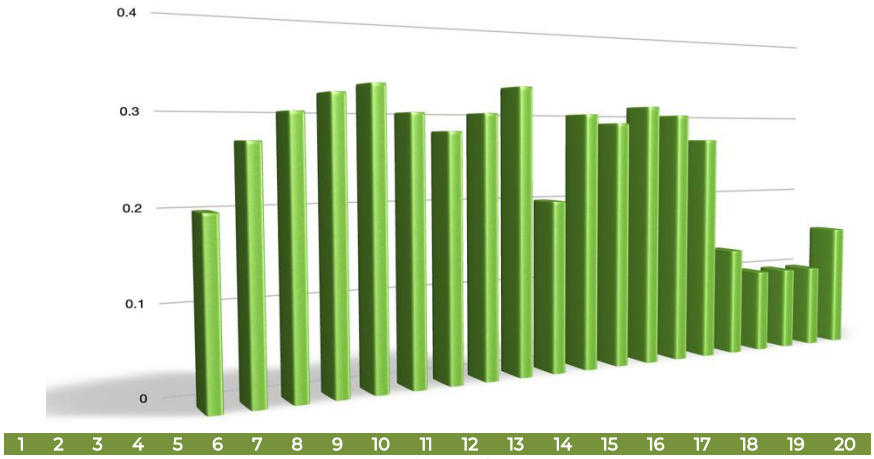
Fuente. Datos de calidad del agua propios

Clorofila (UFC/100mL) Las concentraciones "normales" de clorofila varían drásticamente según el contexto, siendo de 0.1 a 0.2 mg/m³ para la clorofila-a en gran parte del océano, de 3 a 6.5 mg/m³ en aguas costeras o de hasta 75 µg/L (o 75 mg/m³) en el agua en condiciones hipereutróficas perjudiciales. **Los valores detectados oscilan entre 0.1 a 0.33 mg/L, con un promedio de 0.121 mg/L. Los sitios con valores más altos corresponden a la zona fluvial muy probablemente asociado a la presencia de nitrógeno total.**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Las **concentraciones de clorofila-a** reflejan la **biomasa fitoplanctónica** y, por tanto, el **grado de productividad del sistema acuático**. En ambientes marinos, los valores suelen variar entre **0.1 y 0.2 mg/m³** en aguas oceánicas, **3 a 6.5 mg/m³** en zonas costeras, y pueden alcanzar hasta **75 µg/L** en condiciones **hipereutróficas**.

En el Canal de Tuxpan, los valores oscilaron entre **0.1 y 0.33 mg/L**, con un **promedio de 0.121 mg/L**. Las **concentraciones más altas** se registraron en la **zona fluvial**, probablemente asociadas a la **mayor disponibilidad de nitrógeno total** y otros nutrientes.



Fuente. Datos de calidad del agua propios

Coliformes fecales (UFC/100mL). Para todas las muestras se rebasa la cantidad de 500 UFC/100mL, lo cual implica que es un sistema acuático con alta presencia de aguas residuales en particular los sitios correspondientes a la zona fluvial.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-15 UBICACIÓN DE LOS SITIOS MUESTREADOS



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



CUADRO IV-21 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA EN EL CANAL DEL RIO TUXPAN (PRIMERA PARTE)

Parámetro	Unidades	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	Sitio 9	Sitio 10	Límite máximo	Norma
Temperatura	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	NA	NA
pH	UpH	7.5	7.6	7.5	7.8	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.7	35	NOM-001-SEMARNAT-2021
Salinidad	g/L	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.3	6 a 9	NOM-001-SEMARNAT-2021
Oxígeno Disuelto	mg/L	2.12	2.51	2.59	2.42	3.19	4.78	3.68	4.91	4.8	4.69	N.A.	N.A.
Color verdadero	Unidades PtCo	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	N.A.	
pH obtenido en el análisis de color	UpH	7.8	8	7.5	7.4	7.7	7.6	7.3	7.8	7.7	7.7	436	
Turbiedad	UNT	166	239	257	144	105	126	122	116	269	107	4	NOM-127-SSA1-2021
Sólidos suspendidos totales	mg/L	195	380	291.7	184.3	260	186.7	180	162.7	343.6	156.3	28	NOM-127-SSA1-2021
Sólidos disueltos totales	mg/L	251	242	262	244	114	223	244	227	236	332	1000	NOM-127-SSA1-2021
Alcalinidad Total	mg/L	148.9	152.3	158	148.9	147.7	148.9	153.4	154.6	155.7	152.3	N.A.	
Cloruros totales	mg/L	13.9	14.9	13.9	14.9	16.9	16.9	14.9	23.8	30.8	78.4	N.A.	
Azufre	mg/L	5.67	5.34	6.34	7.34	6.68	7.34	8.68	6.34	8.35	10.02	N.A.	
Fósforo Total	mg/L	0.542	0.58	0.513	0.584	0.522	0.669	0.557	0.62	0.644	0.894	N.A.	
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	4.211	19.84	13.782	12.482	13.644	16.272	4.142	4.059	3.741	3.077	N.A.	
Nitrógeno de Nitritos	mg/L	0.03	0.026	0.028	0.025	0.027	0.028	0.026	0.027	0.027	0.029	NA	
Nitritos	mg/L	0.098	0.086	0.092	0.084	0.087	0.092	0.085	0.088	0.09	0.095	NA	
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	1.177	1.165	1.165	1.165	1.187	1.231	1.252	1.217	1.198	1.219	NA	
Nitratos	mg/L	5.212	5.161	5.158	5.16	5.259	5.452	5.545	5.389	5.307	5.398	NA	
Nitrógeno total	mg/L	5.418	21.031	14.975	13.672	14.858	17.531	5.42	5.303	4.966	4.325	NA	
Sulfatos	mg/L	17	16	19	22	20	22	26	19	25	30	25	
Clorofila "a"	mg/m3	0.2	0.27	0.3	0.32	0.33	0.3	0.28	0.3	0.33	0.2	NA	
Coliformes fecales	UFC/100mL	$58x10^4$	$16x10^4$	$24x10^4$	$46x10^4$	$28x10^4$	$22x10^4$	$19x10^4$	$23x10^4$	88x102	78x104	500	NOM-001-SEMARNAT-2021

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Segunda parte

Parámetro	Unidades	Sitio 11	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 14	Sitio 15	Sitio 16	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 20	Límite máximo	Norma
Temperatura	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	26	NOM-001 (VI)	NA
pH	UpH	7.6	7.5	8.1	B.O	8.1	7.9	8.5	8.2	8.5	8.6	35	NOM-001-SEMARNAT-2021
Salinidad	g/L	0.31	0.3	12.18	13.1	21.64	23.24	24.08	26.05	32.75	35.11	6 a 9	NOM-001-SEMARNAT-2021
Oxígeno Disuelto	mg/L	4.92	5.2	4.17	1.51	3.54	3.95	3.79	3.05	2.61	4.16	N.A.	N.A.
Color verdadero	Unidades PtCo	15	15	15	15	15	10	15	10	10	<5	N.A.	
pH obtenido en el análisis de color	UpH	7.7	7.2	7.9	7.9	8.1	7.9	8.5	B.O	8.3	8.5	436	
Turbiedad	UNT	178	98	47	84	90	34	27	23	21	11	N.A.	NOM-127-SSA1-2021
Sólidos suspendidos totales	mg/L	210.9	143.1	175.4	115.3	21	91.0	79.0	65.0	17.0	94.0	N.A.	NOM-127-SSA1-2021
Sólidos disueltos totales	mg/L	327	351	1947	2689	15213	24133	27323	14649	31831	35350	N.A.	NOM-127-SSA1-2021
Alcalinidad Total	mg/L	154.6	154.6	153.4	148.9	136.2	129.4	121.4	123.7	122.5	123.7	N.A.	
Cloruros totales	mg/L	79.4	78.4	913.2	1220.9	7146.7	12357.9	18164.6	15663.1	25906.9	28189.8	N.A.	
Azufre	mg/L	17.03	10.68	23,04	22.37	23.04	245.82	251.83	283.56	260.52	340.68	N.A.	
Fósforo Total	mg/L	0.652	0.504	0.726	0.876	0.901	0.508	0.568	0.530	0.700	1.008	N.A.	
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	2.551	2.994	4.861	4.225	3.976	3.359	3.306	2.969	2.737	2.600	N.A.	
Nitrógeno de Nitritos	mg/L	0.026	0.026	0.025	0.025	0.031	0.026	0.030	0.026	0.026	0.020	NA	
Nitritos	mg/L	0.085	0.085	0,083	0.084	0.101	0.087	0.100	0.085	0.085	0.066	NA	
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	1.22	1.222	1.163	1.168	0.787	0.460	0.773	0.366	0.215	0.052	NA	
Nitratos	mg/L	5.402	5.411	5.151	5.172	3.485	2.036	3.426	1.620	0.953	0.231	NA	
Nitrógeno total	mg/L	3.797	4.242	6.049	5.418	4.794	3.845	4,109	3.361	2.978	2.672	NA	
Sulfatos	mg/L	51	32	69	67	69	736	754	649	780	1020	25	
Clorofila "a"	mg/m3	0.3	0.29	0.31	0.3	0.27	0.130	0.100	0,100	0.100	0.150	NA	
Coliformes fecales	UFC/100mL	$43x10^4$	25x104	24x104	34x102	16x104	42x102	12x102	64x102	53x102	48x102	NA	NOM-001-SEMARNAT-2021

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.6.4 Calidad de Agua en los sitios de Vertimiento de los Dragados

Por otra parte, y con la finalidad de conocer las condiciones de los sitios vertimiento, se realizaron los estudios de calidad de agua que incluyeron parámetros como son Oxígeno disuelto, Turbiedad, Sólidos suspendidos totales, Sólidos disueltos totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, coliformes Fecales, Coliformes Totales. Enterococos fecales y Salmonela, mismos que se llevaron a cabo por medio de un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (ver anexo Acreditación con número AG-010-154/12 (en el capítulo VIII de la presente MIA-R) efectuados en los puntos indicados en el Cuadro IV-22.

CUADRO IV-22 SITIOS DE MUESTREO EN ZONAS DE VERTIMIENTO DE SEDIMENTOS

No. Punto	Coordenadas UTM	Superficie	Medio	Fondo
1	X= 688,099.6717 Y= 2,315,947.9214	1 muestra = inicio dragado 1 muestra = dragado (0m)		
2	X= 688,099.672 Y= 2,316,147.921		1 muestra = inicio dragado 1 muestra = dragado (10 metros)	
3	X= 688,299.672 Y= 2,315,947.921			1 muestra = inicio dragado 1 muestra = dragado (23 metros)
4	X= 688,099.672 Y= 2,315,747.921	1 muestra = inicio dragado 1 muestra = dragado (0 metros)		
5	X= 687,899.672 Y= 2,315,947.921		1 muestra = inicio dragado 1 muestra = dragado (13 metros)	

Nota. Las cadenas de custodia de los resultados fueron agregados al anexo de Calidad de Agua de los sitios de vertimiento en el Capítulo VIII. De acuerdo a los resultados se encuentra.

En el cuadro IV-23 se enlistan las coordenadas de los puntos de toma de muestras de agua, así como la profundidad de cada una.

CUADRO IV-23 PUNTOS DE TOMA DE MUESTRAS DE CALIDAD DE AGUA

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Latitud	Longitud
Zona de vertimiento I			
P1	Superficial	20.93418	-97.19123
P2	10	20.93616	-97.19104
P3	23	20.9343	-97.18898
P4	Superficial	20.93262	-97.19118
P5	13	20.93433	-97.19274
Zona de vertimiento II			
P1	Superficial	20.902951	-97.204629

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Latitud	Longitud
P2	10	20.904692	-97.204782
P3	23	20.90289	-97.20252
P4	Superficial	20.901017	-97.20442
P5	13	20.903012	-97.206706

Las tomas de agua fueron colectadas con botellas tipo Van Dorn. El transporte de personal y equipo se efectuó con lancha con motor fuera de borda. Se obtuvieron en promedio 2 muestras de agua en los diez puntos de muestreo, cumpliendo con la NOM NMX-AA-003-1980 y la NMX-AA-003-1980.

Las muestras de agua fueron conducidas al laboratorio debidamente etiquetadas con su ID según el sitio de muestreo, en frascos de vidrio y en el laboratorio se procesaron y midieron los siguientes parámetros (Cuadro IV-24).

CUADRO IV-24 PARÁMETROS EVALUADOS PARA LA CALIDAD DE AGUA EN ZONAS DE VERTIMIENTOS

Parámetro	Unidades	Método Analítico
Oxígeno disuelto	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Turbiedad	UNT	NMX-AA-038-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015
Sólidos disueltos totales	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	NMX-AA-028-SCFI-2021
Coliformes fecales	UFC/100ml	NMX-AA-102-SCFI-2019
Coliformes totales	UFC/100ml	NMX-AA-102-SCFI-2019
Enterococos fecales	NMP/100ml	NMX-AA-167-SCFI-2017
Salmonela	Ausente/presente	M-9260-B 2005

El laboratorio desarrolló el análisis acorde a las normas oficiales mexicanas, y generó las cadenas de custodia -mismas que se adjuntan en anexos- de las características del agua de sitio de tiro o vertimiento, en el Cuadro IV-25 se muestran los resultados obtenidos en los sitios de vertimiento.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



CUADRO IV-25 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA EN ZONAS DE VERTIMIENTOS

Pará-metro	Unida-des	Resultados Zona de Vertimiento I					Resultados Zona de Vertimiento II					LMP	Norma
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5		
Oxígeno disuelto	mg/L	7.59	7.03	7.32	7.93	7.31	7.04	6.14	6.85	7.98	7.02	NA	NA
Turbiedad	UNT	0.3	0.26	0.36	0.3	0.29	0.25	0.27	0.57	0.3	0.32	4	NOM-127-SSA1-2021
Sólidos suspendidos totales	mg/L	91	75	99	103	80	73	68	75	72	60	**28**	NOM-001-SEMARNAT-2021
Sólidos disueltos totales	mg/L	38344	38810	40956	40667	40200	38007	39507	39805	40188	42050	**1000**	NOM-127-SSA1-2021
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	<2.1	120	NOM-001-SEMARNAT-2021 /
Coliformes fecales	UFC/100ml	17	3	5	6	4	5	22	145	10	28	240	NOM-003-ECOL-1997
Coliformes totales	UFC/100ml	17	3	5	8	13	7	22	145	10	37	240	NOM-003-ECOL-1997
Enterococos fecales	NMP/100ml	16	18	14	87	49	44	28	54	50	201	500	NOM-001-SEMARNAT-2021
Salmonela	Ausente/presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	NA	NA

LMP: Límite máximo permisible

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



De acuerdo con los resultados obtenidos para las zonas de vertimiento I y II, se observa que en general **la calidad del agua cumple con los límites máximos permisibles (LMP)** establecidos por las normas oficiales mexicanas correspondientes (NOM-001-SEMARNAT-2021, NOM-127-SSA1-2021 y NOM-003-ECOL-1997).

Oxígeno disuelto (OD). Los valores registrados, entre **6.14 y 7.98 mg/L**, **reflejan una adecuada oxigenación del medio acuático,** lo cual indica que el cuerpo de agua mantiene condiciones favorables para el desarrollo de organismos aeróbicos. Estos valores son típicos de zonas con buena recirculación y sin presencia significativa de materia orgánica degradable.

Turbiedad (UNT). Con valores entre **0.25 y 0.57 UNT**, todas las muestras se encuentran **muy por debajo del límite de 4 UNT** establecido por la **NOM-127-SSA1-2021** para agua destinada a consumo humano, lo que refleja una baja concentración de sólidos en suspensión o partículas coloidales.

Sólidos suspendidos totales (SST): Los valores fluctuaron entre **60 y 103 mg/L**, superando el LMP de **28 mg/L (NOM-001-SEMARNAT-2021)**. Esto sugiere un **aporte significativo de partículas** posiblemente derivadas de procesos de dragado, erosión o resuspensión de sedimentos finos en el canal. Aunque este exceso no necesariamente representa contaminación química, sí puede **afectar la transparencia y sedimentación** local del agua.

Sólidos disueltos totales (SDT): Las concentraciones, entre **38,007 y 42,050 mg/L**, **superan ampliamente el límite de 1,000 mg/L** establecido por la **NOM-127-SSA1-2021**, lo cual se explica por la **influencia marina** en la zona de vertimiento, donde la salinidad natural del agua incrementa la carga iónica. Este comportamiento no se asocia necesariamente a contaminación, sino a las condiciones naturales del estuario-marino.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5): En todas las muestras los valores fueron **<2.1 mg/L**, muy por debajo del límite de **120 mg/L (NOM-001-SEMARNAT-2021)**. Esto indica **ausencia de contaminación orgánica significativa** y confirma la buena calidad del agua en términos de carga biodegradable.

Coliformes fecales y totales: Los valores de coliformes totales y fecales se mantuvieron entre **3 y 145 UFC/100 mL**, muy por debajo del límite de **240 UFC/100 mL (NOM-003-ECOL-1997)**. Estos resultados evidencian **baja contaminación microbiológica**, lo que sugiere una limitada influencia de descargas domésticas directas en las zonas de vertimiento.

Enterococos fecales:

Con valores entre **14 y 201 NMP/100 mL**, las muestras cumplen con el límite máximo de **500 NMP/100 mL (NOM-001-SEMARNAT-2021)**. Este parámetro confirma **condiciones sanitarias adecuadas** y baja presencia de contaminación fecal reciente.

Salmonella: Se reportó **ausencia en todas las muestras**, lo que reafirma el bajo nivel de contaminación microbiológica en ambas zonas de vertimiento.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.6.5 Caracterización de sedimento canal de navegación interior y exterior del Río Tuxpan (granulometría y CRIT)

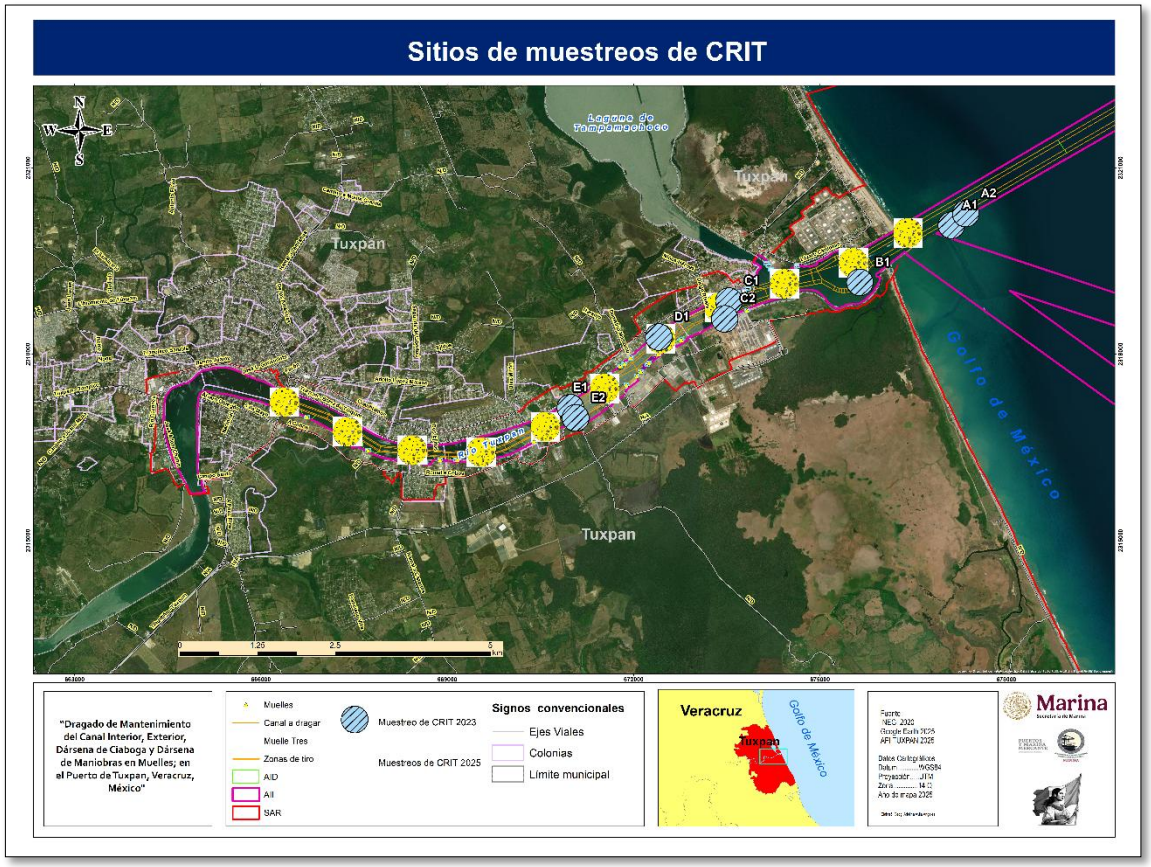
Para conocer las condiciones de los sedimentos que se pretenden dragar, se efectuó la caracterización del sedimento marino sobre el canal de navegación interior y exterior del Río Tuxpan en el Puerto de Tuxpan, para ello, se colectaron muestras en el mes de agosto de 2023 en diversos sitios del Canal de Navegación Exterior, en Dársena de Ciaboga 1, en Canal Principal TPT, en Canal Interior Canal y Dársena API, tal como se indica en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** IV-16 y Cuadro IV-26.

Por otra parte, y considerando el requerimiento que recibió la ASIPONA Tuxpan por el oficio SRA/DGIRA/DG-01858-24, específicamente en el punto 22, donde se solicita realizar análisis de sedimentos con las pruebas de Corrosividad, Reactividad, inflamabilidad y Toxicidad (CRIT) y granulometría, se complementaron los muestreos con la colecta de sedimentos en el mes de junio del 2025 (Mapa IV-16 y Cuadro IV-26),

Es preciso mencionar que para las muestras colectadas en el año 2023, se efectuaron pruebas de caracterización física y análisis CRIT fueron por el laboratorio Analyze Testing Group con las acreditaciones AG-0140-011/12 y AG-010-154/12 ante la entidad Mexicanan de Acreditación (EMA), mientras que las muestras obtenidas en 2025 se analizaron en su granulometria por el laboratorio IDECA S.A. de C.V con acreditación de la EMA 24LEC007 y las pruebas de CRIT se realizaron por el laboratorio Grupo Microanálisis con número de acreditación R-0103-005/12 ante la EMA y aprobada por la PROFEPA con en número PFPA-APR-LP-RS-015-A-BIS/2023.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-16 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO CRIT EN EL CANAL DE TUXPAN



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-26 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS SITIOS DE TOMAS DE MUESTRAS

Ubicación	No. muestra	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM ITRF92		Año de mues-treo
		Latitud N	Longitud W	X	Y	
Muestras colectadas en agosto de 2023						
Canal de Navegación Exterior	A1	20°58'22.0"	97°17'46.6"	677117.4605	2320077.6161	2023
	A2	20°58'28.1"	97°17'38.6"	677346.5321	2320267.6683	2023
Dársena de Ciaboga 1	B1	20°57'52.6"	97°18'38.0"	675642.3748	2319157.7582	2023
Canal Principal TPT	C1	20°57'43.5"	97°19'51.1"	673533.7837	2318855.7655	2023
	C2	20°57'34.3"	97°19'53.5"	673467.4064	2318572.124	2023
Canal Interior	D1	20°57'25.1"	97°20'30.4"	672404.4423	2318278.1343	2023
Canal y Dársena API	E1	20°56'48.6"	97°21'20.0"	670983.2012	2317140.922	2023
	E2	20°56'43.2"	97°21'17.2"	671065.7934	2316975.693	2023
Muestras colectadas en junio de 2025						
Canal de Tuxpan	1	20°56'52.94571"	97°23'59.38371"	666377.5893	2317227.9382	2025
Canal de Tuxpan	2	20°56'37.149892	97°23'24.39993"	667393.0668	2316752.3200	2025
Canal de Tuxpan	3	20°56'27.14473"	97°22'48.38821"	668436.5025	2316455.1309	2025
Canal de Tuxpan	4	20°56'25.80843"	97°22'09.90947"	669548.5399	2316425.3102	2025
Canal de Tuxpan	5	20°56'25.46576"	97°21'34.16650"	670581.2392	2316832.3868	2025
Canal de Tuxpan	6	20°56'58.42799"	97°21'00.86703"	671532.8076	2317448.8321	2025
Canal de Tuxpan	7	20°57'24.02337"	97°20'29.17261"	672440.2402	2318245.3930	2025
Canal de Tuxpan	8	20°57'40.05904"	97°19'56.55305"	673377.3713	2318748.3074	2025
Canal de Tuxpan	9	20°57'52.18858"	97°19'19.92458"	674431.5051	2319132.3703	2025
Canal de Tuxpan	10	20°58'02.87902"	97°18'41.44584"	675539.5063	2319472.8116	2025
Canal de Tuxpan	11	20°58'18.16087"	97°18'10.95067"	676415.3709	2319952.0804	2025

IV.3.1.6.5.1 Resultados de Granulometría

Para las muestras 19 muestras colectadas (ocho en el mes de agosto de 2023 y 11 muestras en el mes de junio de 2023) señaladas en el Cuadro IV-27, se realizó la determinación de la granulometría y materia orgánica evaluando la presencia de arena y grosor de grano, presencia y porcentaje de limo y arcilla, porcentaje de humedad y porcentaje de materia orgánica. En el Cuadro IV-27 se presentan los resultados de caracterización física del sedimento colectado en dos diferentes años, en los cuales se pueden observar algunas diferencias, posiblemente de deben a las épocas s diferentes en que se colectaron las muestras, ya que durante el mes de junio 2025, la precipitación pluvial alcanzó niveles muy altos, lo que pudo haber producido mayor movimiento de las corrientes del fondo del canal y por tanto mayor intercambio de partículas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Granulometría. Acorde a los resultados y su comparación (Cuadro IV-27), se observa que las muestras colectadas en agosto de 2023 que fueron colectadas en una época con baja precipitación difieren de las colectadas en el mes de junio de 2025 - año con una alta precipitación y gran arrastre, así como intercambio de materiales. Así para las muestras no alteradas de 2023 las muestras básicamente corresponden a limos y arcillas, mientras que las muestras de 2025 presentaron en promedio 40.3 porciento de arena muy fina, seguido de 22.4 % en promedio de arenas gruesas, después un 12.6% de arenas finas, y un 10.14 % de arena media.

Humedad. El porcentaje de humedad en general rebasa mayor el 60 por ciento, y solo el punto A1 (Canal de Navegación Exterior) presentó un porcentaje de por ciento de humedad. Las diferencias de humedad en las muestras de 2023 y 2025 muestra que los sedimentos de 2023 presentaron un menor porcentaje de humedad que alcanzó en promedio 56.33% y las muestras de sedimentos colectadas en 2025 alcanzaron un 67.27%, hecho que sin duda se relaciona con la cantidad de agua recibida en la temporada de lluvia de 2025.

Los valores de humedad varían entre 18.9 % y 96 %, con un promedio general de ~67 %.

- En 2023, los valores eran moderados, reflejando sedimentos consolidados y finos.
- En 2025, el aumento generalizado indica mayor porosidad y saturación, asociado a sedimentos más sueltos, con mayor mezcla de agua marina y material arenoso.

Esto es coherente con una mayor permeabilidad del sedimento, lo cual facilita las operaciones de dragado y reduce la compactación.

Materia orgánica (M.O). Las muestras colectadas en 2023 presentaron menor porcentaje de M.O. alcanzando en promedio 3.582 %, mientras en las muestras de 2025 se obtuvo un promedio 4.45%. En las muestras de 2023 el punto A1 (Canal de Navegación Exterior) presentó el menor porcentaje de materia orgánica con tan solo el 0.69 por ciento, mientras que el sitio E1 (Canal y Dársena API) contiene la mayor cantidad de materia orgánica con 5.65 por ciento. Para el caso de las muestras colectadas en 2025 la estación 3 presentó el nivel más elevado de 7.19% de MO.

El contenido de materia orgánica aumentó de 0.69–5.65 % (promedio 3.58 %) en 2023 a 2.01–7.19 % (promedio 4.48 %) en 2025.

Este incremento sugiere:

- Mayor aporte de detritos biológicos (fitoplancton, materia vegetal y residuos marinos).
- Intercambio más activo entre la columna de agua y el sedimento.
- Potencial recirculación de sedimento superficial, típica de áreas con movimiento físico o intervención.

Aunque los valores son moderadamente altos, no indican contaminación orgánica, sino actividad biológica normal en ambientes estuarinos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



CUADRO IV-27 RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA Y CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA

Parámetro	Unidades	Método Analítico	Resultado por muestra																	
			Resultados de agosto de 2023 Laboratorio Analyze					Promedio	Resultados de junio de 2025 Laboratorio IDECA											Promedio
			A1	B1	C1	D1	E1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Arena muy gruesa	%	Tamizado	0	0	0	0	0	**0**	23.06	17.22	27.96	31.71	63.36	34.18	7.84	0	22.47	12.09	7.54	**22.49**
Arena gruesa	%	Tamizado	0	0	0	0	0	**0**	6.35	6.33	9.35	7.33	7.25	9.18	8.19	0	6.73	6,11	1.21	**5.63**
Arena media	%	Tamizado	0	0	0	0	0	**0**	13.83	9.02	9.79	10.21	10.08	14.26	10.9	11.17	8.89	8.05	5.28	**10.13**
Arena fina	%	Tamizado	0	0	0	0	0	**0**	37.01	9.57	11.93	7,.90	4.97	9.11	7.58	8	14	13.01	23.45	**12.60**
Arena muy fina	%	Tamizado	0	0	0	0	0	**0**	17.07	56.12	42.22	40.11	12.1	29.15	55.12	40.59	41.3	57.1	59.32	**40.93**
Limo	%	Tamizado	100	100	100	100	100	**100**	1.83	1.38	1.36	2.17	2.11	3.83	7.28	3	6.05	3.17	3.04	**3.20**
Arcilla	%	Tamizado						**0**	0.16	0.36	0.39	0.57	0.13	0.31	3.29	0.35	0.56	0.47	0.15	**0.61**
Humedad	%		18.9	64.61	61.14	67.94	69.06	**56.33**	69	74	96	50	67	65	63	82	69	70	35	**67.27**
Materia orgánica	%	NOM-021-RECNAT-2000 AS-07	0.69	2.66	3.75	5.16	5.65	**3.582**	3.24	4.49	7.19	3.9	4.35	5.9	6.29	4.38	3.21	4.37	2.01	**4.48**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.6.5.2 Resultados de CRIT

Las 19 muestras colectadas en los sitios señalados en el Cuadro IV-26, fueron sometidas los análisis CRIT para la identificación de residuos peligrosos de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 "Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos"; se realizó un análisis CRIT (antes CRETIB) a las ocho muestras de sedimento, de conformidad con la norma de muestreo vigente NMX-AA-003-1980. Los parámetros evaluados se enlistan en el Cuadro IV-28.

CUADRO IV-28 PARÁMETROS EVALUADOS POR ANÁLISIS CRIT

Parámetro	Numeral NOM-052-SEMARNAT-2005	Características que definen a un residuo como peligroso
Corrosividad	7.2.1	pH menor o igual a 2.0 o pH mayor o igual a 12.5
	7.2.2	pH menor o igual a 2.0 o pH mayor o igual a 12.5
	7.2.3	Correo el acero a una velocidad de 6.35 mm/año o más
Reactividad	7.3.1	Se inflama en menos de 5 minutos
	7.3.2	Reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1L/Kg del residuo por hora
	7.3.3	Genera calor
	7.3.4	Genera más de 250 mg HCN/Kg
	7.3.4	Genera más de 500 mg H2S/Kg
Inflamabilidad	7.6.1	Temperatura inferior a 60.5°C
	7.6.2	Provoca fuego a 25°C
	7.6.3	Arde a 25°Cy 101.3 kPa
	7.6.4	Contribuye más que el aire a la combustión de otro metal
Toxicidad al ambiente	7.5.1	Resultados mayores a los LMP de la Tabla 2 de la NOM-052-semarnat-2005

Además de los parámetros del Cuadro IV-28 fueron analizados compuesto como son, metales pesados, compuestos orgánicos volátiles y orgánicos semi volátiles en sedimentos colectados con el apoyo de un buzo. En el Cuadro IV-29 se enlistan los compuestos analizados en las muestras de sedimento.

CUADRO IV-29 CONSTITUYENTES INORGÁNICOS (METALES), ORGÁNICOS VOLÁTILES Y ORGÁNICOS SEMI VOLÁTILES ANALIZADOS DE MUESTRAS DE SEDIMENTO

Parámetro	Método	Unidades
Constituyentes inorgánicos (metales)		
Arsénico lixiviable	US EPA 6010D 2018	mg/L PECT
Bario lixiviable	US EPA 6010D 2018	mg/L PECT
Cadmio lixiviable	US EPA 6010D 2018	mg/L PECT
Cromo lixiviable	US EPA 6010D 2018	mg/L PECT
Mercurio lixiviable	US EPA 7470A-1994	mg/L PECT
Plata lixiviable	US EPA 6010D 2018	mg/L PECT
Plomo lixiviable	US EPA 6010D 2018	mg/L PECT
Selenio lixiviable	US EPA 6010D 2018	mg/L PECT
Constituyentes orgánicos volátiles		
Benceno	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
Clorobenceno	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
Cloroformo	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
Cloruro de vinilo	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
1,4-Diclorobenceno	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
1,2-Dicloroetano	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
1,2-Dicloroetileno	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
Metil Atil Cetona	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
Tetracloroetileno	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Parámetro	Método	Unidades
Tetracloruro de carbono	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
Tricloroetileno	US EPA 8260D 2018	mg/L PECT
Constituyentes orgánicos semi volátiles		
Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D)	US EPA 8321B 2007	mg/L PECT
Ácido 2,4-Triclorofenoxipropionico (Silvex)	US EPA 8321B 2007	mg/L PECT
Clordano	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
0-Cresol	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
m y p-Cresol	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Cresol (suma de isomeros	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
2,4-Dinitrotolueno	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Endrin	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Heptacloro	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Heptacloro epóxido	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Hexaclorobenceno	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Hexaclorobutadieno	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Hexacloroetano	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Lindano	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Metoxicloro	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Nitrobenceno	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Pentaclorofenol	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Piridina	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
Toxafeno	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
2,4,5-Triclorofenol	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT
2,4,6-Triclorofenol	US EPA 8270E 2018	mg/L PECT

En los Cuadros IV-28 y IV-29, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los numerales y parámetros evaluados de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Acorde a los resultados de las muestras colectadas en 2023 y 2025, 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 (ver resultados y cadenas de custodia en los anexos).

En cuanto a la Corrosividad, las muestras presentaron pH entre 7.51 y 9.42, valores que no rebasan los límites máximos permisibles para considerarse residuo peligroso. Es de resaltar que el pH es más alto en las muestras de los sitios más cercanos a la zona marina.

Para el caso de la reactividad, la mayoría de las muestras colectadas en 2023 y 2025, 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.

Considerando la información anterior, se presenta en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** con las conclusiones de todos los resultados obtenidos, destacando que todos los sedimentos muestreados no son corrosivos, no son reactivos, no son inflamables y no son tóxicos al ambiente, por lo que no se consideran residuo peligroso de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Respecto a la identificación y cuantificación de constituyentes inorgánicos (metales), orgánicos volátiles y orgánicos semivolátiles. Como anexo del presente capítulo se presenta informe a detalle del análisis CRIT y granulometría de sedimento. En el caso de los metales fueron detectadas trazas de Ba, Cr y Cd en las muestras obtenidas en el año 2023 sin embargo en ningún caso se rebaso la normatividad de agua. Para el caso de los metales pesados, como se podrá observar en las cadenas de custodia, se encontró la presencia de Bario lixiviable (Ba), Cromo lixiviable (Cr), Plata lixiviable (Ag), Plomo lixiviable (Pb) estos variaron en concentraciones, y en ningún caso se rebaso el límite máximo permisible (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Para el caso de las muestras colectadas en 2025 se analizaron a) Arsénico, b) Selenio, c) Bario, d) Camio, e) Cromo, f) Plata, g) Plomo y h) Mercurio mismas que fueron detectadas, pero todas en concentraciones bajas, confirmando que los sedimentos que se pretenden dragar no corresponden a materiales peligrosos.

Por todo lo anterior, se concluye que:

1. Los sedimentos del Canal de Tuxpan no son corrosivos, reactivos, inflamables ni tóxicos, cumpliendo todos los numerales del CRIT de la NOM-052-SEMARNAT-2005.
2. Las concentraciones de metales pesados son muy bajas, dentro de los límites permisibles internacionales.
3. No se detecta riesgo de contaminación ambiental en caso de dragado o remoción del material.
4. El comportamiento químico es estable entre 2023 y 2025, lo que indica condiciones naturales del sistema y baja influencia antropogénica reciente.
5. El material dragado puede considerarse inerte y no peligroso, apto para disposición o aprovechamiento conforme a los lineamientos ambientales vigentes.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



CUADRO IV-30 RESULTADOS DE ANÁLISIS CRIT PARA CADA PARÁMETRO Y NUMERAL DE LA NOM-052-SEMARNAT-2005 EVALUADO EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS 2023

Pará-metro	Numeral NOM-052	Resultado por muestra							
		A1	A2	B1	C1	C2	D1	E1	E2
Corrosividad	7.2.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	7.2.2	7.51	8.56	8.43	7.98	7.86	8.42	8.04	8.06
	7.2.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Reactividad	7.3.1	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I
	7.3.2	N R	N R	N R	N R	N R	N R	N R	N R
	7.3.3	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC
	7.3.4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	0.035
	7.3.4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
Inflamabilidad	7.6.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	7.6.2	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
	7.6.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	7.6.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Toxicidad al ambiente	7.5.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Notas: N.A. =M No aplica, NGC= No genera Calor, NI=No inflama, NG No genera, Neg = Negativo, NR = No reacciona*

CUADRO IV-31 RESULTADOS DE ANÁLISIS CRIT PARA CADA PARÁMETRO Y NUMERAL DE LA NOM-052-SEMARNAT-2005 EVALUADO EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS EN 2025

Parámetro	Numeral NOM-052	Resultado por muestra										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Corrosividad	7.2.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	7.2.2	9.10 +/- 18	8.73 +/- 0.17	8.63 +/- 0.17	8.51 +/- 0.17	8.59 +/- 0.17	8.19 +/- 0.16	9.42 +/- 0.19	8.18 +/- 0.16	8.71 +/- 0.17	8.10 +/- 0.16	7.77 +/- 0.16
	7.2.3	NA	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Reactividad	7.3.1	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I	N.I

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Parámetro	Numeral NOM-052	Resultado por muestra										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	7.3.2	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	7.3.3	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC	NGC
	7.3.4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	7.3.4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
Inflamabilidad	7.6.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	7.6.2	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg						
	7.6.3	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es
	7.6.4	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es	No lo es
Toxicidad al ambiente	7.5.1	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP	M a LMP

Notas: N.A. =M No aplica, NGC= No genera Calor, NI=No inflama, NG No genera, Neg = Negativo, NR = No reacciona*

CUADRO IV-32 CONCLUSIONES PARA PARA PARÁMETRO EVALUADO EN CADA MUESTRA DE SEDIMENTO

Paráme-tro	Uni dad es	Refe-rencia	Conclusión por muestra																		
			Muestras del 2023								Muestras del 2025										
			A1	A2	B1	C1	C2	D1	E1	E2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Corrosividad	u de pH	EPA-9045D-2004	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo	No Corrosivo
Reactividad	mg/Kg	EPA-9014-1996 / EPA-9034-1996	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo	No reactivo
Inflamabilidad	mm/seg	EPA-1030-1996	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable	No Inflamable

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Parámetro	Unidades	Referencia	Conclusión por muestra																		
			Muestras del 2023								Muestras del 2025										
			A1	A2	B1	C1	C2	D1	E1	E2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Toxicidad al ambiente	mg/L	EPA-827OD-2007 / EPA-8260C	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente	No Tóxico al ambiente

CUADRO IV-33 RESULTADOS DE METALES PESADOS (MG/L)MUESTRAS OBTENIDAS EN 2023

Metal	A1	A2	B1	C1	C2	D1	E1	E2	LMP
Arsénico	0	0	0	0	0.0080	0	0	0	5
Bario	0.3620	0.4320	0.5350	0.3180	0.4920	0.3930	0.3260	0.5970	100
Cromo	0.0040	0.0030	0.0030	0.0040	0.0030	0.0030	0.0040	0.0070	5
Plata	0	0.0050	0.0590	0.0510	0.0400	0.0250	0.0470	0.8050	5
Plomo	0.0120	0.0080	00050	0.0150	0.0200	0.0080	0.0100	0.0180	5

LMP. Límites Máximos Permisible

CUADRO IV-34 RESULTADOS DE METALES PESADOS (MG/L)MUESTRAS OBTENIDAS EN 2025

Metal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	LMP
Arsénico	<0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	5
Selenio	0.120 +/- 0.10	0.090 +/- 0.007	0.130 +/- 0.010	0.070 +/- 0.006	0.130 ± 0.010	0.130 ± 0.28	0.090 ± 0.007	0.160 ± 0.013	0.160 ± 0.013	0.120 ± 0.010± 0.28	0.170 ± 0.014± 0.28	1
Bario	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	100
Cadmio	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1
Cromo	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	5
Plata	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5
Plomo	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	5
Mercurio	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.2

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7 Oceanografía

El SAR forma parte de la Cuenca semicerrada del Golfo de México (GM) el cual se comunica con el mar Caribe y Océano Atlántico a través del Canal de Yucatán y del Estrecho de Florida, respectivamente., presentando una batimetría variable.

La porción marina del SAR corresponde a la plataforma continental frente a Veracruz y Tamaulipas caracterizada por ser muy estrecha y su profundidad máxima es de 22 m.

Durante el invierno, la región recibe la influencia de masas de aire frío y seco provenientes de Norteamérica, que al interactuar con las masas de aire tropical generan frentes fríos (frontogénesis), principalmente de octubre a abril. Estos frentes producen vientos de hasta 30 m/s, descenso de temperatura y lluvias. En verano, predomina la influencia de vientos tropicales; alrededor del 60% de los sistemas ciclónicos que se forman alcanzan categoría de huracán, registrándose el mayor número de tormentas en septiembre. **Las características oceanográficas del Golfo de México influyen directamente en la zona costera, modificando la termoclina y favoreciendo la circulación oceánica.**

Con el propósito de comprender la hidrodinámica costera del SAR, a continuación, se describen los principales aspectos relacionados con las mareas, el oleaje, las corrientes, las masas de agua y los patrones de dispersión de partículas.

IV.3.1.7.1 Mareas

El régimen de mareas en Tuxpan es de tipo mixto, predominantemente diurno. De acuerdo con información de la Secretaría de Marina (SEMAR, 2021), correspondiente al periodo mayo de 1999 a diciembre de 2021, la pleamar máxima registrada fue de **1.04 m** y la bajamar mínima de **-0.47 m**, con un rango mareal total de **1.51 m**. El nivel medio de pleamar superior fue de **0.494 m**, y el de bajamar media inferior de **0.00 m**, referidos al nivel de bajamar media inferior (NBMI).

CUADRO IV-35 PLANOS DE MAREAS REFERIDOS AL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR (NBMI)EN EL PUERTO DE TUXPAN

Planos de mareas referidos al NBMI		
Referencia	Pies	Metros
Pleamar Máxima Registrada	3.412	1.04
Nivel de pleamar media superior	1.621	0.494
Nivel de pleamar media	1.518	0.463
Nivel Medio del mar	0.914	0.279
Nivel de bajamar media	0.233	0.071
Nivel de bajamar medio inferior	0.00	0.00
Bajamar mínima registrada	-1.542	-0.47

IV.3.1.7.2 Oleaje

En esta región, existen cuatro tipos de oleaje,

- **Oleaje local**, asociado a los vientos de baja y moderada energía.
- **Oleaje de brisa marina**, con periodos muy cortos (2–3 s) y alturas aproximadas de 0.5 m.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

- **Oleaje de tormenta**, generado por los vientos del norte, de gran importancia por su poder erosivo, ya que produce desplazamientos de arena y mareas de tormenta que inundan las zonas bajas.
- **Oleaje de huracán**, con alturas superiores a 4 m, altamente destructivo.

IV.3.1.7.3 Corrientes

El Golfo de México es un mar semicerrado con plataformas continentales de profundidad variable. **La dinámica de circulación está fuertemente influenciada por la batimetría y los forzamientos físicos**[24], lo que genera distintos patrones de flujo en aguas oceánicas, costeras y de plataforma.

La **Corriente de Lazo**[25] domina la circulación general del Golfo. Se origina en el Canal de Yucatán (como Corriente de Yucatán), con velocidades de hasta 1.8 m/s. Al ingresar al Golfo, gira hacia el norte y posteriormente al este, saliendo por el Estrecho de Florida.

Esta corriente forma remolinos anticiclónicos de más de 250 km de diámetro y profundidades superiores a 800 m, con velocidades de desplazamiento de 5 km/día y tiempos de vida que superan un año (Zavala-Hidalgo et al., 2006; Sturges y Leben, 2000; Müller-Karger et al., 2015).

En las zonas costeras de Texas, Tamaulipas, Veracruz y Tabasco, la circulación está dominada por el viento, con marcada estacionalidad:

- Otoño e invierno: vientos del norte.
- Primavera y verano: vientos del sur, sureste y suroeste.

Estos vientos influyen directamente sobre las corrientes y el oleaje en las plataformas continentales (Zavala-Hidalgo et al., 2003).

En la zona frente a Tuxpan, las mediciones indican que:

- **En invierno**, las corrientes se dirigen al sur, con magnitudes de 22 a 28 cm/s (hasta 45 cm/s hacia Cazones).
- **En verano**, predominan corrientes hacia el oeste y noroeste (28–33 cm/s).
- **En otoño**, las direcciones son variables.
- **En invierno**, se registran las menores velocidades (6–28 cm/s).

En conjunto, la circulación local es variable, con una tendencia hacia el sur en invierno y primavera, y hacia el oeste-noroeste en verano y otoño, influenciada principalmente por los patrones de viento.

---

[24] *Un forzamiento físico marino se refiere a un proceso físico, como el viento o las mareas, que modifica los estados del océano, como la temperatura, las corrientes, el nivel del mar y otros factores. Estos forzamientos pueden incluir el viento, las fuerzas de marea, la radiación solar, la descarga de agua dulce y las diferencias de densidad del agua, que impulsan la circulación oceánica y afectan la vida marina y el clima global.*

[25] 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.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7.4 Masas de agua

La estratificación vertical del Golfo de México permite identificar distintas masas de agua, definidas por sus propiedades de temperatura y salinidad (Cuadro IV-36).

CUADRO IV-36 TIPOS DE MASA DE AGUA

Masa de agua	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (UPS)	Características
Aguas superficiales	0–50	23–30	35–36.7	Influenciadas por viento y mezcla superficial.
Agua Subsuperficial Subtropical (ASS)	50–250	21–23	36.6–37	Masa típica del Golfo.
Agua Central del Atlántico Norte (ACAN)	250–750	7–20	36–36.7	Procedente del Atlántico Norte.
Agua Profunda Noratlántica (APNA)	>950	1.5–4	34.8–35	Fría, densa y de origen boreal.

Los vientos en superficie favorecen la mezcla vertical dentro de la capa superficial, especialmente durante los eventos de “norte” y las tormentas tropicales (junio–noviembre). En promedio, el viento induce un giro anticiclónico en el norte del Golfo y ciclónico en el suroeste.

Las características locales del Puerto de Tuxpan son.

El Puerto de Tuxpan, localizado en el centro del litoral veracruzano (20°58'N; 97°19'W), abarca una superficie de 6,407 ha, de las cuales 58.6 ha corresponden a terrenos federales y 6,348.4 ha a zona federal marítimo-terrestre.

El Río Tuxpan presenta una profundidad máxima de 11.9 m sobre la barra, con rompeolas que se extienden 0.25 millas mar adentro. La profundidad mínima hasta la ciudad es de 10.2 m, permitiendo la navegación de embarcaciones con calado de hasta 2.1 m a una distancia de 7 millas río arriba.

La Laguna de Tampamachoco, ubicada al sur del puerto, tiene una extensión aproximada de 1,500 ha y se comunica con el río Tuxpan. Presenta variaciones térmicas y salinas estacionales:

- Temporada fría (noviembre–febrero): dominada por vientos del norte.
- Temporada seca (marzo–mayo): clima más cálido y seco.
- Temporada húmeda (junio–octubre): predominan lluvias y alta humedad.

Durante el invierno, la corriente costera se dirige hacia el norte, invirtiéndose en verano. A 15–20 millas de la costa, las corrientes mantienen dirección norte, con velocidades cercanas a 1 nudo. En la bocana del río, las corrientes son fuertes y variables.

La marea es de tipo **semidiurno micromareal**, con un rango promedio de **0.7 m**. El oleaje varía estacionalmente:

[redacted]30

- **Octubre–mayo:** oleaje influenciado por vientos del norte, con alturas de **2.5–5.0 m**.
- **Mayo–noviembre:** asociado a sistemas de baja presión y ciclones tropicales.

Debido a la falta de mediciones recientes de oleaje y corrientes en la zona de descarga y en el canal, se recomienda realizar **evaluaciones actualizadas** para complementar la caracterización oceanográfica.

IV.3.1.7.5 Estudio de hidrodinámica

Con el propósito de conocer de manera detallada el comportamiento hidrodinámico del SAR y AIP, se llevó a cabo un estudio hidrodinámico, en atención a lo solicitado en el inciso A del punto 23 del oficio SRA/DGIRA/DG-01858-24. A continuación, se presenta la información obtenida.

Los estudios hidrodinámicos en zonas costeras constituyen evaluaciones técnicas fundamentales para analizar el comportamiento del agua marina, las olas, las mareas y las corrientes. Estos estudios son esenciales en el diseño de infraestructura marítima, la protección contra la erosión e inundaciones, así como en la gestión ambiental de zonas litorales. Además, resultan especialmente útiles en proyectos de dragado, ya que permiten comprender cómo se comportan el agua y los sedimentos en el área de intervención, así como los posibles efectos derivados de dichas actividades. Entre los beneficios principales de realizar un estudio hidrodinámico previo destacan los siguientes:

- Determinar el tipo de dragado más adecuado (mecánico, hidráulico, entre otros).
- Planificar el momento óptimo para realizar las operaciones (marea alta o baja) con el fin de maximizar la eficiencia.
- Reducir los riesgos de inestabilidad del fondo marino o de daños a infraestructuras cercanas.

En este contexto, se efectuó un estudio hidrodinámico con los siguientes objetivos específicos:

a) Proporcionar datos de oleaje y corrientes en la desembocadura del río Tuxpan (zona del canal) y en la zona de Tiro (zona de descarga), considerando las actividades de dragado de sedimentos para el mantenimiento de los canales del Puerto de Tuxpan.
b) Evaluar las características del oleaje, en específico la altura significante, Hs, el periodo pico, Tp, y la dirección pico, Dp.
c) Caracterizar las mareas y las corrientes en la desembocadura del río Tuxpan y en la zona de Tiro a partir de las observaciones obtenidas durante el periodo de muestreo.
d) Desarrollar un modelo hidrodinámico considerando el comportamiento del oleaje, las corrientes litorales, corrientes marinas de la zona de tiro, efectos del cauce del rio y de los cuerpos de aguas adyacentes (Laguna de Tampamachoco y zona de humedales, con datos batimétricos recientes.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

El estudio de campo incluyó mediciones de larga duración mediante la instalación de equipos especializados para el registro de series de tiempo del oleaje, la marea y las corrientes. Para ello, se colocaron dos perfiladores acústicos Doppler (ADCP, por sus siglas en inglés): uno en el Canal del Río Tuxpan y otro en la zona de vertimiento de sedimentos producto del dragado.

Nota: en los anexos del Capítulo VIII, se incluyó informe completo

Los parámetros medidos sirvieron como base para implementar, calibrar y validar el modelo numérico hidrodinámico. Entre ellos destacan las velocidades de oleaje y corrientes, registradas entre el 26 y 27 de junio y el 6 de agosto de 2025.

Los resultados obtenidos muestran que el oleaje proviene predominantemente del Este-Noreste (ENE), siendo más energético en la zona de descarga (mar abierto) que en el canal. Las corrientes presentan una dirección principal hacia el Noroeste (NW) en la zona de vertimiento, mientras que en el canal se orientan hacia el Este-Sureste (E-SE), influenciadas por la descarga fluvial del río. Las mareas observadas exhiben un régimen diurno micromareal, con una marcada modulación fluvial en la zona del canal.

IV.3.1.7.5.1 Estaciones de muestreo con ADCP.

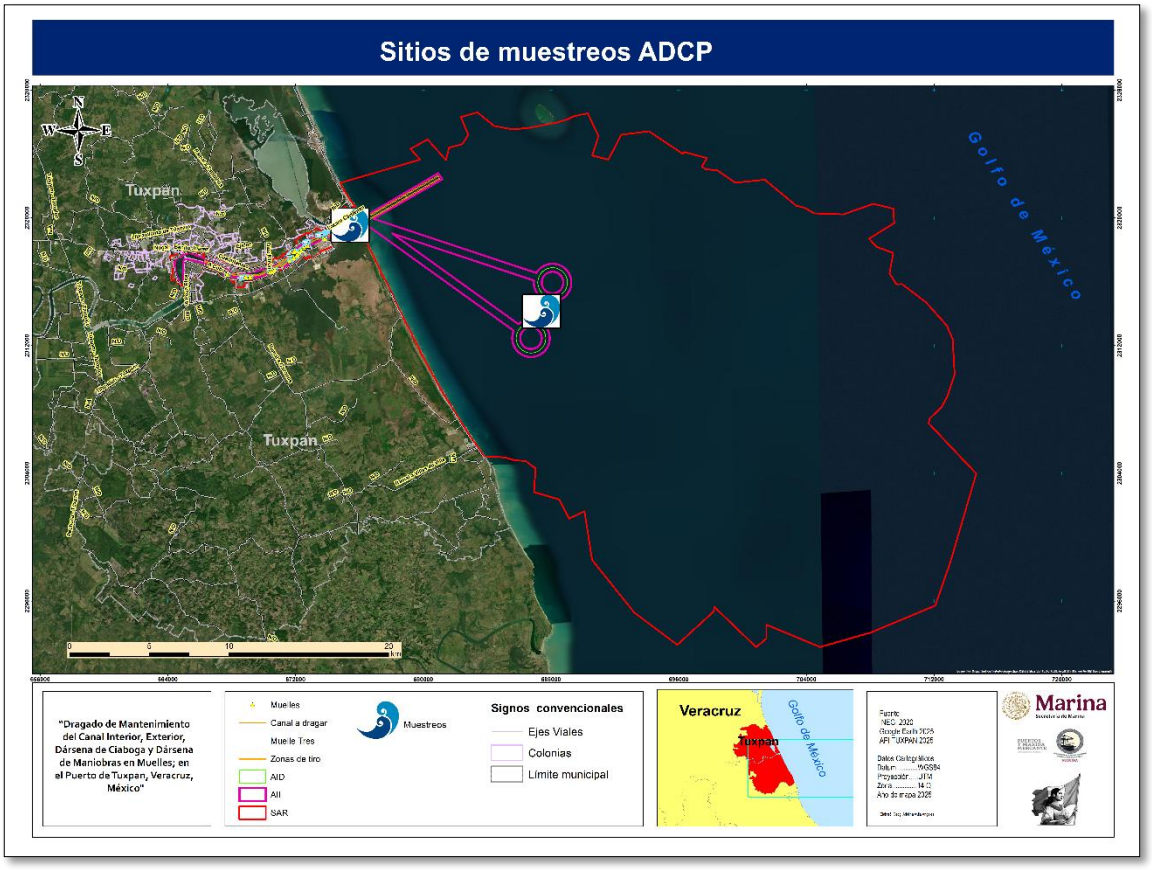
Para el estudio hidrodinámico se instalaron dos Perfiladores Acústicos Doppler (ADCP, por sus siglas en inglés) marca Nortek, modelo Signature1000, en dos puntos estratégicos: la zona de vertimiento (zona de descarga o tiro) y el Canal del Río Tuxpan (Mapa IV-17).

Zona de vertimiento: El equipo se colocó a una profundidad de 19.5 m, en el punto geográfico con coordenadas 20° 56’ 1.2’’ N y 97° 14’ 17.9’’ W, correspondiente al sitio destinado a la descarga de los sedimentos dragados.

Canal de Tuxpan: El segundo ADCP, con las mismas características, se instaló a una profundidad de 12.4 m, en el punto 20° 58’ 5.7’’ N y 97° 18’ 44.8’’ W, dentro del canal principal del Río Tuxpan.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-17 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE INSTALACIÓN DE LOS ADCPS: ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO) Y ZONA DEL CANAL EN TUXPAN, VERACRUZ.



Durante el periodo de medición —del **27 de junio al 7 de agosto de 2025** en la zona de vertimiento y del **26 de junio al 6 de agosto de 2025** en el canal— se obtuvieron series de tiempo continuas con registros promediados cada **30 minutos,** para las variables **altura significativa del oleaje (Hs)**, **dirección pico (Dp)** y **período pico (Tp)**.

A partir de los datos obtenidos, se generaron **rosas de oleaje** (diagramas polares) que representan la frecuencia y dirección del oleaje, así como **rosas de corrientes**, elaboradas con base en las magnitudes y direcciones de las velocidades medidas.

Las corrientes se analizaron mediante **gráficas de contornos de rapidez** y de las **componentes ENU (Este-Norte-Arriba)**, representadas en función de la **profundidad (eje vertical)** y el **tiempo (eje horizontal)**, utilizando los valores promediados en intervalos de 30 minutos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7.5.2 Resultados de las series de tiempo parámetros de oleaje

Zona de descarga o zona tiro. El ADCP instalado en la zona de descarga o tiro capturó información durante el periodo del 27 de junio de 2025 15:30 hrs CST al 7 de agosto de 2025 14:00 hrs CST. Se obtuvieron datos promedio cada 30 minutos para evaluar los parámetros de oleaje utilizando series de tiempo de **altura significante (Hs)**, **periodo de la ola pico (Tp)**, y **dirección de la ola pico (Dp).** El oleaje predominante se caracterizó utilizando las series de tiempo promedio y un diagrama polar construido con los datos promedio de altura significante y dirección pico del oleaje (Ilustración IV-27). El periodo de muestreo corresponde a 983 hrs (~40.96 días) de los días del año 178.64 a 219.58 del año 2025.

Las series de tiempo de la altura significante, periodo de la ola pico y dirección de la de la ola pico se muestran en la Ilustración IV-27. **La altura significante promedio es 0.91 m con un rango de 0.25 a 2.63 m** con valores máximos alrededor de los días 182 y 193. **El oleaje tiene una alta variabilidad temporal con eventos de oleaje significativo que duplica o triplica el oleaje promedio**. El **promedio del periodo de la ola pico fue de 5.20 s con un rango de 3.71 a 8.22 s**. como se muestra en el Cuadro IV-37. Los valores máximos de Tp tienden a coincidir con los máximos de Hs, indicando oleaje de mayor energía. También hay correlación entre valores bajos de Hs y valores bajos de Tp, indicando que en periodos de calma el oleaje de baja altura significante es de periodo corto. La **dirección de la ola pico promedio es 83.53° con un rango de 49.66 a 153.54°.** La dirección es relativamente estable entre 75-100° durante los días 185-205. Se observan variaciones importantes entre los días 210-215 donde el rango de la dirección oscila entre 50-150°.

Las series de tiempo de Hs y Dp se utilizaron para construir un diagrama polar para identificar las dirección y altura significante predominante durante el periodo de muestreo (Ilustración IV-27- d). En este diagrama es posible observar que hay dos direcciones de oleaje predominantes en la zona estudiada. Una componente de dirección del oleaje que viene del E y otra componente de dirección ENE. Existe también una componente menor con dirección ESE.

CUADRO IV-37 VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS PARÁMETROS DE OLEAJE: ALTURA SIGNIFICANTE (HS), DIRECCIÓN (DP) Y PERIODO (TP) DEL OLEAJE OBTENIDOS EN LA ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO).

	Hs (metros)	Dirección (grados)	Periodo (segundos)
Promedio	0.91	83.53	5.20
STD	0.36	12.36	0.78
Min	0.25	49.66	3.71
Max	2.63	153.54	8.22

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

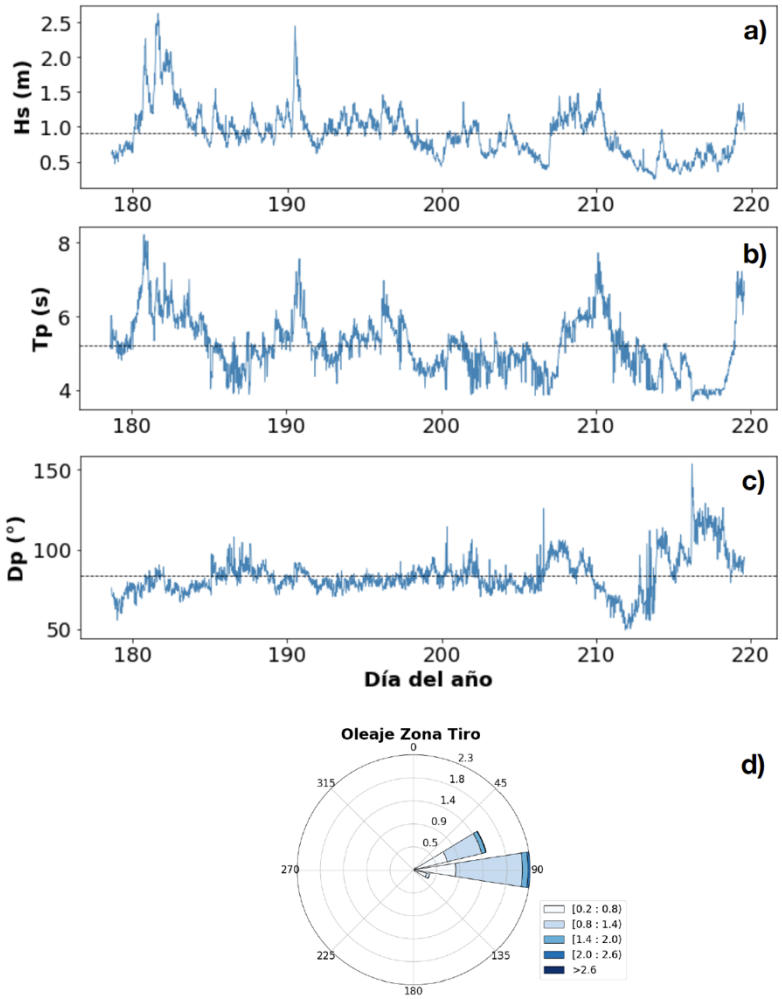
IV.3.1.7.5.3 Interpretación Meteorológica

Las variaciones observadas sugieren la influencia de:

- Sistemas de baja presión: Los picos de Hs y cambios en Dp (especialmente después del día 205) pueden estar asociados con el paso de ciclones o frentes
- Condiciones de calma: Los períodos con Hs por debajo del promedio indican condiciones de calma que coinciden con Tp bajos
- Rosa de vientos: El diagrama polar muestra predominancia de oleaje del sector E-NE, consistente con los patrones direccionales observados

La **serie temporal demuestra la influencia de sistemas meteorológicos transitorios sobre el régimen de oleaje local**. En **condiciones de calma, se encontró oleaje local (brisa marina)** con períodos cortos de 4-6 segundos, **mientras que en condiciones de tormenta distante el oleaje tiene períodos largos mayores a 8 segundos.**

ILUSTRACIÓN IV-25 DATOS DE OLEAJE ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO).

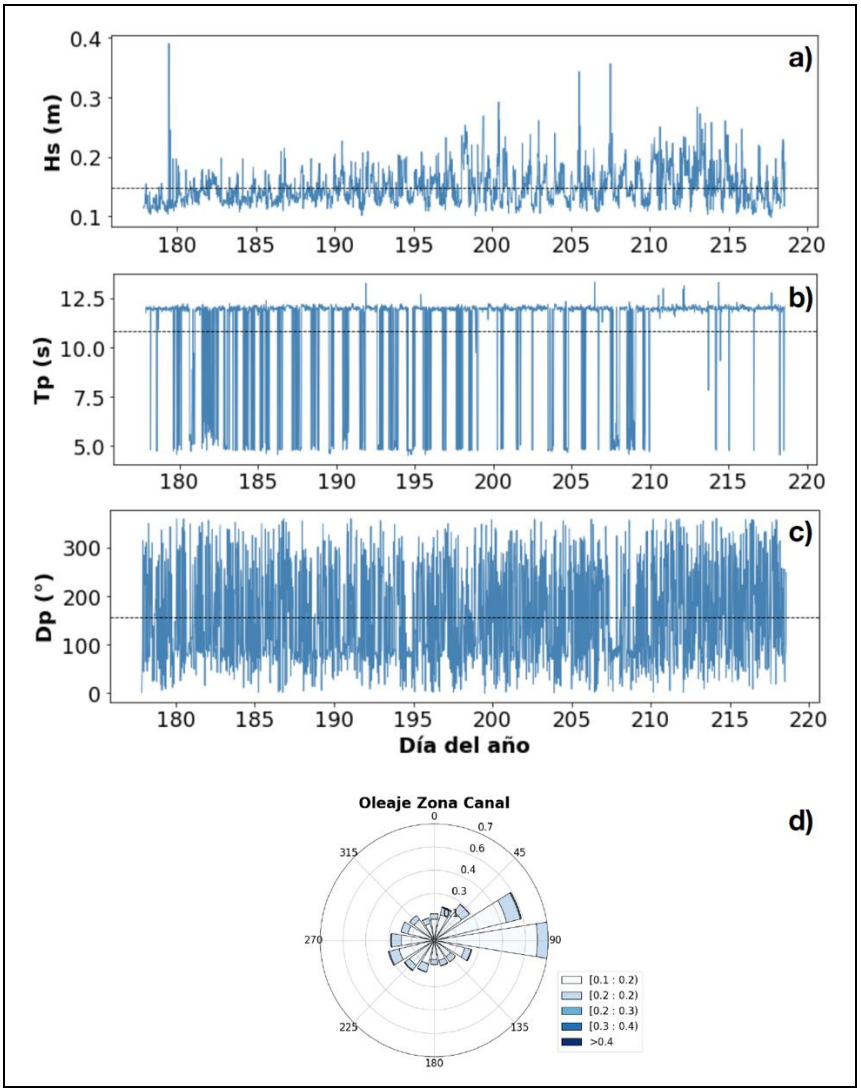


Notas.
a) serie de tiempo de altura significante Hs, b) serie de tiempo de periodo de la ola pico Tp,
c) serie de tiempo de la dirección de la ola pico Dp,
d) distribución de la altura significante (Hs) y la dirección de la ola pico (Dp) obtenidos con el ADCP.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Zona del canal. El ADCP instalado en la zona del canal capturó información durante el periodo del 26 de junio de 2025 20:30 hrs CST al 6 de agosto de 2025 14:00 hrs CST. Se obtuvieron datos promedio cada 30 minutos para evaluar los parámetros de oleaje utilizando series de tiempo de altura significante (Hs), periodo de la ola pico (Tp), y dirección de la ola pico (Dp). El oleaje predominante se caracterizó utilizando las series de tiempo promedio y un diagrama polar construido con los datos promedio de altura significante y dirección pico del oleaje (Ilustración IV-28). El periodo de muestreo corresponde a 978.5 hrs (~40.77 días) de los días del año 177.85 a 218.58 del año 2025.

ILUSTRACIÓN IV-26 DATOS DE OLEAJE ZONA DEL CANAL



Notas.
a) serie de tiempo de altura significante Hs,
b) serie de tiempo de periodo de la ola pico Tp,
c) serie de tiempo de la dirección de la ola pico Dp,
d) distribución de la altura significante (Hs) y la dirección de la ola pico (Dp) obtenidos con el ADCP

Las series de tiempo de la altura significante, periodo de la ola pico y dirección de la de la ola pico se muestran en la Ilustración IV-28 3a-c. **La altura significante promedio es 0.15 m con un rango de 0.10 a 0.39 m** con la mayoría de los valores entre 0.12 a 0.25 m. Se observan máximos alrededor del día 178 y algunos eventos aislados posteriores. Se observan valores mínimos ~0.10 m durante la mayor parte del periodo de muestreo. **El oleaje está significativamente atenuado debido a la ubicación**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

protegida dentro del canal del río Tuxpan. El periodo de la ola pico promedio es 10.83 s con un rango de 4.53 a 13.32 s. como se muestra en el Cuadro IV-38. Es importante notar **que se observan dos períodos predominantes bien definidos asociados a oleaje local (~5 s) y oleaje de fondo (~12 s**). La alternancia temporal de estos periodos sugiere diferentes fuentes de energía del oleaje. Se observa que existe una asociación entre los valores más altos de Hs con periodos de ~12 s. La dirección de la ola pico promedio es 157.56° con un rango de 0.04 a 359.97° lo que demuestra una alta variabilidad direccional del oleaje. Sin embargo, **existe una tendencia general a la concentración del oleaje en el sector E-SE. La alta variabilidad direccional refleja**:

- Reflexiones y refracciones dentro del canal
- Influencia del oleaje local multidireccional
- Efectos morfológicos y batimétricos del canal

El diagrama polar para identificar la dirección y altura significante predominante durante el periodo de muestreo demuestra que hay dos direcciones predominantes en la zona estudiada (Ilustración IV-28 3d). Una componente de dirección del oleaje que viene del E y otra componente de dirección ENE. Existen también otras componentes menores con direcciones NE y SE y otro grupo que incluye direcciones diversas asociadas al sitio de instalación donde se observa una alta variabilidad direccional del oleaje.

CUADRO IV-38 VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS PARÁMETROS DE OLEAJE: ALTURA SIGNIFICANTE (HS), DIRECCIÓN (DP) Y PERIODO (TP) DEL OLEAJE OBTENIDOS EN LA ZONA DEL CANAL.

Promedio	Hs (metros)	Dirección (grados)	Periodo (segundos)
	0.15	157.56	10.83
STD	0.03	99.30	2.60
Min	0.10	0.04	4.53
Max	0.39	359.97	13.32

IV.3.1.7.5.4 Interpretación Oceanográfica

Las variaciones observadas sugieren la influencia de los efectos de protección del canal en el oleaje.

Se observa:

- Atenuación significativa del oleaje con una Hs promedio 6-7 veces menor que en la zona de descarga
- Filtrado espectral dado que solo penetran las componentes de menor frecuencia del oleaje oceánico,
- Generación local caracterizado por el predominio del oleaje generado por vientos locales (brisa marina)

El diagrama polar muestra:

- Direcciones predominantes E-SE, alineadas con la orientación del canal.
- Distribución de alturas donde la mayoría de eventos están en el rango 0.1-0.3 m.
- Patrón direccional que refleja la canalización del oleaje por la morfología costera

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

La serie temporal **indica un ambiente marino protegido donde predomina el oleaje local de baja energía,** con penetración ocasional de componentes de período largo desde el océano abierto.

IV.3.1.7.5.5 Series de tiempo y diagramas de profundidad-tiempo de parámetros de corrientes

Zona de descarga o zona tiro. El ADCP instalado en la zona de descarga (zona tiro) capturó información durante el periodo del 27 de junio de 2025 15:30 hrs CST al 7 de agosto de 2025 14:00 hrs CST se obtuvieron datos promedio cada 30 minutos para evaluar la predominancia de las corrientes utilizando series de tiempo del promedio en la vertical, diagramas profundidad-tiempo, y un diagrama polar construido con los datos promedio de rapidez y dirección de las corrientes (Ilustración IV-29 a-c). El periodo de muestreo corresponde a 983 hrs (~40.96 días) de los días del año 178.64 a 219.58 del año 2025.

El promedio en la vertical de las componentes de velocidad U, V, W se muestra en la Ilustración IV-29 a y ahí es posible observar cambios de intensidad de la corriente durante las 983 horas analizadas. **Es claro que para esta localidad la componente más importante en magnitud es la componente meridional, seguida por la zonal y la vertical. El promedio de las componentes U, V, y W de las series de tiempo es de -4.4, 9.3, y 0.1 cm/s con un rango de las componentes U, V, y W de -18.3 a 7.3, -13.3 a 32.1, y -0.6 a 0.8 cm/s, respectivamente** como se muestra en la Cuadro IV-39. La componente U muestra oscilaciones de baja amplitud alrededor de cero y valores generalmente negativos (hacia el oeste) con fluctuaciones menores. La componente V muestra oscilaciones regulares muy evidentes asociadas a la señal de marea con una variabilidad que aumenta durante eventos meteorológicos. La componente W se caracteriza por su magnitud varios órdenes de magnitud menores que las componentes horizontales y muestra fluctuaciones aleatorias de baja amplitud.

CUADRO IV-39 VALORES ESTADÍSTICOS DE LA RAPIDEZ, DIRECCIÓN, Y COMPONENTES DE VELOCIDAD DE LA CORRIENTE OBTENIDOS EN LOS PERFILES DE LA ZONA DE DESCARGA.

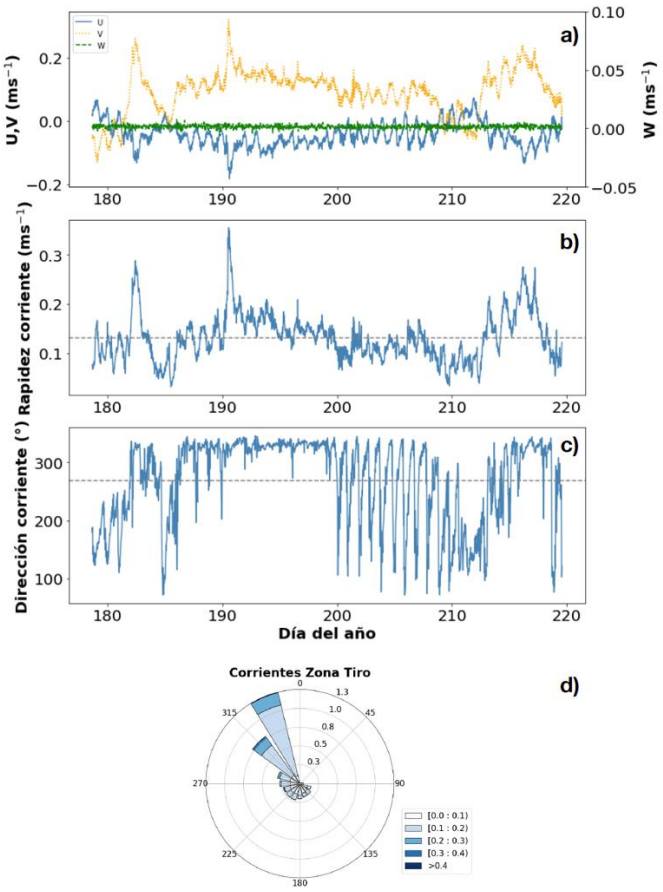
Promedio	Rapidez (cm/s)	Dirección (grados)	Vel U (cm/s)	Vel V (cm/s)	Vel W (cm/s)
	13.1	268.47	-4.4	9.3	0.1
STD	4.7	73.48	3.9	6.9	0.1
Min	3.1	71.50	-18.3	-13.3	-0.6
Max	35.6	345.79	7.3	32.1	0.8

El promedio en la vertical de la rapidez se muestra en la Ilustración IV-29 b **con un promedio de 13.1 cm/s y un rango de rapidez de corriente de 3.1 a 35.6 cm/s** como se muestra en el Cuadro IV-40 La rapidez sigue fielmente las variaciones de la componente meridional. Se observan máximos de ~40 cm/s asociados a eventos extremos como tormentas los días 182 y 193. La dirección promedio por cada profundidad cambia con valores de 273.90° a 270.37° del fondo a la superficie. El promedio en la vertical de la dirección se muestra en la Ilustración IV-27 c con un promedio de 268.47° y un rango de dirección 71.50° a 345.79° como se muestra en la Cuadro IV-40. Se observa bimodalidad en la dirección de la corriente con una

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

alternancia sistemática entre ~180° (sur) y ~360°/0° (norte). Se identifica una señal de marea diurna más evidente entre los días 200 a 220 con una periodicidad de 24 hrs y con una inversión direccional regular cada 12 hrs. **Se observa mayor dispersión direccional durante eventos de alta energía como tormentas**.

ILUSTRACIÓN IV-27 SERIES DE TIEMPO DEL PROMEDIO EN LA VERTICAL (ZONA DE TIRO).



Notas.
a) componentes de velocidad u, v, y w,
b) rapidez de la corriente,
c) dirección de corriente,
d) distribución de la rapidez y la dirección de corriente obtenidos con el ADCP en la zona de descarga (zona tiro).

Las series de tiempo del promedio en la vertical de la rapidez y dirección de la corriente se utilizaron para construir un diagrama polar para identificar la dirección y rapidez predominante de las corrientes durante el periodo de muestreo (Ilustración IV-30 d). En este diagrama es posible observar que hay una dirección predominante en la zona estudiada. Una componente de dirección de la corriente se mueve en dirección NW (315°) y NNW (330-345°) que comprende la mayoría de los datos obtenidos.

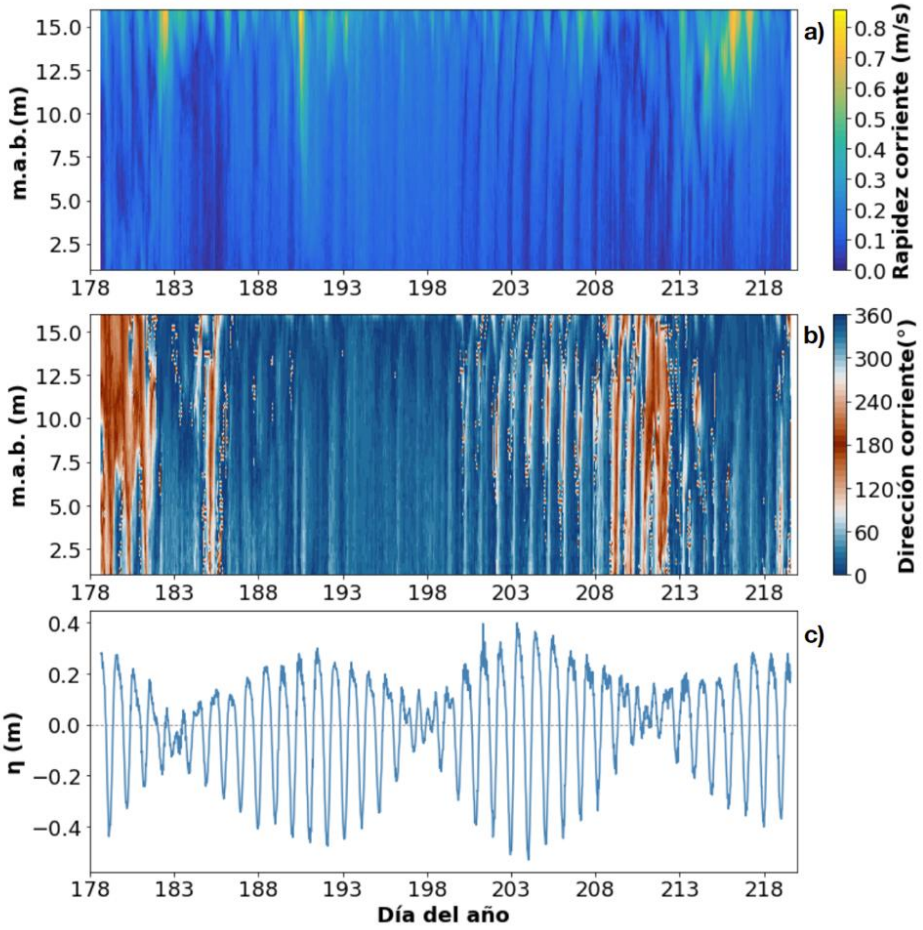
Los diagramas de profundidad-tiempo de la rapidez de la corriente y dirección de la corriente se muestran en la Ilustración IV-30-b. Así también se muestra el nivel del mar en la Ilustración IV-30c, donde es posible observar que los cambios en la intensidad y dirección de la corriente y la estructura vertical del campo de velocidad cambian en función de la marea. Al observar los diagramas profundidad-tiempo de la rapidez y dirección es posible identificar **velocidades máximas del fondo a la superficie que van de 19.9 a 85.7 cm/s** respectivamente y que la dirección tiene periodos de cambio de dirección posiblemente asociados a los ciclos de mareas vivas y mareas

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

muertas donde la dirección de la corriente es hacia el sur (180°) cuando la mayor parte del tiempo la dirección de la corriente es hacia el norte y tiene un rango de (310 a 360° y 0 a 30°). La distribución vertical de la rapidez es la siguiente: superficie (0-5 m): corrientes más intensas, frecuentemente >0.4 m/s. profundidad media (5-10 m): intensidades moderadas, típicamente 0.2-0.4 m/s. fondo (>10 m): corrientes más débiles, generalmente <0.2 m/s. Se observan períodos de alta energía (tonos amarillos con corrientes de >0.6 m/s en superficie durante eventos de tormenta) y períodos de Calma: predominancia de tonos azules (corrientes <0.3 m/s). La dirección de la corriente muestra una clara bimodalidad con corrientes hacia el sur (tonos rojos ~180°) y corrientes hacia el norte (tonos azules ~0°/360°). Es posible observar patrones temporales en la dirección con periodos de direccionalidad influenciada por eventos meteorológicos (días 178-200) y periodos con una clara señal diurna con alternancia sistemática norte-sur coincidiendo con el ciclo de marea. El diagrama de elevación del nivel del mar (Ilustración IV-30 c) muestra una amplitud del rango de mar con oscilaciones entre -0.4 y 0.4 m que concuerda con una marea micromareal característica del Golfo de México. La señal de la marea diurna es más evidente durante periodos de calma con una periodicidad de ~24 hrs características de las componentes K1/O1.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

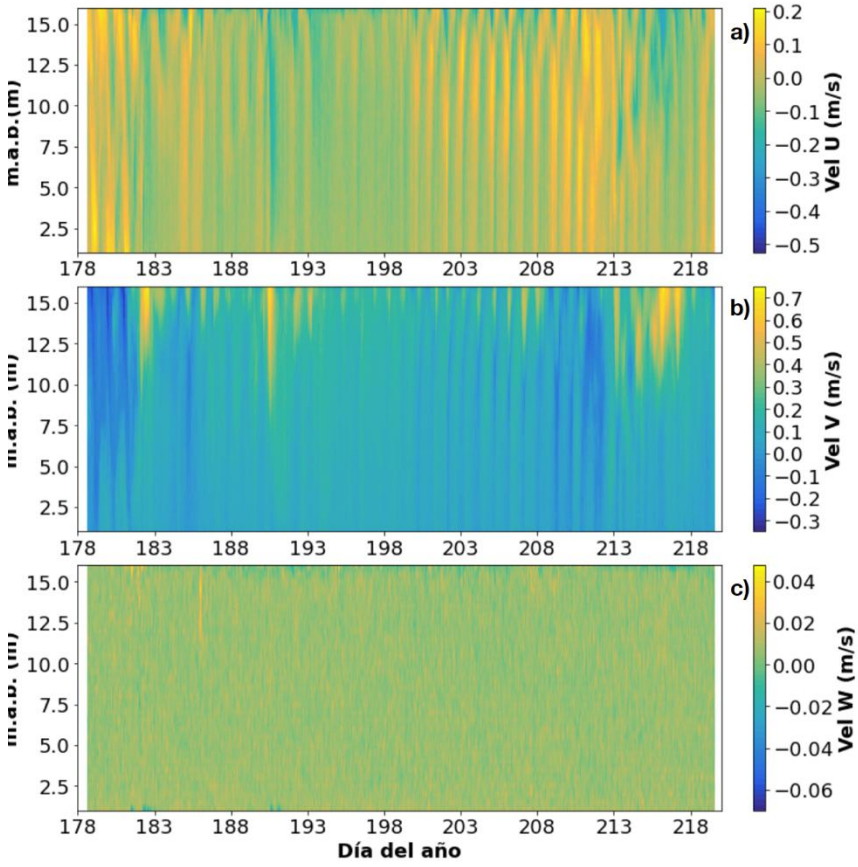
ILUSTRACIÓN IV-28 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE CORRIENTES (ZONA DE TIRO)



Notas: a) rapidez de corriente, b) dirección de corriente, c) elevación del nivel del mar obtenidos con el ADCP en la zona de descarga (zona tiro).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-29 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE COMPONENTES DE VELOCIDAD DE CORRIENTES (ZONA DE TIRO).



Notas:

a) velocidad U, b) velocidad V, c) velocidad W obtenidos con el ADCP en la zona de descarga (zona tiro).

Los diagramas de profundidad-tiempo de las componentes U, V, y W de la corriente se muestran en la Ilustración IV-31 a-c., donde es posible observar que los cambios en la magnitud de las componentes y la estructura vertical cambian en función de la marea. Al observar los diagramas profundidad-tiempo es posible identificar que la componente V es la de mayor intensidad con valores máximos del fondo a la superficie de 14.3 a 74.7 cm/s con respecto a las componentes U y W (17.1 a18.7 y 1.9 a 4.6 cm/s), respectivamente, posiblemente asociados a la predominancia de la corriente en dirección noroeste como se observó anteriormente.

Se obtuvieron los siguientes resultados para el análisis armónico con ttide (Pawlowicz et al, 2002) del nivel del mar y de la velocidad meridional en la zona de descarga (zona tiro (Cuadro IV-40):

1. Frecuencias de marea dominantes
   - Nivel del mar

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-40TIDAL AMPLITUD AND PHASE WITH 95% CI ESTIMATES

Marea	Frecuencia	Amplitud	Amp_err	Fase	Error	Des. st
*O1	0.0387307	0.1452	0.005	12.57	2.19	7.70E+02
*K1	0.0417807	0.1788	0.005	30.77	1.57	1.10E+03
*M2	0.0805114	0.0821	0.002	243.77	1.12	1.90E+03
*S2	0.0833333	0.0162	0.002	235.04	6.58	8.80E+01

CUADRO IV-41 VELOCIDAD MERIDIONAL (AMPLITUD DE MAREAS Y FASE) CON 95% DE CONFIANZA ESTIMATES)

Marea	Frecuencia	Amplitud	Amp_err	Fase	Error	Des. st
O1	0.0387307	0.0013	0.003	327.5	160.28	0.16
*K1	0.0417807	0.0106	0.004	77.75	26.97	6.1
M2	0.0805114	0.0013	0.002	219.45	85.68	0.53
S2	0.0833333	0.0004	0.001	348.61	197.03	0.11

Lo anterior significa que el espectro de mareas se captura correctamente: **las componentes diurnas dominan el nivel del mar**, como se espera en la costa micromareal del Golfo de México. Esto lo confirmamos al calcular el Factor de forma de la marea con la fórmula F= (O1+K1) /(M2+S2). Para el nivel del mar es de 3.3 y para la velocidad zonal es de 7. Ambos indican el predominio de la marea diurna.

Varianza explicada

- Nivel del mar = 96.3%: El nivel del agua es casi en su totalidad un fenómeno de marea, con un pequeño residuo (forzamiento por viento). Esto es típico de una costa micromareal (Fig. 10a).
- Velocidad = 41.7%: Solo un ~42% de la variabilidad de la velocidad meridional se explica por la marea (Fig. 10b).
- El resto se debe a la fuerza del viento u otros forzamientos meteorológicos (Fig.10c-d).

IV.3.1.7.5.6 Interpretación Oceanográfica

La zona de vertimiento, presenta un régimen de corrientes mixto donde:

- El forzamiento meteorológico domina durante eventos de alta energía.
- Las corrientes de marea diurna emergen durante períodos de calma
- La estratificación vertical refleja la competencia entre diferentes mecanismos de forzamiento
- La variabilidad temporal es controlada por el ciclo de condiciones meteorológicas

La señal diurna de marea (días 200-220 y primeros días del período de muestreo) indica un ambiente típico del Golfo de México, donde las componentes diurnas K_1 y O_1 son dominantes, siendo más evidentes cuando las condiciones meteorológicas permiten su expresión sin interferencia del forzamiento eólico.

Se observa que existe un control Batimétrico y Geográfico: La orientación costera norte-sur **favorece corrientes meridionales**[26]. La plataforma continental

[26] *Las corrientes meridionales son movimientos de agua (oceánicas) o aire (atmosféricas) que se desplazan principalmente en dirección norte-sur o sur-norte. Este término deriva de "meridiano", una línea imaginaria que va*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

canaliza las corrientes paralelas a las isobatas. La topografía submarina Influye en la distribución vertical de corrientes.

Las dinámicas dominantes observadas son:

1. Marea diurna: Principal mecanismo de variabilidad en V
2. Corrientes geostróficas: Flujo paralelo a la costa (componente meridional)
3. Forzamiento eólico: Modula la intensidad superficial durante tormentas
4. Efectos de fricción de fondo: Reducen las corrientes en capas profundas

Implicaciones para el Transporte de corrientes:

- Transporte neto: Principalmente en dirección norte-sur
- Variabilidad diurna: Importante para procesos de mezcla y dispersión
- Estratificación vertical: Diferencias en intensidad, pero coherencia direccional

La estructura de corrientes indica un **sistema costero dominado por marea diurna con orientación preferencial meridional,** modulado por eventos meteorológicos que intensifican las corrientes superficiales sin alterar significativamente el patrón direccional fundamental.

En conclusión, en la zona de descarga (Tiro). · Las corrientes muestran un régimen dominado por marea diurna con clara bimodalidad direccional (norte-sur), modulado por eventos meteorológicos que intensifican las corrientes superficiales.

· La componente meridional domina el flujo con velocidades promedio de 9.3 cm/s hacia el norte, alcanzando máximos de 32.1 cm/s durante eventos de tormenta, lo que indica un transporte neto hacia el norte.

· La estratificación vertical es evidente con corrientes más intensas en superficie (>40 cm/s) que disminuyen hacia el fondo (<20 cm/s), favorable para la dispersión vertical de sedimentos dragados.

Zona del canal. El ADCP instalado en la zona del canal capturó información durante el periodo del 26 de junio de 2025 20:30 hrs CST al 6 de agosto de 2025 14:00 hrs CST se obtuvieron datos promedio cada 30 minutos para evaluar la predominancia de las corrientes utilizando series de tiempo del promedio en la vertical, diagramas profundidad-tiempo, y un diagrama polar construido con los datos promedio de rapidez y dirección de las corrientes (ver fig. 7-9). El periodo de muestreo corresponde a 978.5 hrs (~40.77 días) de los días del año 177.85 a 218.58 del año 2025.

El promedio en la vertical de las componentes de velocidad U, V, W se muestra en la Ilustración IV-42 y ahí es posible observar cambios de intensidad de la corriente durante las 978.5 horas analizadas. Es claro que para esta localidad la componente más importante en magnitud es la componente zonal, seguida por la meridional y la

de polo a polo. Un ejemplo clave es la Corriente Meridional de Vuelco del Atlántico (AMOC), un sistema de corrientes oceánicas que transporta agua cálida hacia el norte y agua fría de vuelta al sur, regulando el clima global

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

vertical. El promedio de las componentes U, V, y W de las series de tiempo es de -3.8, 1.8, y 0.01 cm/s con un rango de las componentes U, V, y W de -13.4 a 29.5, -3.6 a 14.2, y -1.3 a 2.2 cm/s, respectivamente como se muestra en la Cuadro IV-42.

El promedio en la vertical de la rapidez se muestra en la Ilustración IV-30b con un promedio de 7.3 cm/s y un rango de rapidez de corriente de 1.7 a 34.0 cm/s como se muestra en la tabla 4. La dirección promedio por cada profundidad cambia con valores de 155.76° a 88.42° del fondo a la superficie. El promedio en la vertical de la dirección se muestra en la fig. 7c con un promedio de 134.77° y un rango de dirección 49.57° a 255.10° como se muestra en la Cuadro IV-42.

CUADRO IV-42 VALORES ESTADÍSTICOS DE LA RAPIDEZ, DIRECCIÓN, Y COMPONENTES DE VELOCIDAD DE LA CORRIENTE OBTENIDOS EN LOS PERFILES DE LA ZONA DEL CANAL.

	Rapidez (cm/s)	Dirección (grados)	Vel U (cm/s)	Vel V (cm/s)	Vel W (cm/s)
Promedio	7.3	134.77	3.8	1.8	0.0
STD	4.2	47.83	4.9	2.1	0.3
Min	1.7	49.57	-13.4	-3.6	-1.3
Max	34.0	255.10	29.5	14.2	2.2

Las series de tiempo del promedio en la vertical de la rapidez y dirección se utilizaron para construir un diagrama polar para identificar la dirección y rapidez predominante durante el periodo de muestreo en el canal del río Tuxpan (Ilustración IV-32d). En este diagrama es posible observar que **existe un rango de dirección predominante hacia el E-SE en la zona estudiada posiblemente asociado al flujo del río Tuxpan, a la cercanía de la desembocadura de la laguna Tampamachoco** y la interacción de la marea. La dirección de la corriente se mueve en el rango de dirección 77.5° NE a 157.5° que comprende la mayoría de los datos obtenidos.

Los diagramas de profundidad-tiempo de la rapidez de la corriente y dirección de la corriente se muestran en la Ilustración IV-32 a-b. Así también se muestra el nivel del mar en la Ilustración IV-32 c. Es posible observar que los cambios en la intensidad y dirección de la corriente y la estructura vertical del campo de velocidad cambian en función de la marea diurna. Al observar los diagramas profundidad-tiempo de la rapidez y dirección es posible identificar velocidades máximas del fondo a la superficie que van de **27.8 a 65.9 cm/s** respectivamente y que **la dirección tiene periodos de cambio de dirección posiblemente asociados a los ciclos de mareas vivas y mareas muertas donde la dirección de la corriente es predominantemente hacia el SE-E-NE con un rango de 77.5 a 157.5° y 0 a 30°.**

Los diagramas de profundidad-tiempo de las componentes U, V, y W de la corriente se muestran en la Ilustración IV-32a-c, donde es posible observar que los cambios en la magnitud de las componentes y la estructura vertical cambian en función de la marea. Al observar los diagramas profundidad-tiempo es posible identificar que la componente U es la de mayor intensidad con valores máximos del fondo a la superficie de 27.7 a 60.3 cm/s con respecto a las componentes V y W (8.3 a 34.9 y 2.3 a 1.6 cm/s), respectivamente, posiblemente asociados a la predominancia de la corriente en dirección SE-E-NE como se observó anteriormente.

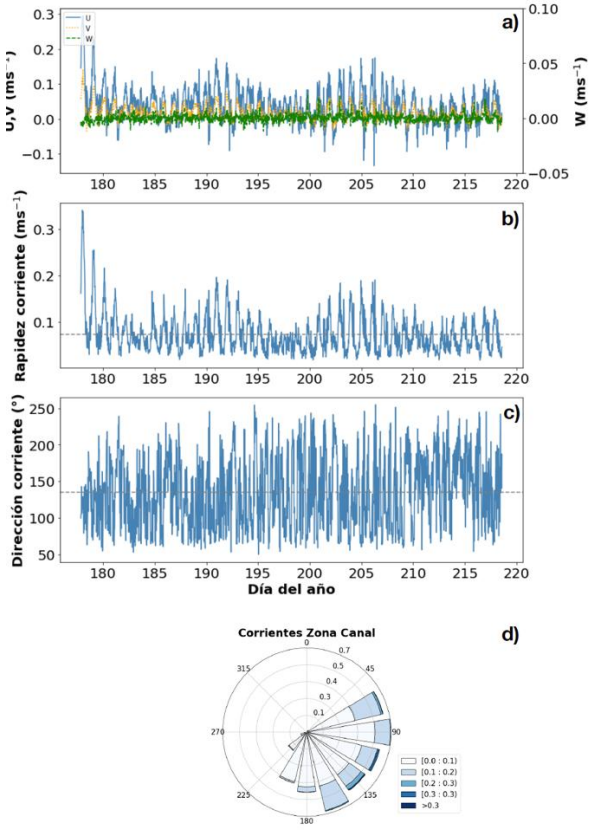
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Al analizar los datos anteriores observamos que la componente U parece estar asociada al nivel del mar, pero no se observa una distribución bidireccional de la dirección y la rapidez en el diagrama de las corrientes. Esta distribución es intrigante debido a que comúnmente en canales se observa una distribución bidireccional de las corrientes por el efecto de la marea. Sin embargo, se ha observado que en sistemas costeros donde se tiene una laguna costera que interactúa con la desembocadura de un río y la marea si el flujo del rio es intenso y perenne es posible observar distribuciones como la anterior donde se identifica la interacción de la corriente de marea, pero **se elimina el flujo bidireccional asociado a la corriente de marea** por **el efecto del flujo del río**. Esta situación es común cuando el rango de la marea es micromareal como es el caso de la marea en el Golfo de México. Esta posibilidad se analizó basándonos en lo siguiente:

- Ilustración IV-33a: Las **velocidades generalmente son de 0.1 a 0.6 m/s**, lo cual es bastante alto para la boca de un río. La velocidad está modulada por el ciclo de las mareas (se puede observar el patrón de mareas vivas y muertas entre los días 182 y 212). Es importante notar que el color nunca se desvanece a cero, lo que sugiere **que no hay inversión de la corriente; el flujo está siempre activo**.
- Ilustración IV-33c b: El flujo no oscila 180° de un lado a otro, como se esperaría con una fuerte inversión de marea. En cambio, se agrupa en un sector principal con cierta dispersión (debido a la turbulencia, la fuerza del viento o una influencia parcial de la marea), pero sin una inversión sostenida. **Esto confirma que el flujo del río domina el campo de velocidad.**
- Ilustración IV-33c: Se puede ver una clara señal de marea diurna (un máximo y un mínimo por día) y un envolvente de mareas vivas y muertas. Esto demuestra que la marea sí llega a la zona, pero los datos del ADCP muestran que la señal de elevación de la marea **no se traduce en un flujo bidireccional, porque la descarga del río es lo suficientemente fuerte como para mantener las corrientes fluyendo hacia el mar.**
- Rosa de corrientes Ilustración IV-33 d: La mayoría de los vectores están orientados hacia el este (hacia 90-120°), directamente hacia el Golfo de México desde el canal. La distribución está un poco dispersa, pero no hay una rama simétrica en el cuadrante opuesto, lo que significa que los flujos de entrada son raros o muy débiles. **El hecho de que las velocidades >0.3 m/s ocurran casi exclusivamente en este sector confirma aún más el flujo de salida dominante**.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

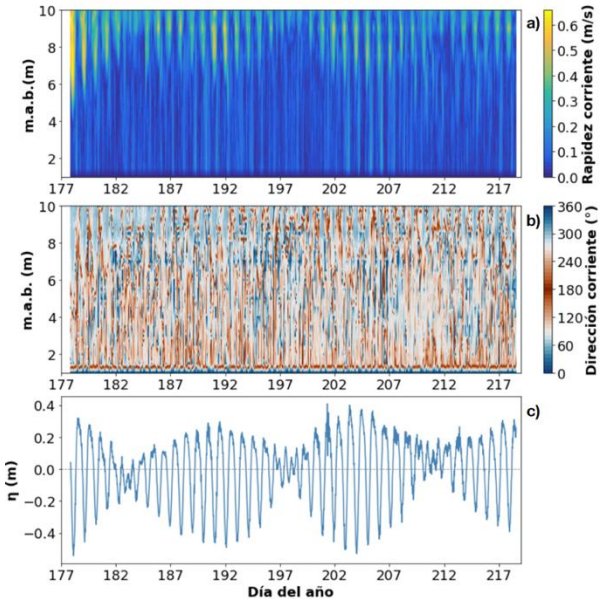
ILUSTRACIÓN IV-30 SERIES DE TIEMPO DEL PROMEDIO EN LA VERTICAL



Notas:
a) componentes de velocidad u, v, y w,
b) rapidez de la corriente,
c) dirección de corriente,
d) distribución de la rapidez y la dirección de corriente obtenidos con el ADCP en la zona del canal.

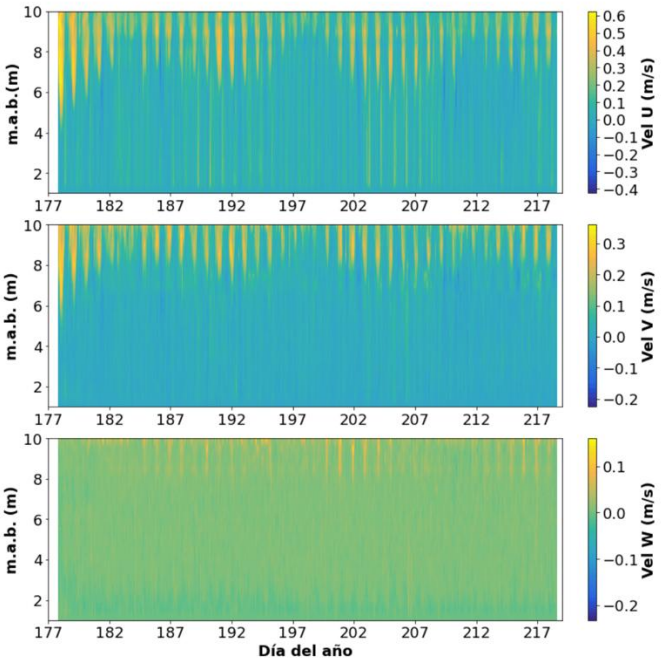
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-31 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE CORRIENTES:



Notas *a) rapidez de corriente, b) dirección de corriente, c) elevación del nivel del mar obtenidos con el ADCP en la zona del canal.*

ILUSTRACIÓN IV-32 DIAGRAMAS DE PROFUNDIDAD-TIEMPO DE COMPONENTES DE VELOCIDAD DE CORRIENTES:



Notas*. a) velocidad U, b) velocidad V, c) velocidad W obtenidos con el ADCP en la zona del canal.*

El análisis de las ilustraciones anteriores, conducen a la siguiente interpretación: El estuario de Tuxpan en este sitio está dominado por el río con modulación de marea. Las mareas afectan la velocidad (pulsando más fuerte o más débil con el ciclo), pero no la dirección (siempre hacia el mar). Esto es típico en sistemas micromareales con una descarga de agua dulce significativa y amortiguación de la laguna. Para comprobar esto y evaluarlo se calculó la contribución de la marea frente a la del río por medio de un análisis armónico con

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ttide (Pawlowicz et al, 2002) de las mareas en el nivel del mar (panel c) y se comparó con la velocidad media en profundidad para estimar qué parte de la variación de la velocidad se explica por las mareas frente al flujo constante del río. Además, se estimó que porcentaje de la energía cinética se debe a las mareas frente al flujo del río, y así cuantificar la "predominancia" de manera más formal.

Se obtuvieron los siguientes resultados para el análisis armónico con ttide (Pawlowicz et al, 2002) del nivel del mar y de la velocidad zonal en la zona del canal (Cuadros IV-43 y IV-44):

CUADRO IV-43 FRECUENCIAS DE MAREA DOMINANTES NIVEL DEL MAR (AMPLITUD DE MAREA Y FASE CON 95 % DE EFICIENCIA (CI) ESTIMATES

Marea	Frecuencia	Amplitud	Amp_err	Fase	Error	Des. st
*O1	0.0387307	0.1475	0.005	11.9	1.83	9.70E+02
*K1	0.0417807	0.1818	0.005	30.54	1.5	1.30E+03
*M2	0.0805114	0.0835	0.002	243.57	1.12	3.00E+03
*S2	0.0833333	0.0157	0.001	236.81	6.08	1.30E+02

CUADRO IV-44FRECUENCIAS DE MAREA DOMINANTES VELOCIDAD ZONAL (AMPLITUD DE MAREA Y FASE CON 95 % DE EFICIENCIA (CI) ESTIMATES

Marea	Frecuencia	Amplitud	Amp_err	Fase	Error	Des. st
*O1	0.0387307	0.0236	0.004	181.48	11.82	29
*K1	0.0417807	0.0263	0.004	195.33	11.68	39
*M2	0.0805114	0.0225	0.004	333.64	9.15	30
*S2	0.0833333	0.0058	0.004	350.48	34.65	2.4

Lo anterior significa que el espectro de mareas se captura correctamente: las componentes diurnas dominan el nivel del mar, como se espera en la costa micromareal del Golfo de México. Esto lo confirmamos al calcular el Factor de forma de la marea con la fórmula F= (O1+K1) /(M2+S2). Para el nivel del mar es de 3.3 y para la velocidad zonal es de 1.76. Los dos indican el predominio de la marea diurna.

Varianza explicada

- Nivel del mar = 95.4%: El nivel del agua es casi en su totalidad un fenómeno de marea, con un pequeño residuo (configuración por viento, flujo del río o laguna adyacente). Esto es típico de un estuario micromareal Ilustración IV-35a.
- Velocidad = 55.6%: Solo un ~56% de la variabilidad de la velocidad se explica por la marea) Ilustración IV-35d.
- El resto se debe a la descarga del río, la fuerza del viento o los efectos de almacenamiento de la laguna (Ilustración IV-35c).
- Esto explica por qué no se observa una inversión completa de la corriente de reflujo y flujo: la marea modula la velocidad de la corriente, pero no domina la dirección.

Flujo promedio del río

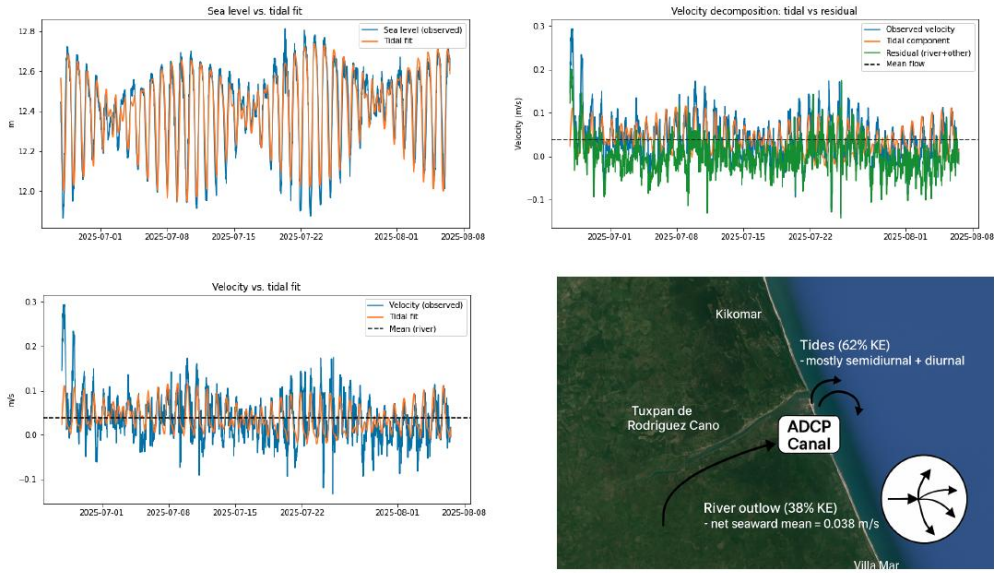
- 0.038 m/s (3.8 cm/s hacia el mar): Esta es la corriente residual neta.
- Al compararla con las amplitudes de marea diurna K1 = 0.026 y O1 = 0.023 m/s y no estar en el rango de ~0.1-0.2 m/s), estas pueden esporádicamente superar

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

la señal del río en la profundidad o en la marea baja, pero en promedio, el río mantiene el flujo ligeramente hacia el mar.

- Esto coincide con la interpretación de un sistema mixto de río y marea.

ILUSTRACIÓN IV-33



IV.3.1.7.5.7 Interpretación sobre el análisis armónico

El nivel del mar está dominado por la marea, mostrando claramente componentes diurnas. **El flujo es solo parcialmente mareal (56%), con una tendencia constante hacia el mar debido al río y sin una inversión persistente**. Sin embargo, es necesario aclarar que el flujo del río incluye otros factores como el forzamiento del viento o los efectos de almacenamiento de la laguna. Esto concuerda con lo que observamos en los gráficos polares y de dirección: un fuerte dominio del reflujo y poca entrada de flujo. **En otras palabras, tenemos un estuario dominado por el río con modulación de marea (no un estuario completamente dominado por la marea).** Esta situación es muy común en las costas donde se combina la interacción de un río caudaloso, una laguna costera adyacente a la desembocadura y una marea micromareal (Guo et al. (2014), Shi et al. (2023), Dykstra et al. (2022)).

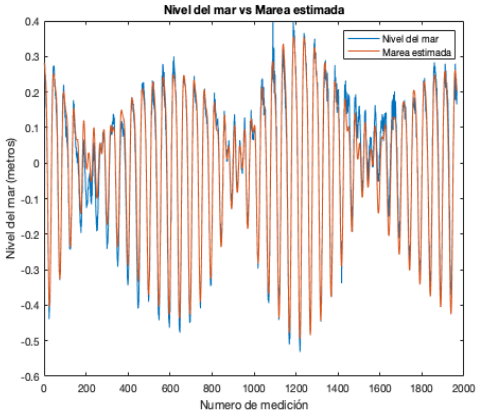
En conclusión, en la zona del canal:

- Las variaciones del nivel del mar muestran un régimen diurno micromareal, con corrientes residuales que se dirigen predominantemente hacia el mar debido a la descarga del río, lo que explica la ausencia de una bidireccionalidad dominante de las velocidades en el gráfico polar.
- El régimen de energía es mixto: el 62% de la energía cinética proviene de la marea, y el 38% de la energía cinética restante se debe a otros factores que incluyen la descarga del río, la circulación ocasionada por las bocas de las lagunas costeras, y corrientes inducidas por viento y oleaje local (Ilustración IV-36d).

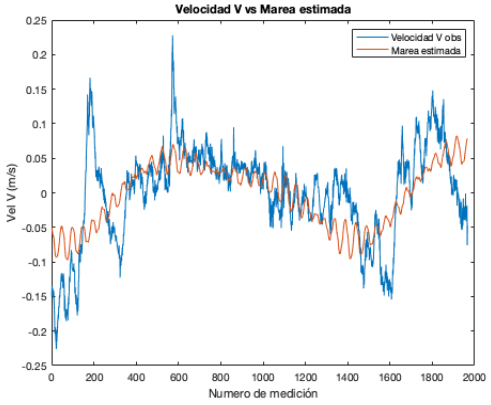
[redacted]00

- Se observa un flujo de salida neto con una velocidad media de 0.038 m/s, asociado con la descarga del río hacia el mar.

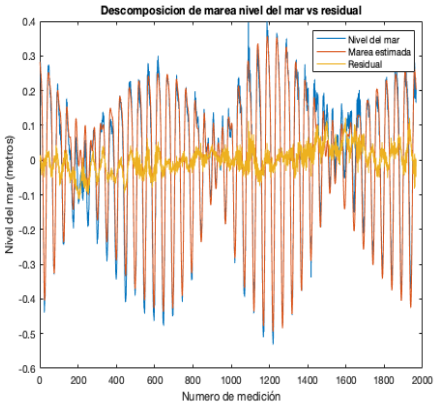
ILUSTRACIÓN IV-34 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ARMÓNICO Y ANÁLISIS DE LA ENERGÍA CINÉTICA DE LA MAREA Y EL RÍO TUXPAN OBTENIDOS CON EL ADCP EN LA ZONA DE DESCARGA (ZONA TIRO).



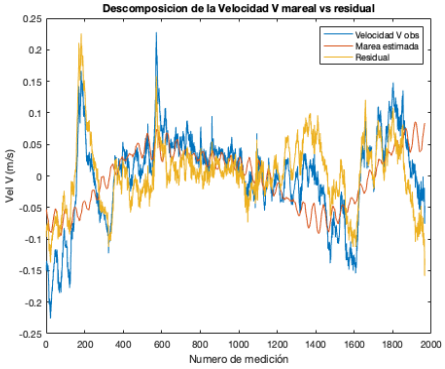
a



b



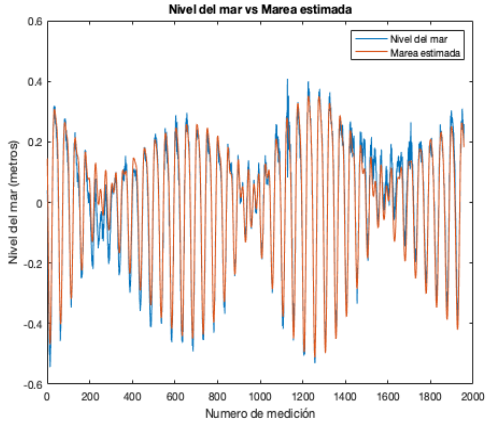
c



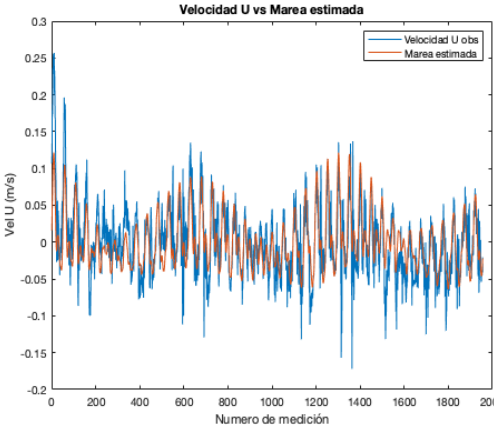
d

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

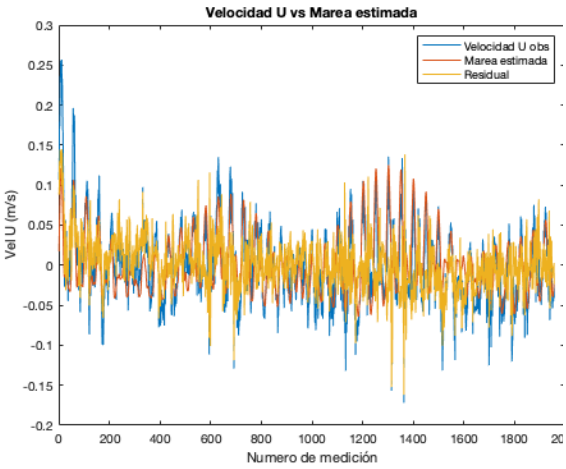
ILUSTRACIÓN IV-35 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ARMÓNICO Y ANÁLISIS DE LA ENERGÍA CINÉTICA DE LA MAREA Y EL RÍO TUXPAN OBTENIDOS CON EL ADCP EN LA ZONA DEL CANAL.

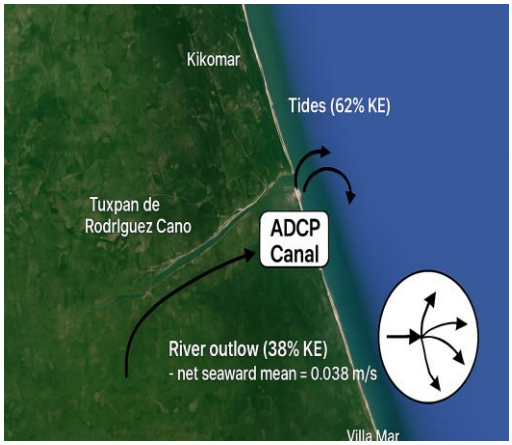


d



e





IV.3.1.7.5.8 Conclusiones generales

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el oleaje, las mareas y las corrientes en el puerto de Tuxpan, Veracruz, como base oceanográfica para la evaluación de impacto ambiental (MIA) del dragado de sedimentos. Para este fin, se instalaron dos perfiladores acústicos Doppler (ADCP Signature 1000) durante 41 días (26 junio - 7 agosto 2025) en la zona del canal (12.4 m profundidad) y zona de descarga o Tiro (19.5 m profundidad).

Con respecto a la caracterización del oleaje, se obtuvieron los siguientes resultados: Zona de Tiro (descarga):

- Oleaje más energético con altura significante promedio de 0.91 m (rango: 0.25-2.63 m)
- Dirección predominante ENE (83.53°) con eventos de alta energía durante tormentas
- Periodo pico promedio de 5.20 s, indicando predominio de oleaje local y de tormenta distante

[redacted]02

- El diagrama polar revela dos componentes direccionales: E y ENE como dominantes
- Zona del Canal:
- Oleaje significativamente atenuado con altura promedio de 0.15 m (rango: 0.10-0.39 m)
- Alta variabilidad direccional (157.56°±99.30°) debido a efectos de refracción del canal
- Periodo pico promedio de 10.83 s, con alternancia entre oleaje local (~5 s) y de fondo (~12 s)
- Protección efectiva del canal que reduce la energía del oleaje 6-7 veces respecto a mar abierto

Con respecto a la dinámica de las corrientes se observó lo siguiente:

- Zona de Tiro (descarga):
  - Régimen dominado por marea diurna (Factor de forma = 3.3) con clara bimodalidad direccional norte-sur
  - Componente meridional dominante (v = 9.3±6.9 cm/s) con velocidades máximas de 32.1 cm/s
  - Corrientes más intensas en superficie (>40 cm/s) que decrecen hacia el fondo (<20 cm/s)
  - Dirección predominante NW (268.47°) con inversiones sistemáticas cada 12 horas
  - Estratificación vertical favorable para dispersión de sedimentos dragados

- Zona del Canal:
  - Sistema mixto río-marea con flujo residual neto hacia el mar (3.8 cm/s)
  - Análisis armónico revela: 56% energía mareal, 44% por descarga fluvial y otros factores
  - Componente zonal dominante (u = 3.8±4.9 cm/s) en dirección E-SE (134.77°)
  - Ausencia de bidireccionalidad típica debido al dominio del flujo del río Tuxpan
  - Régimen micromareal diurno (Factor de forma = 3.3) con modulación fluvial

Con respecto al dragado, las observaciones tienen las siguientes implicaciones:

- La zona de Tiro presenta condiciones apropiadas para descarga de sedimentos con
- dispersión controlada por corrientes mareales predecibles y estratificación vertical
- El canal muestra flujo neto hacia el mar, minimizando el retorno de sedimentos
- dragados hacia el puerto
- Los patrones de oleaje y corrientes proporcionan la base oceanográfica necesaria
- para calibrar modelos de dispersión de sedimentos en la MIA
- Las diferencias energéticas entre zonas (oleaje 6x mayor en Tiro, corrientes 2x mayores en Tiro) definen escenarios distintos de manejo ambiental

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Los resultados obtenidos a partir de las mediciones in situ permitieron caracterizar de manera detallada el comportamiento del **oleaje**, las **corrientes** y las **mareas** tanto en la zona del canal como en la zona de vertimiento, proporcionando información fundamental para la planeación del dragado y la evaluación ambiental del área de influencia del proyecto.

Oleaje. El análisis de las series temporales de oleaje registradas indica que la **altura significativa (Hs)** presentó valores promedio de **0.85 m** en la zona del canal y de **1.42 m** en la zona de vertimiento, alcanzando **máximos de hasta 2.8 m** durante eventos de mayor energía.

- La **dirección predominante del oleaje (Dp)** fue del **Este-Noreste (ENE)**, consistente con el régimen de vientos característico del Golfo de México. El **período pico (Tp)** osciló entre **4 y 8 segundos**, con una tendencia a mayores periodos en la zona de descarga, lo que indica un oleaje más desarrollado y de mayor energía proveniente del mar abierto.
- La **rosa de oleaje** muestra un patrón direccional bien definido, con una concentración de eventos entre los **65° y 100°**, y una ligera dispersión hacia el noreste durante episodios de viento fuerte asociados a los sistemas frontales.

En el canal, **el oleaje es de menor energía debido al efecto de confinamiento y amortiguamiento producido por las márgenes y la profundidad del cauce**.

Corrientes. Las corrientes registradas evidencian un comportamiento diferenciado entre ambas zonas de medición:

- En la **zona de vertimiento**, las corrientes se orientaron **predominantemente hacia el Noroeste (NW)**, con velocidades promedio de **0.18 m/s** y máximas de **0.42 m/s**, influenciadas principalmente por el régimen mareal y el oleaje incidente del ENE.
- En el **canal de Tuxpan**, las corrientes mostraron una dirección dominante hacia el **Este-Sureste (ESE)**, con velocidades promedio de **0.12 m/s** y máximas de **0.35 m/s**, reflejando la interacción entre el flujo fluvial y la marea.

Los perfiles verticales de velocidad muestran una mayor intensidad en los niveles superficiales durante los eventos de marea alta y una inversión del flujo hacia el fondo durante la bajamar, evidenciando una clara **modulación mareal** en la dinámica del canal.

Mareas. El régimen de mareas observado durante el periodo de registro es **mixto predominantemente diurno**, con un rango micromareal promedio de **0.8 m**, coherente con los valores históricos reportados por la Secretaría de Marina.

En la zona del canal, las variaciones mareales se combinan con el efecto del flujo fluvial, generando asimetrías entre los periodos de flujo y reflujo, mientras que en la zona de vertimiento, la señal mareal es más regular y está dominada por el componente astronómico.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7.5.9 Síntesis de resultados

En conjunto, los resultados del estudio hidrodinámico permiten establecer que:

- El **oleaje predominante del ENE** controla la dinámica litoral y la dispersión de sedimentos en la zona de descarga.
- Las **corrientes en el canal** presentan una marcada **influencia fluvial y mareal**, lo que deberá considerarse en la planeación del dragado y manejo de los sedimentos.
- En la **zona de vertimiento**, el patrón de **corrientes hacia el NW** favorece la dispersión gradual de los sedimentos finos sin indicios de retorno hacia la línea costera o el canal.
- El **régimen micromareal diurno** contribuye a una estabilidad general del sistema, sin presencia de corrientes de resuspensión significativas fuera de los eventos de viento intenso.

IV.3.1.7.6 Dispersión de partículas en los sitios de tiro

Para conocer el patrón de dispersión de las partículas en el SAR y determinar el comportamiento estacional de las corrientes marinas superficiales, —así como identificar los periodos y zonas con mayor factibilidad ambiental para la disposición del material dragado en el Puerto de Tuxpan— se desarrolló un estudio de dispersión de sedimentos durante el año 2023

Posteriormente, en el año 2025, la **ASIPONA** procedió a realizar un **nuevo estudio hidrodinámico y de comportamiento de partículas**, apoyado en los registros obtenidos mediante **Perfiladores Acústicos Doppler (ADCP)** instalados durante 41 días en el canal del río Tuxpan y en la zona de tiro.

El objetivo fue dar cumplimiento a lo solicitado por la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)** mediante el **oficio SRA/DGIRA/DG-01858-24**, particularmente al punto 23 inciso A, donde se requiere analizar el transporte y dispersión de sedimentos en el área de influencia del proyecto.

Nota: En los anexos del Capítulo VIII, se incluyó análisis comparativo.

El oficio solicita, entre otros aspectos, lo siguiente**:**

> "a*) Cómo ocurre el transporte litoral en el área del proyecto, velocidad, modos de transporte transversal, y longitudinal, el volumen anual de sedimentos, que son aportados por el producto de las escorrentías, hacia el canal de navegación de Tuxpan, considerando la interacción con la Laguna de Tampamachoco hoy la zona de humedales, umbrales, suspensión y carga de fondo,*
>
> *b) Aplicar un modelo que permita conocer la dispersión de sedimentos en los escenarios (situación actual, con el proyecto/ operación del mismo y eventos hidrometeorológicos (cambio climático, eventos niño y niña), lo cuales no deberán acotarse a las zonas de tiro, sino también en la zona de dragados, lo anterior con la finalidad de respaldar la propuesta del programa de dragado,*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

c) Realizar y presentar los diagramas de dispersión de sedimentos en los tres escenarios que permitan identificar las zonas de mayor erosión, o azolvamiento en los sitios de dragado,

d)La información que contenga el presente estudio deberá contener el análisis, discusión, y conclusiones de los resultados obtenidos para cada escenario evaluado."

Con base en lo anterior, a continuación, se presenta la información derivada de **ambos estudios** (2023 y 2025), con la finalidad de demostrar los escenarios probables de comportamiento de sedimentos en el área de influencia directa y en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

IV.3.1.7.6.1 Resultados de Modelaciones de Partículas en el Estudio Realizado en 2023

Durante el año 2023 se desarrolló una modelación numérica de corrientes y dispersión de partículas, con el objetivo de evaluar la dinámica de los sedimentos en el área marina adyacente al Puerto de Tuxpan.
El modelo empleado se basó en el Sistema de Modelación Oceánica Regional (ROMS, Regional Ocean Modeling System), el cual es un modelo tridimensional de superficie libre que resuelve las ecuaciones primitivas bajo las aproximaciones hidrostática y de Boussinesq.

Configuración del dominio y condiciones de frontera. El dominio del modelo se delimitó en un área de **1.9 Km por 2.1 Km** (3.99 Km^2) de resolución horizontal, construida a partir de la **carta batimétrica** incluida en el Anexo del Capítulo VIII. El dominio se discretizó en una malla de **60 x 45 puntos**, con **10 niveles verticales de resolución (Ilustración IV-38)**.

Nota técnica: La orientación de las fronteras (norte, sur, este y oeste) se define dentro del marco de referencia del modelo, por lo que no necesariamente coincide con la ubicación geográfica exacta.

Para la configuración del modelo se utilizó información batimétrica actualizada, elemento esencial para representar de forma realista la morfología del fondo marino y las condiciones de circulación costera.

Datos de entrada. En las fronteras abiertas se impusieron datos de:

- Temperatura y salinidad;
- Componentes U y V de velocidad de corriente;
- Componentes barotrópicas; y
- Nivel medio del mar.

Todos los datos, excepto el nivel del mar, se obtuvieron del **modelo global HYCOM** (https://www.hycom.org/), mientras que el nivel del mar provino del **modelo TPXO9 Atlas**.

En la superficie del dominio se aplicaron forzamientos atmosféricos que incluyeron:

- Componentes del viento (**Uw y Vw**);
- Temperatura del aire;
- Humedad relativa;

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

- Presión atmosférica en superficie;
- Tasa de precipitación; y
- Radiación de onda corta.

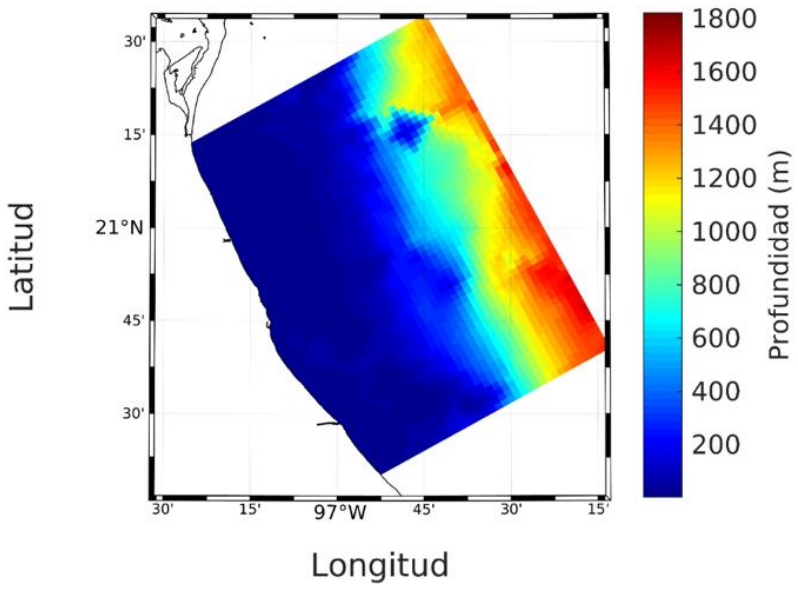
Estos datos se extrajeron de la base **ERA-5** del *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)*.

El preprocesamiento de datos y la configuración del modelo se realizaron para garantizar la consistencia entre los diferentes forzamientos oceanográficos y atmosféricos.

Periodo de simulación. Se configuró un periodo de simulación de **7 años (2016–2022)**, considerando el primer año (2016) como **periodo de ajuste numérico** debido a la escala reducida del dominio.

Los resultados analizados y presentados corresponden al periodo **2017–2022**, durante el cual se obtuvieron promedios mensuales y salidas gráficas del modelo.

ILUSTRACIÓN IV-36 PATRONES/ DOMINIO Y BATIMETRÍA DEL MODELO REGIONAL CONFIGURADO.



IV.3.1.7.6.1.1 Circulación superficial mensual

A partir de las salidas del modelo de corrientes descrito en el apartado anterior, se generaron **promedios mensuales** con el propósito de obtener un panorama general del **patrón de circulación superficial** en el área de estudio durante los seis años de simulación (2017–2022).

Estos resultados, complementados con los **videos de simulación y dispersión de partículas** incluidos en el Anexo del Capítulo VIII, permiten identificar con claridad los cambios estacionales en la dinámica costera.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Los resultados indican que el comportamiento de las corrientes presenta una marcada **variabilidad estacional**, asociada principalmente a los vientos dominantes y a los forzamientos hidrodinámicos regionales. A continuación, se describen las 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.

Esta inversión 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.

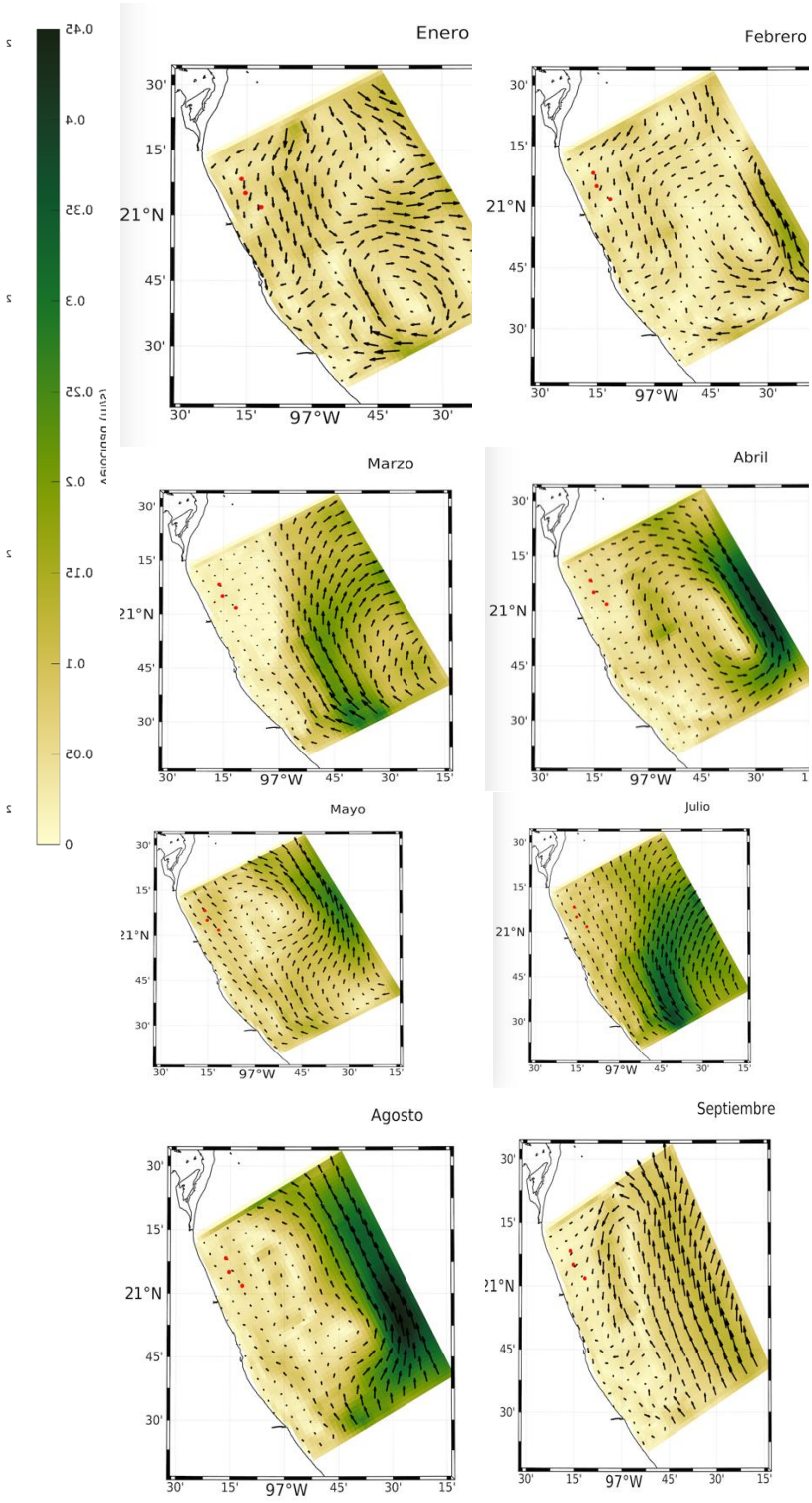
En términos generales, los resultados del modelo evidencian que la **circulación superficial en el área de Tuxpan es altamente estacional**:

- 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.

Interpretación ambiental. Estos resultados son relevantes para la planeación de los **periodos de dragado y disposición de sedimentos**, ya que permiten identificar los meses en los cuales las corrientes favorecen una **dispersión más eficiente hacia mar abierto**, reduciendo el riesgo de transporte hacia zonas sensibles como la **Laguna de Tampamachoco** o los **arrecifes cercanos**.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-37 PROMEDIOS MENSUALES DE CIRCULACIÓN SUPERFICIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, LOS PUNTOS ROJOS INDICAN LA UBICACIÓN DE LOS ARRECIFES.

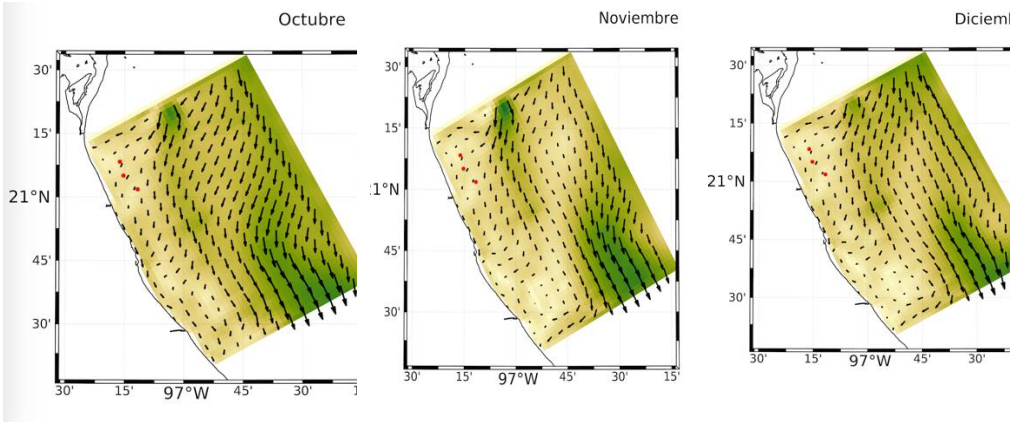


Los meses de enero y febrero corresponde a una Transición, se presentan cambios de circulación y no se tienen una circulación bien definida, existe tendencia a que se produzcan giros sobre todo al sur geográfico del dominio, lo que origina que la circulación cerca de la costa adquiera una dirección suroeste

De marzo a julio la circulación es predominante de sur sureste – norte noreste que se intensifica en la zona de costa afuera que alcanza magnitudes de 0.45 m/m

En Agosto – Septiembre inicia el cambio de circulación y de octubre a diciembre existe un predominio de norte – noreste a sur-sureste

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Los modelos muestran que los meses en que las partículas se desplazan hacia el sur, alejándose de la costa y de los arrecifes, son octubre–diciembre, con mayor predominancia en noviembre y diciembre (especialmente para el sitio de vertimiento 2).

IV.3.1.7.6.1.2 Temperatura superficial mensual

La temperatura superficial del mar (TSM) presenta una variación estacional claramente definida a lo largo del año en el área de estudio.

Durante los primeros tres meses (enero–marzo), las temperaturas superficiales se mantienen entre 22 y 24 °C, correspondiendo a las condiciones más frías del ciclo anual.

A partir de abril, la temperatura comienza a incrementarse de forma gradual, alcanzando su máximo valor en septiembre, con registros de 35 a 36 °C en la porción noroeste del dominio modelado.

En la zona costera, las temperaturas permanecen moderadas (26–28 °C), evidenciando el efecto amortiguador de los aportes continentales y la dinámica local de mezcla inducida por mareas.

Hacia el mes de octubre, se observa un descenso progresivo de la TSM, que se acentúa hasta alcanzar nuevamente valores cercanos a 22 °C en diciembre.

De manera general, los resultados del modelo confirman que la temperatura superficial en la región del Puerto de Tuxpan responde a un patrón estacional marcado, controlado principalmente por la radiación solar incidente, la interacción atmósfera–océano y las condiciones regionales del Golfo de México.

Este comportamiento térmico es consistente con los registros climatológicos históricos de la región y respalda la representatividad del modelo en la reproducción de los gradientes térmicos costeros.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7.6.1.3 Salinidad superficial mensual

La salinidad superficial del mar (SSM) en el área de estudio presenta un comportamiento estacional coherente con los patrones regionales del Golfo de México, influenciado principalmente por la precipitación, la evaporación y las descargas fluviales.

Durante los meses de enero a abril, la salinidad superficial oscila entre 35.5 y 36.5 PSU, valores considerados normales y representativos para la zona marina frente al Puerto de Tuxpan.

En mayo, se registra el máximo valor de salinidad en la porción noroeste del dominio, alcanzando aproximadamente 36.8 PSU. Este incremento está asociado al aumento de la temperatura superficial y a la reducción temporal de las descargas continentales.

A partir de junio y hasta agosto, la salinidad muestra una disminución gradual hasta valores cercanos a 35.6 PSU, tendencia que se asocia a la temporada de lluvias y al incremento del aporte fluvial proveniente de la cuenca del río Tuxpan y cuerpos lagunares adyacentes.

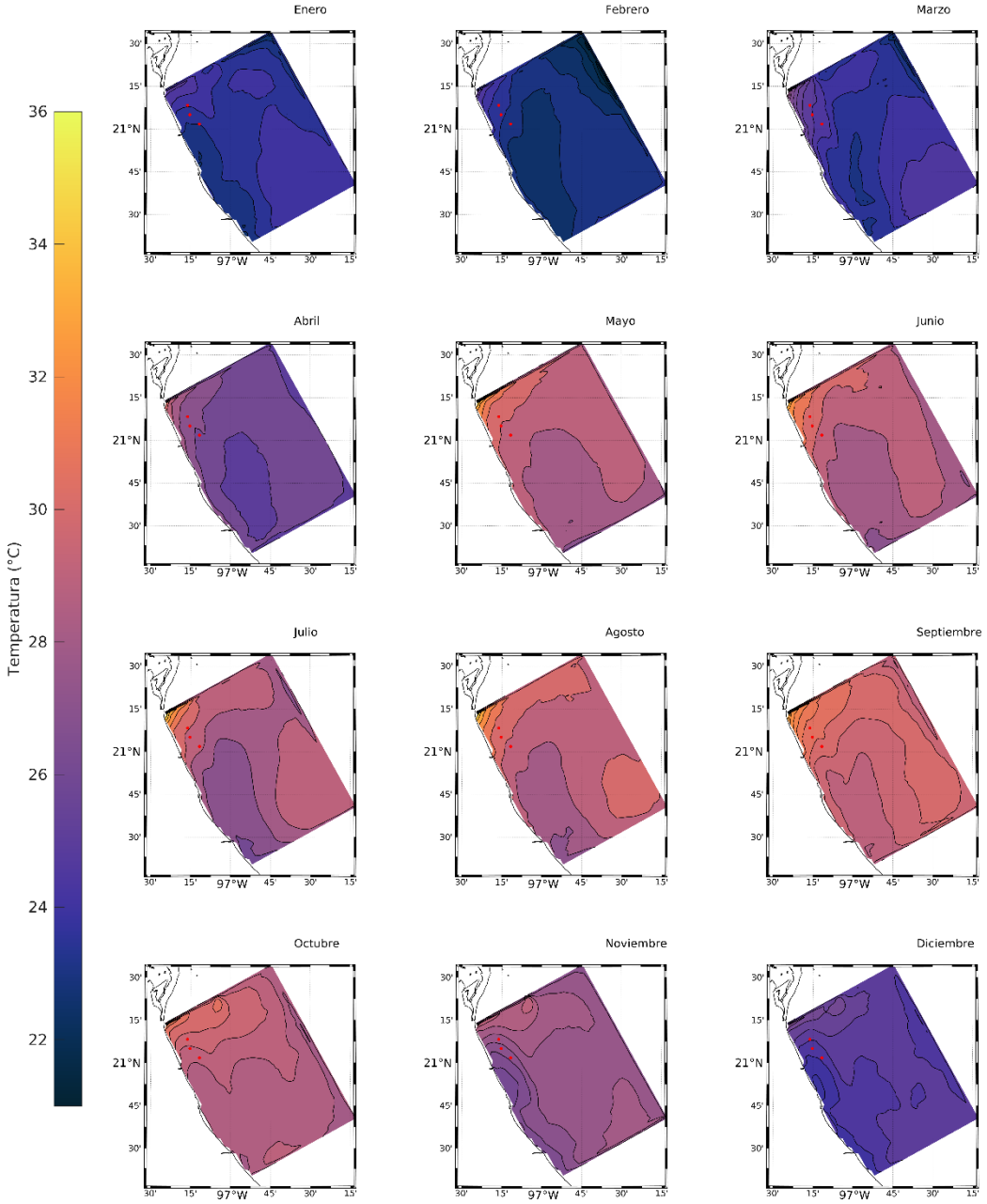
Posteriormente, entre septiembre y diciembre, se observa un ligero incremento de la salinidad en la zona costera noroeste, reflejando el retorno a condiciones más estables tras la disminución de precipitaciones.

Es importante señalar que el modelo no incorpora explícitamente la descarga fluvial directa, por lo que los valores de salinidad en la franja costera pueden ser ligeramente superiores a los observados en campo. No obstante, el patrón estacional reproducido —aumento durante periodos cálidos y disminución tras la temporada de lluvias— es consistente con la dinámica hidroclimática regional.

En conjunto, los resultados permiten confirmar que la estructura salina superficial del sistema costero de Tuxpan responde a una variabilidad anual predecible, que puede influir en los procesos de dispersión y dilución de sedimentos en el entorno marino.

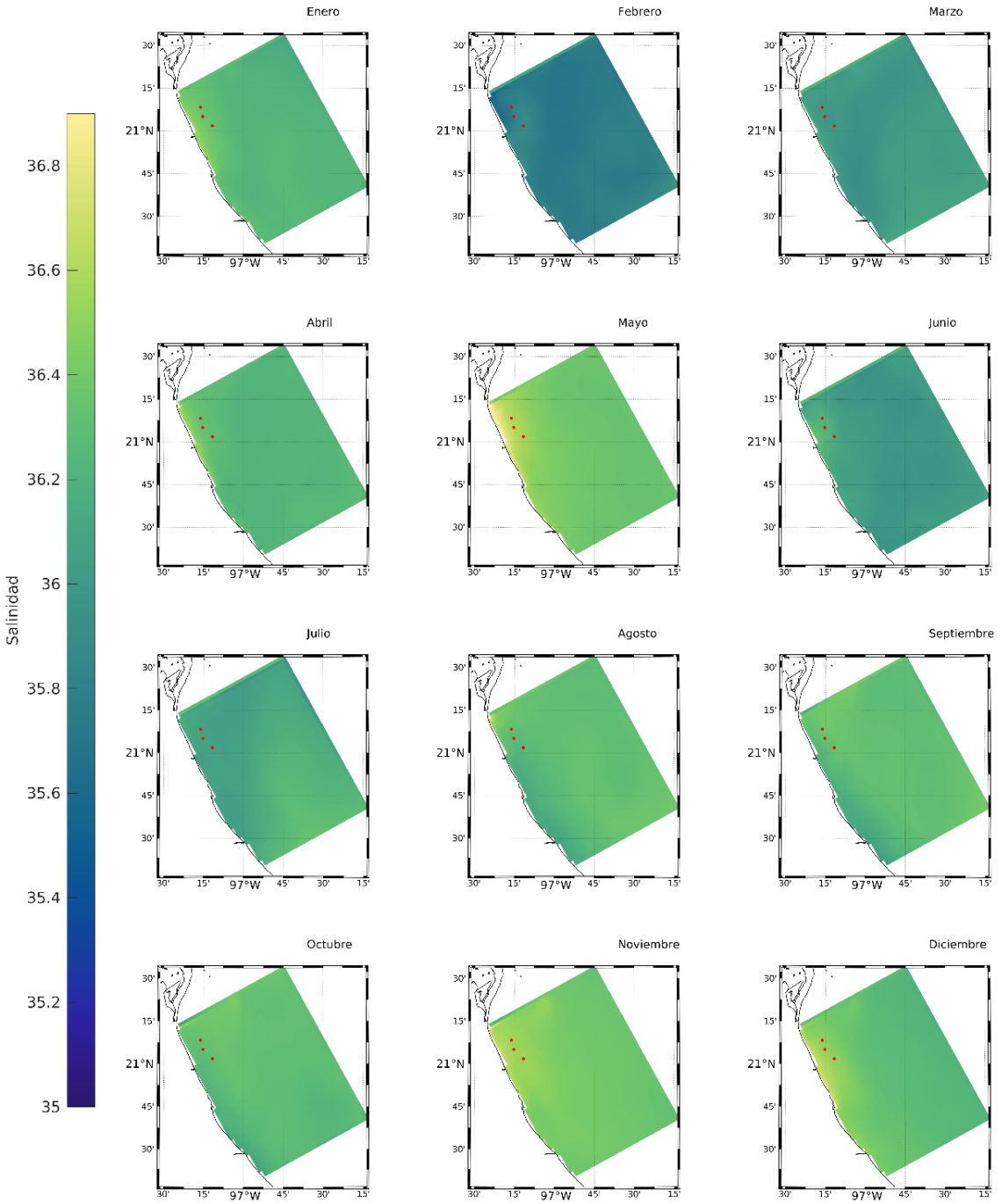
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-38 PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, LOS PUNTOS ROJOS INDICAN LA UBICACIÓN DE LOS ARRECIFES.



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-39 PROMEDIOS MENSUALES DE SALINIDAD SUPERFICIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, LOS PUNTOS ROJOS INDICAN LA UBICACIÓN DE LOS ARRECIFES.



IV.3.1.7.6.1.4 Simulación de dispersión de partículas

Con el objetivo de **simular el comportamiento y la trayectoria de los sedimentos en suspensión** en el área marina frente al Puerto de Tuxpan, se realizaron

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ejercicios de modelación numérica mediante el paquete **OpenDrift**, herramienta ampliamente utilizada para el estudio de **transporte y dispersión de partículas** en el océano y la atmósfera.

El modelo **OpenDrift**[27] permite reproducir el movimiento de distintos tipos de partículas —entre ellas, sedimentos en suspensión— a partir de las condiciones hidrodinámicas previamente calculadas por modelos oceánicos tridimensionales. En este caso, se emplearon los campos de corriente generados por el modelo ROMS descrito en el apartado anterior, complementados con datos de viento superficial provenientes del re-análisis NARR (North American Regional Reanalysis).

Configuración del modelo. Se realizaron **dos simulaciones mensuales** para cada uno de los **seis años del periodo analizado (2017–2022)**, con una simulación por cada **sitio de vertimiento (Tiro 1 y Tiro 2)**.

Cada simulación se inició el **día 15 de cada mes** y tuvo una **duración de diez días**, con el fin de capturar la respuesta inmediata del sistema a las condiciones hidrodinámicas dominantes.

El **movimiento de partículas** se modeló para representar las condiciones típicas de dispersión post–vertimiento, considerando la densidad, tamaño y comportamiento neutramente flotante de los sedimentos finos.

Los **resultados mensuales** se generaron para los seis años simulados y se incluyen en formato de **video** en el **Anexo VIII,** de la presente MIA–R, junto con los mapas de dispersión correspondientes.

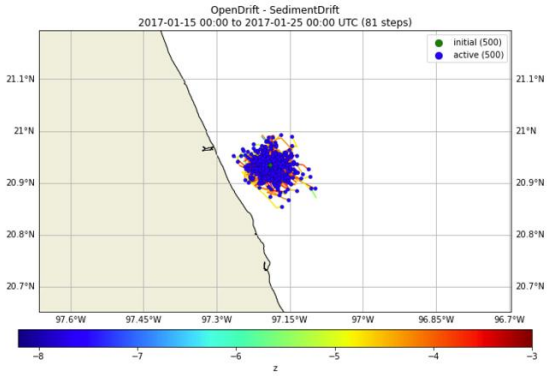
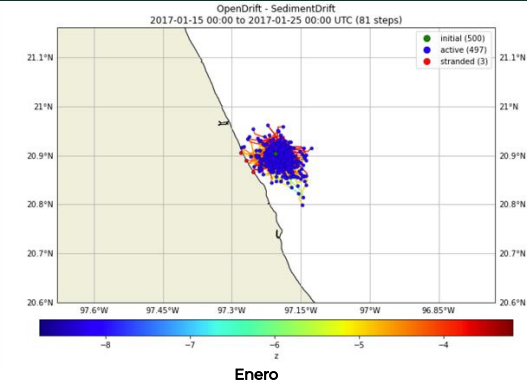
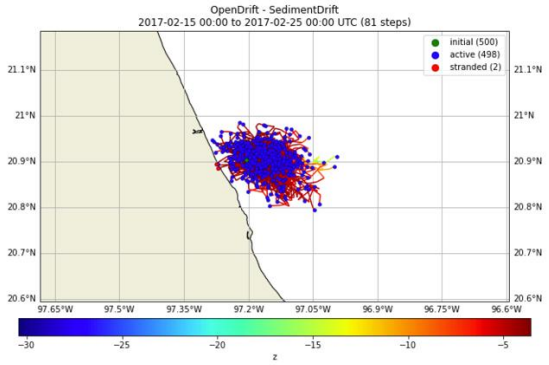
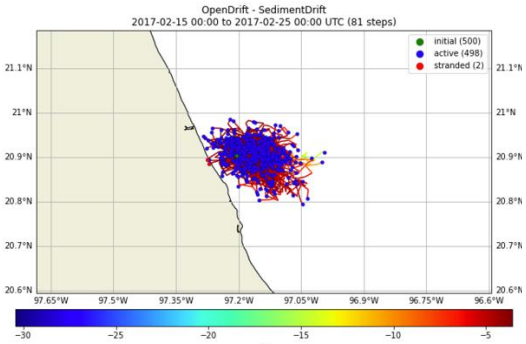
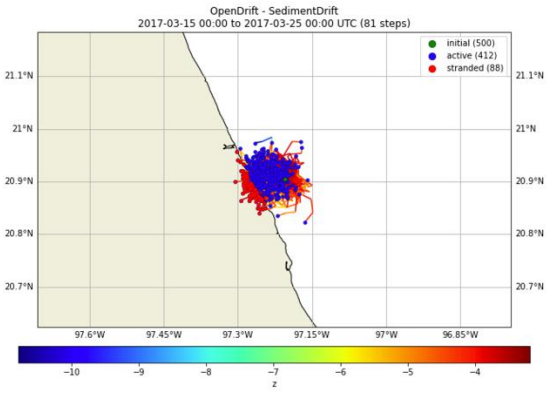
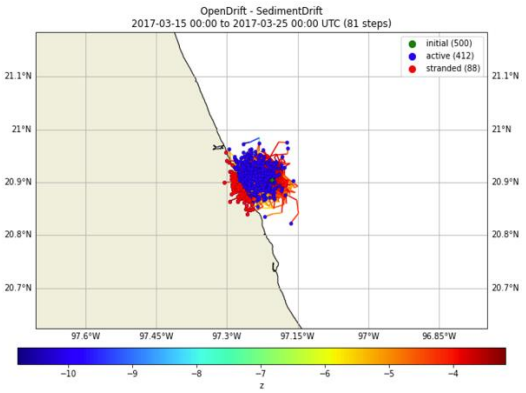
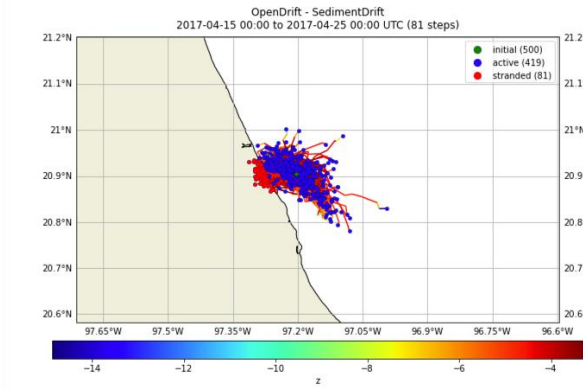
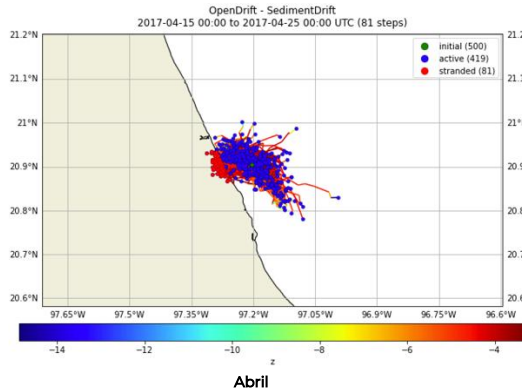
[27] *OpenDrift es un marco de modelación lagrangiana (Lagrangian framework) Se utiliza para simular el movimiento de partículas, sustancias o trazadores en el océano o la atmósfera, siguiendo el principio de que cada partícula representa una "masa virtual" que se transporta por los campos de corriente, viento y otros forzamientos.Es modular, abierto (open source) y compatible con modelos hidrodinámicos como ROMS, HYCOM, Delft3D, FVCOM, o Copernicus Marine Service. Las ventajas del modelo, son ntegración directa con modelos hidrodinámicos numéricos.*

- *Permite escenarios múltiples (clima, viento, eventos Niño/Niña, operación).*
- *Representa procesos físicos de hundimiento, suspensión y resuspensión.*
- *Produce animaciones y estadísticas espaciales fácilmente interpretables.*
- *De código abierto, auditado y utilizado por agencias científicas (NOAA, MET Norway*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

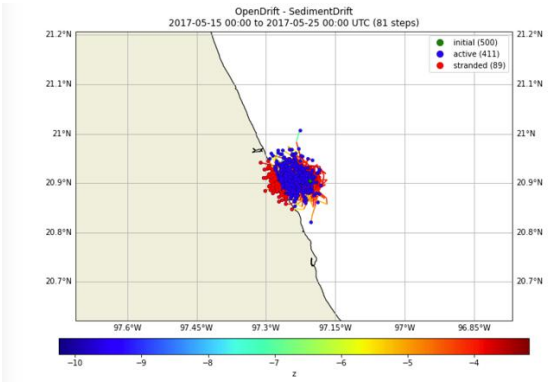
ILUSTRACIÓN IV-40 MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS EN EL AÑO 2017

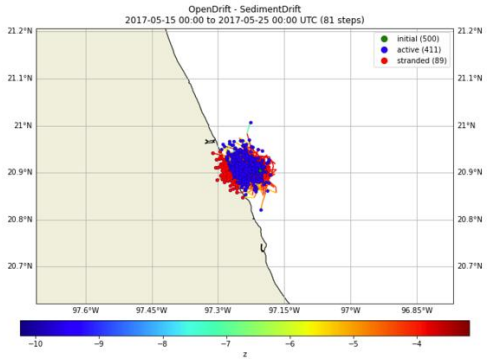
(EJEMPLO DE LOS MOVIMIENTOS QUE OCURREN DE MANERA ANUAL)

Sitio de vertimiento 1	Sitio de vertimiento 2
	
Enero	Enero
	
Febrero	Febrero
	
Marzo	Marzo
	
	Abril

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

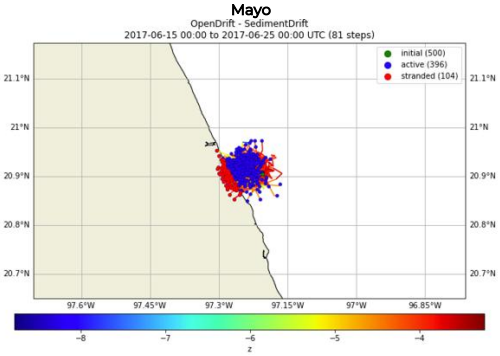
Abril

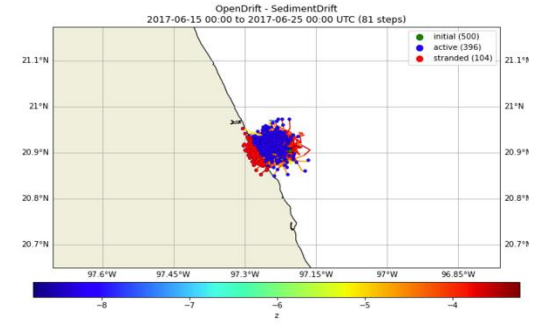




Mayo

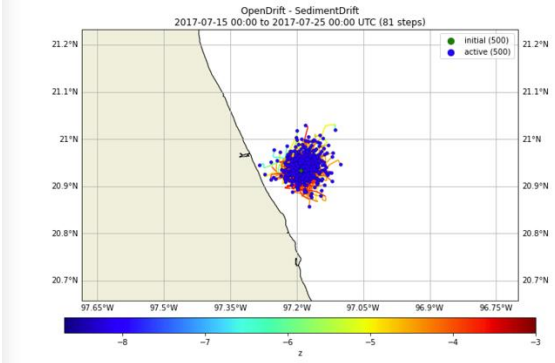
Mayo

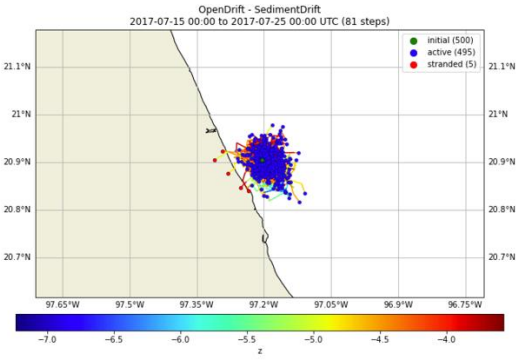




Junio

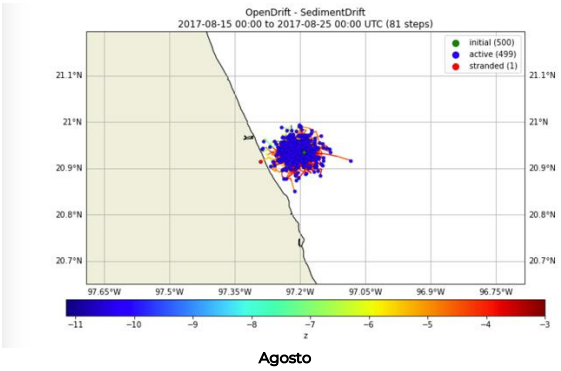
Junio

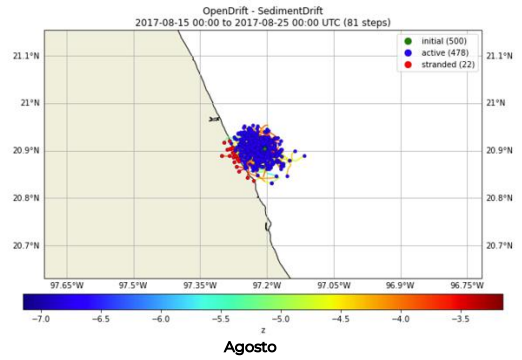




Julio

Julio

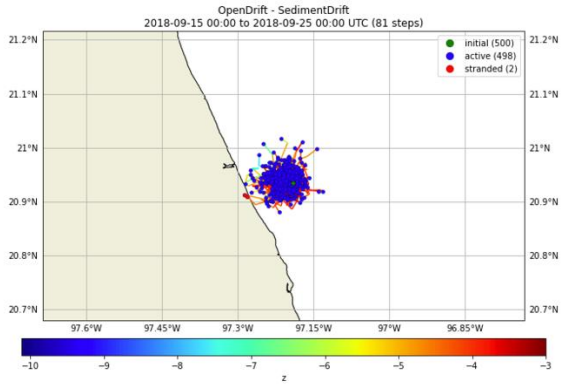




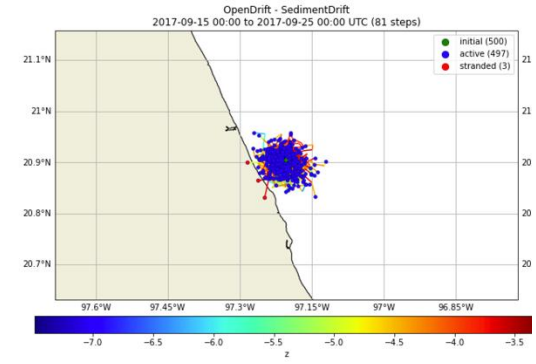
Agosto

Agosto

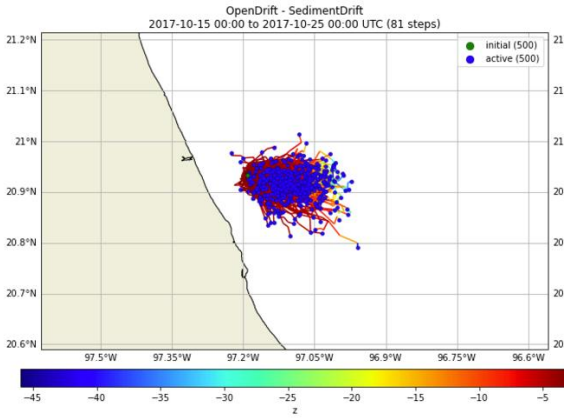
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



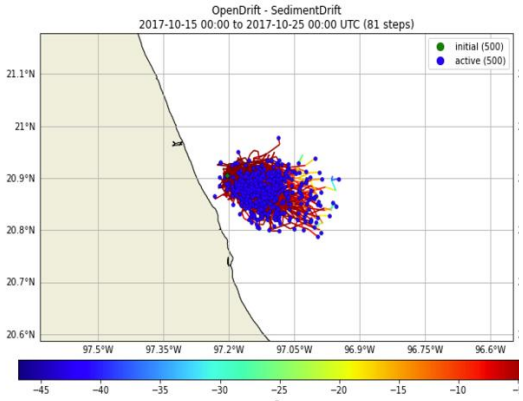
Septiembre



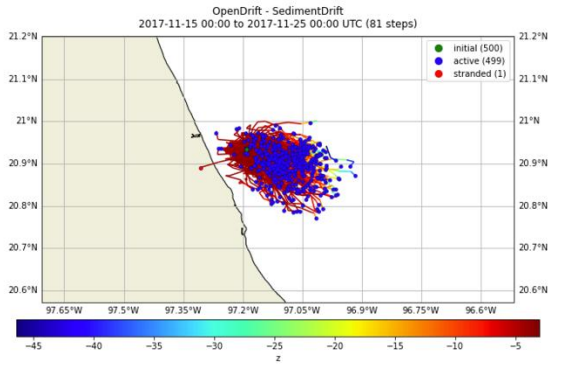
Septiembre



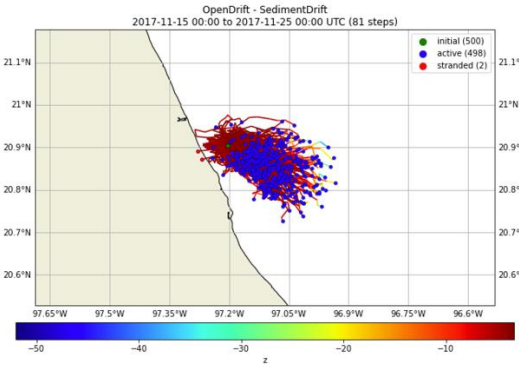
Octubre



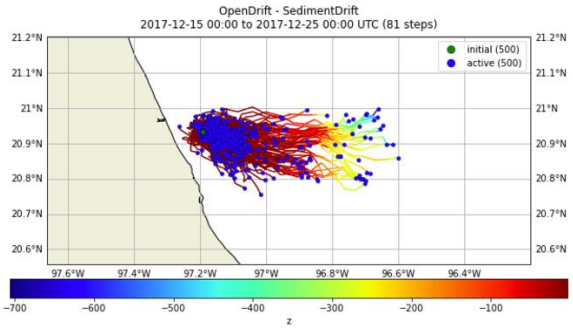
Octubre



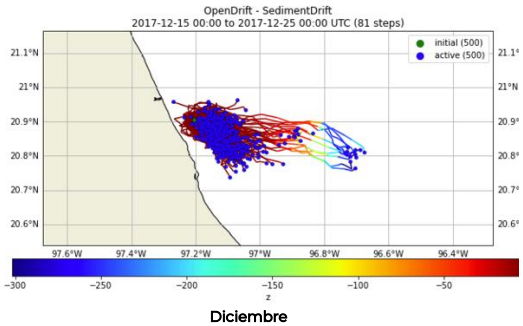
Noviembre



Noviembre



Diciembre

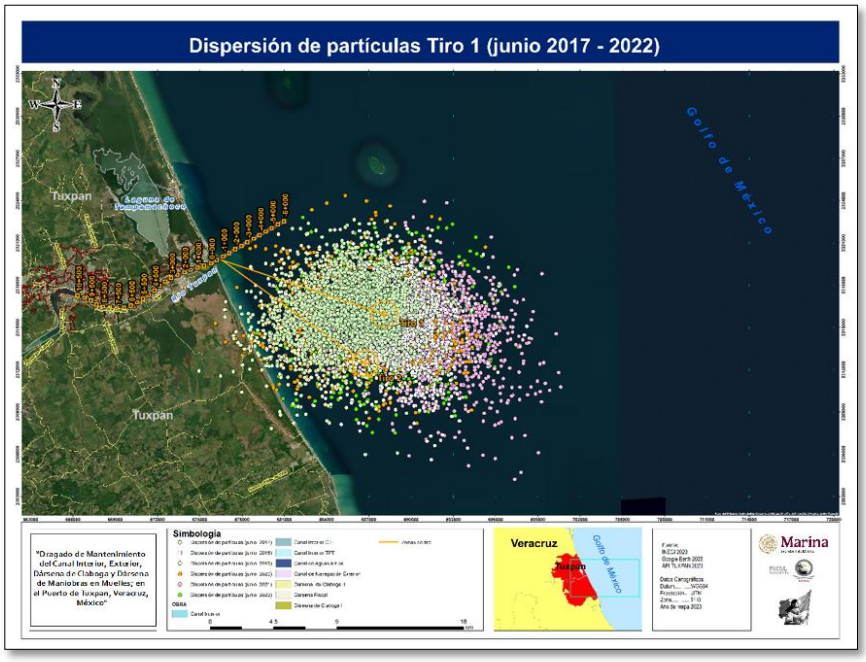


Diciembre

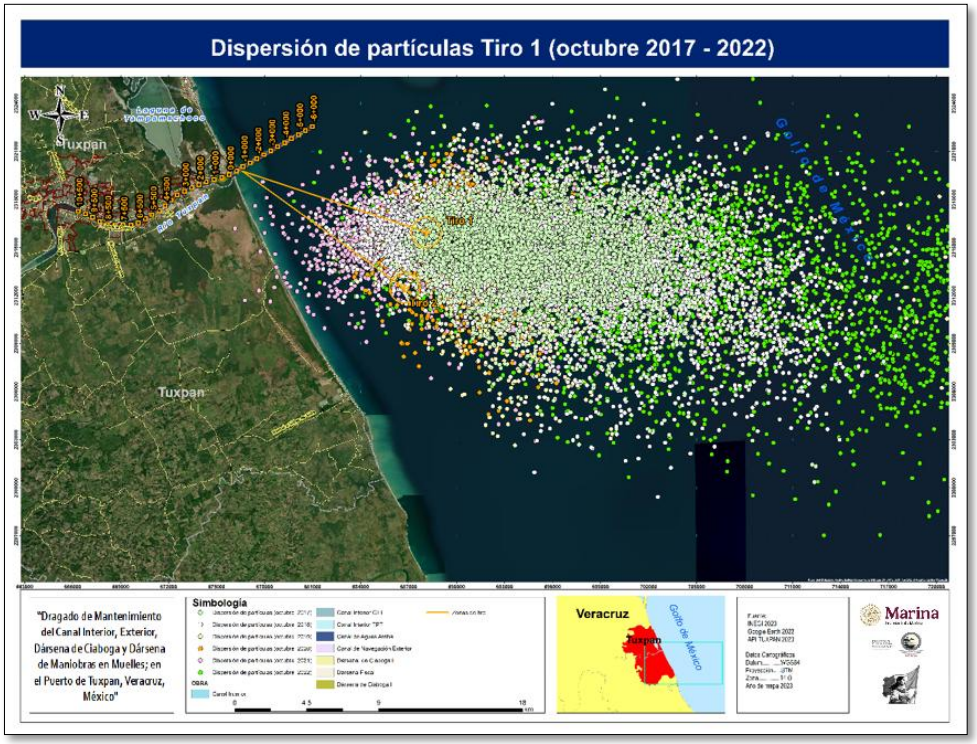
En los siguientes mapas se muestra la dispersión de partículas esperadas una vez realizados los tiros.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-18 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE JUNIO AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1.

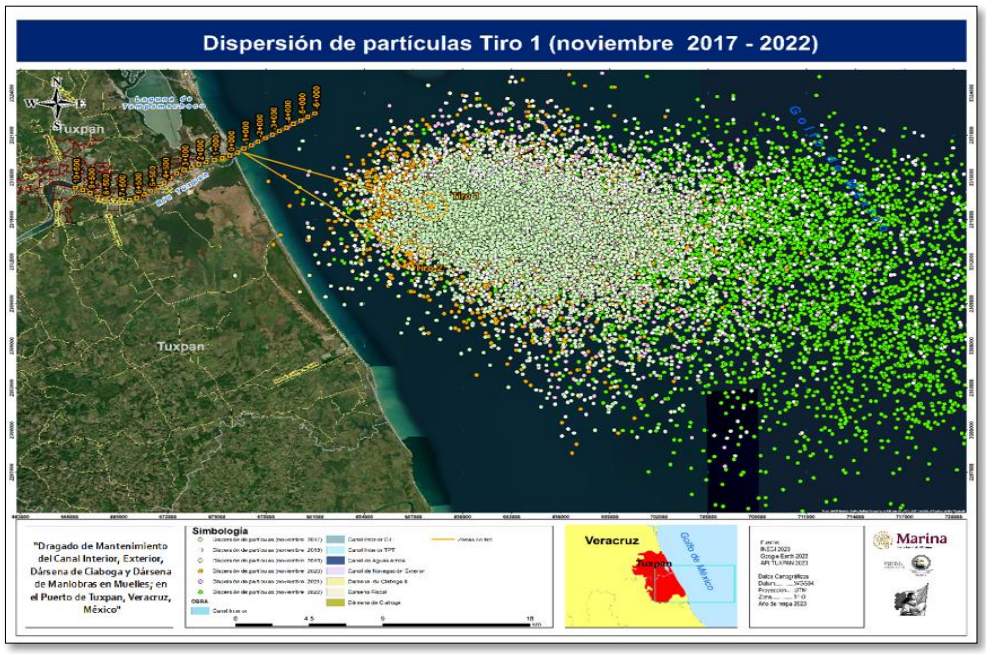


MAPA IV-19 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE OCTUBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1.

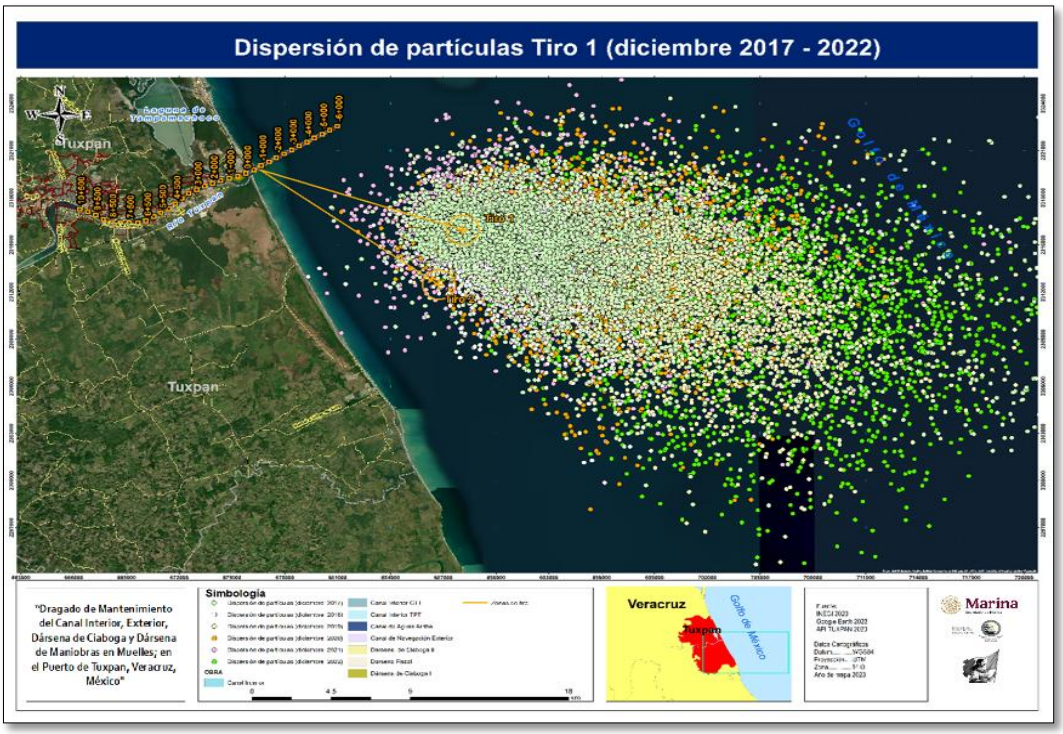


MAPA IV-20 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

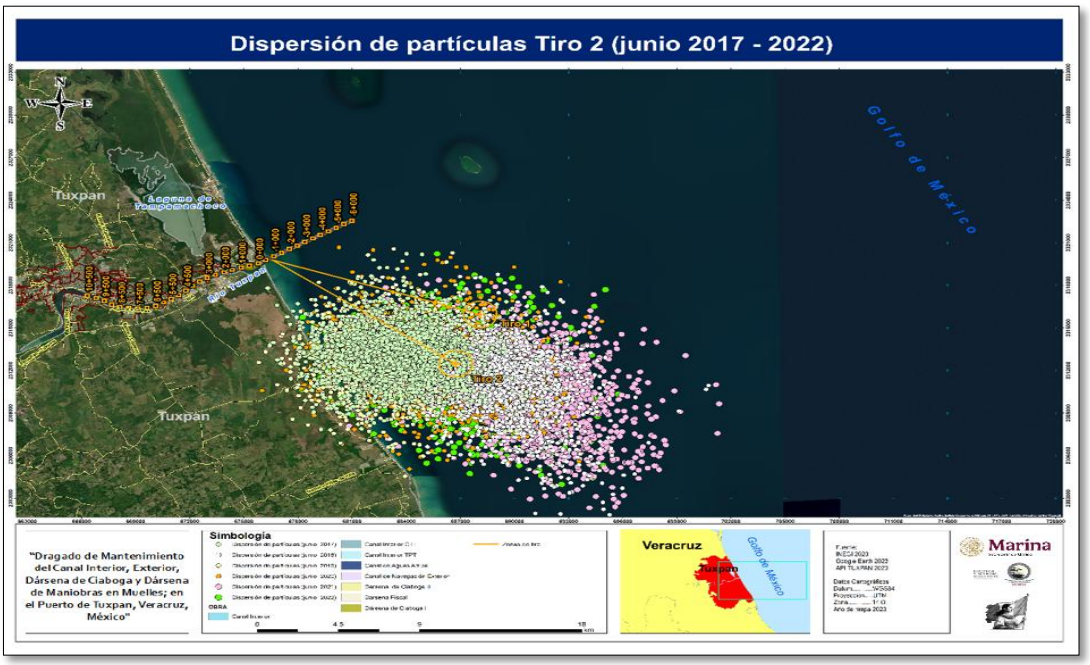


MAPA IV-21 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE DICIEMBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 1.

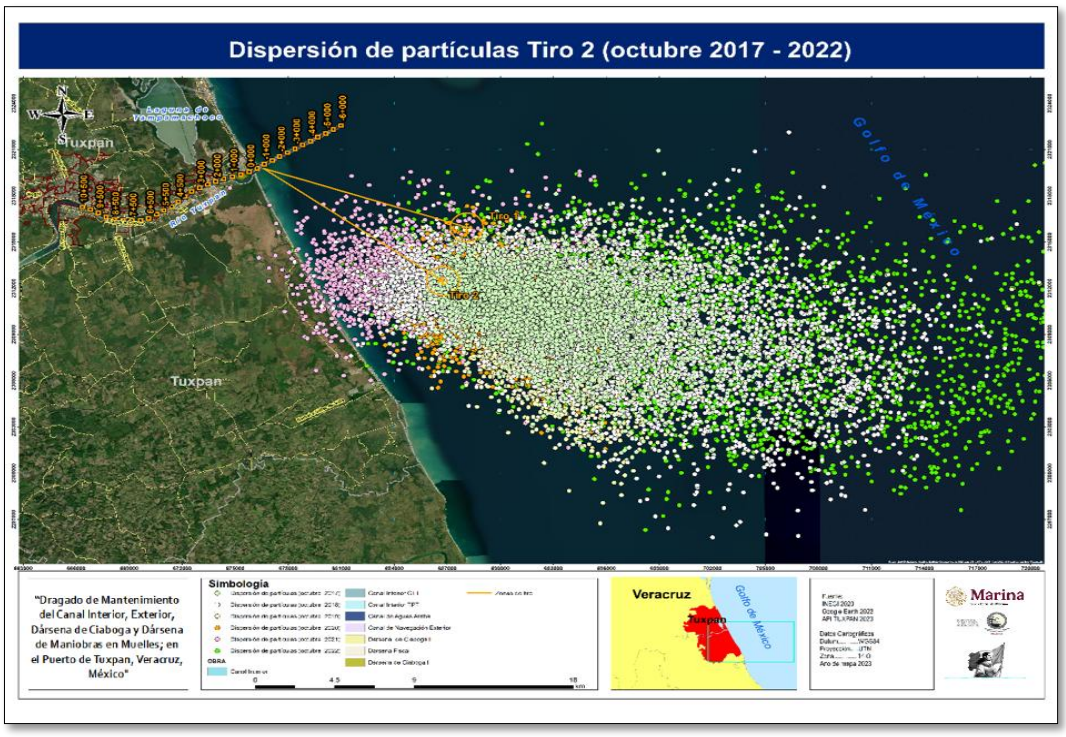


MAPA IV-22 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE JUNIO AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

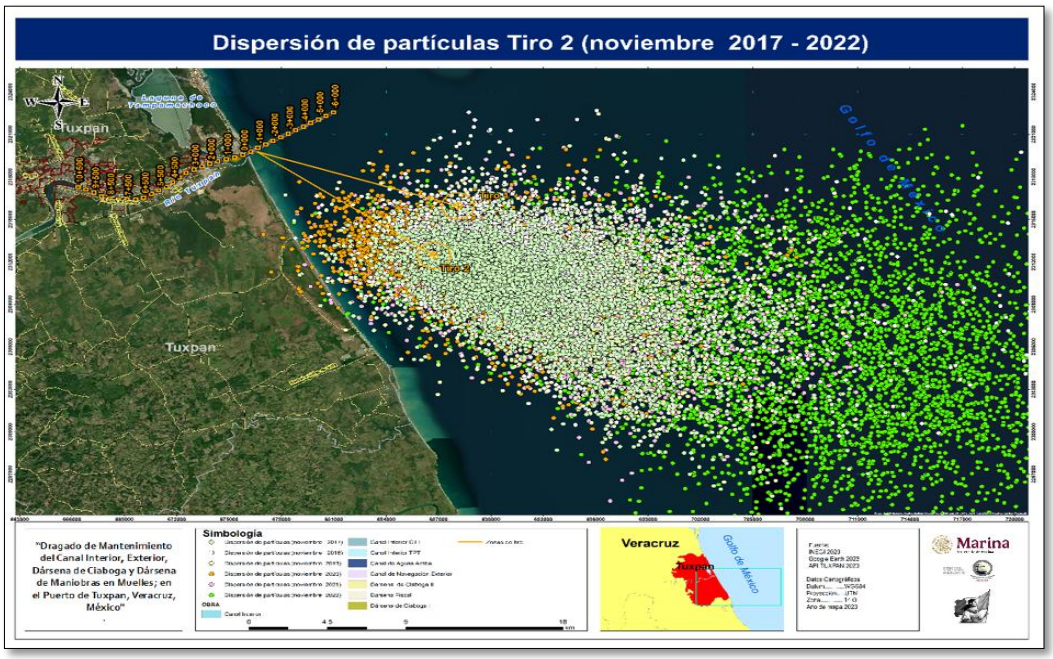


MAPA IV-23 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE OCTUBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2.

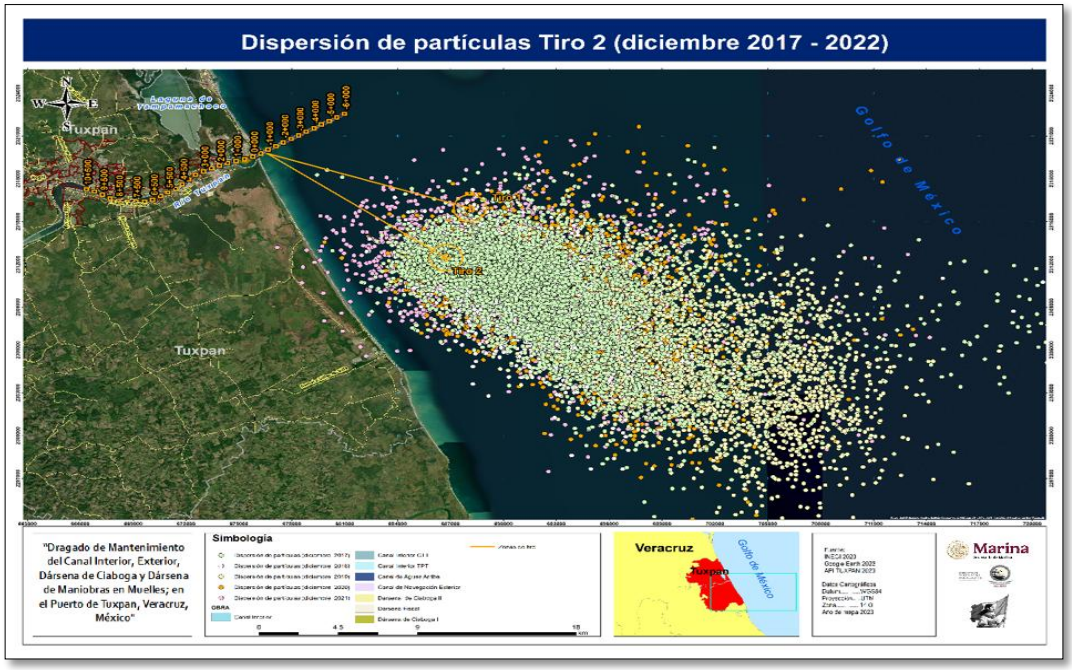


MAPA IV-24 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



MAPA IV-25 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE OCTUBRE AÑOS 2017-2022 CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE TIRO 2.



Los resultados de las simulaciones muestran una **variabilidad estacional clara** en la dispersión de las partículas, en concordancia con los patrones de circulación superficial descritos en los apartados anteriores. Los mapas de dispersión generados para los meses representativos de **junio, octubre, noviembre y diciembre** se presentan en las ilustraciones siguientes, correspondientes a los **sitios de vertimiento 1 y 2**. (ver videos de simulación en el anexo Técnico del Capítulo VIII).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-41 DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE DE 2021, LAS LÍNEAS DE COLORES INDICAN LA TRAYECTORIA DE LAS PARTÍCULAS Y EL COLOR LA PROFUNDIDAD.

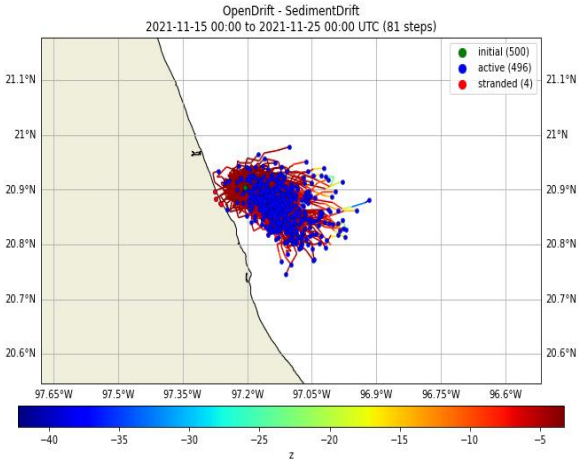
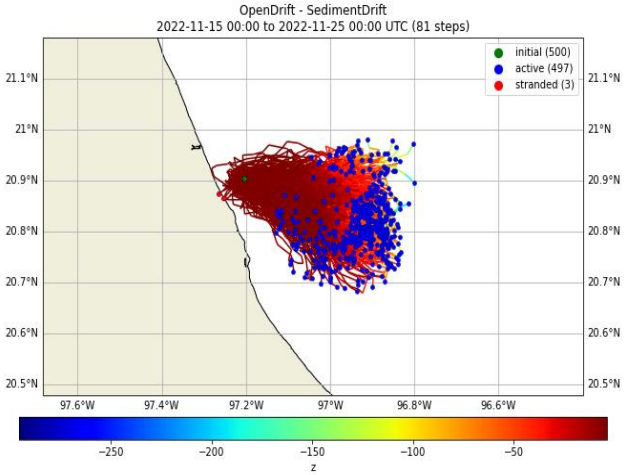


ILUSTRACIÓN IV-42DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS PARA EL MES DE NOVIEMBRE DE 2022, LAS LÍNEAS DE COLORES INDICAN LA TRAYECTORIA DE LAS PARTÍCULAS Y EL COLOR LA PROFUNDIDAD.



De acuerdo con las simulaciones, los meses de octubre a diciembre presentan las condiciones más favorables para la disposición del material dragado, ya que durante este periodo las partículas son transportadas predominantemente hacia el sur, alejándose de la costa y de los arrecifes localizados frente al sistema arrecifal Tuxpan–Lobos.

Esta tendencia es más evidente en el sitio de vertimiento 2, donde las trayectorias muestran un desplazamiento más eficiente y sostenido hacia mar abierto.

Los resultados correspondientes a noviembre y diciembre —presentados en las Ilustraciones IV-43 y IV-44— confirman esta dinámica, mostrando líneas de corriente coherentes con los vientos invernales y la circulación regional.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7.7 Modelaciones de Partículas en Canal de Navegación del Rio Tuxpan- Estudio Realizado en 2025

En cumplimiento al oficio **SRA/DGIRA/DG-01858-24**, emitido por la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**, la Administración del Sistema Portuario Nacional de Tuxpan (ASIPONA Tuxpan) llevó a cabo en **2025** un nuevo estudio de **hidrodinámica y dispersión de sedimentos**, con el propósito de:

Nota: en los anexos del Capítulo VIII, se incluyó informe completo

a) Analizar el **transporte litoral** en el área del proyecto, considerando los modos **transversal y longitudinal**, así como las velocidades y los volúmenes anuales de aporte sedimentario derivados de las escorrentías hacia el canal de navegación.

b) Modelar la **dispersión de sedimentos** bajo distintos escenarios (situación actual, operación del proyecto y condiciones hidrometeorológicas extremas).Identificar las **zonas de erosión, acreción o azolvamiento**, tanto en la zona de dragado como en los sitios de vertimiento.

c) Integrar el análisis, discusión y conclusiones de los resultados obtenidos para cada escenario.

El estudio se desarrolló utilizando la suite de modelación **Delft3D-FLOW/SED/WAVE**, validada con los registros i**n situ** obtenidos mediante **Perfiladores Acústicos Doppler (ADCP)** instalados durante **41 días** en el canal del río Tuxpan y en la zona de tiro.

IV.3.1.7.7.1 Metodología para las modelaciones de partículas del 2025

Para realizar el estudio de partículas, de 2025, fue implementado el modelo Delft3D que una suite más amplia que maneja no solo dinámica oceánica sino también sedimentación, calidad del agua y otros procesos costeros y estuarinos, y que es versátil para aguas poco profundas, estuarios y deltas, integrando diferentes componentes físicos y químicos en un solo sistema. **Los resultados fueron validados con las lecturas de corrientes, oleaje y mareas tomadas en campo con perfiladores acústicos de corrientes Doppler** colectada en que quedaron instalados esos aparatos tanto en el canal de Tuxpan como en la zona de tiro, tal como se expuso en el apartado IV-3-1.6.5, además se considero

a) Plano batimétrico (Anexo VIII)
b) Cartas náuticas con las claves MX488121.000, MX681112.000, MX681111.000, MX681113.000 y MX581110.000, mismas que fueron digitalizadas y transformadas en formato Shape file
c) Información meteorológica obtenida de bases de la Secretaria de Marina (Anexo VIII)
d) Información hidrológica del Rio Pantepec de la estación el Sombrerete obtenida por el portal de Bandas de la Conagua[28]

[28] https://app.conagua.gob.mx/bandas/

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Este modelo se configuró para un periodo de simulación de 7 años, desde 2016 a 2022, considerando el primer año como un periodo de ajuste en el que el modelo partió de condiciones estacionarias. Los resultados considerados para esta comparación corresponden al periodo 2017 a 2022 (seis años).

La modelación de partículas en Delft3D se llevó a cabo utilizando el módulo Delft3D-FLOW, que puede incluir el seguimiento de partículas para diversas aplicaciones, como la sedimentación, la dispersión de contaminantes, o comportamientos de organismos. Los propósitos principales:

- Simulación de corrientes, mareas y flujos en la zona de influencia del dragado en el río Tuxpan.
- Modelación de la sedimentación y erosión del fondo, incluyendo transporte y depósito de sedimentos.
- Análisis de la propagación de olas y su interacción con corrientes y fondos.
- Evaluación del impacto de obras hidráulicas.

Los componentes del Delft3D, son.

- **Delft3D-FLOW:** Para modelar la hidráulica y la dinámica de los fluidos en 2D o 3D.
- **Delft3D-SED:** Para simular la sedimentación y erosión, incluyendo transporte de sedimentos en suspensión y en superficie.
- **Delft3D-WAVE:** Para modelar la propagación de olas, interactuando con las corrientes y el fondo.

Las características técnicas, son

- Se utiliza una malla flexible que permite ajustarse a geometrías complejas.
- Se incorporan datos de condiciones de frontera realistas y datos de entrada variados: mareas, vientos, lluvias, niveles de agua, etc.

Las Ventajas:

- Alta flexibilidad y precisión en la simulación de procesos complejos.
- Capacidad de integrar múltiples procesos en un solo modelo.
- Amplia comunidad de usuarios y documentación técnica.

Definición del dominio. Los pasos que se siguieron para definir el dominio o área de estudio para la modelación numérica con Delft3D, correspondieron a

1. Definición del área de estudio

- Se utilizaron cartas náuticas, mapas, imágenes satelitales y la batimetría proporcionada por la ASIPONA-Tuxpan.
- Se consideraron los límites de interés hidrodinámico.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

2. Creación de la malla (GRID)

- Se utilizó el módulo "Grid Generator".
- Se definió el tipo de malla:

  Curvilínea: por tratarse de un área con líneas costeras irregulares o estructuras complejas (Ilustración IV-43).

- Establece la resolución:
  - Se determinó el tamaño de la celda de 20m x 20m.
  - Se generó la malla y se verificó que cubre toda el área de interés y tiene buena resolución en zonas críticas (Ilustración IV-45)

3. Importación y ajuste de datos topográficos y batimétricos

- Se obtuvieron los datos de elevación terrestre (DTM) y profundidad acuática (batimetría) en formatos compatibles.
- Se importaron estos datos a Delft3D mediante el módulo "Bathymetry Editor".
- Se interpoló la topografía y batimetría para suavizar errores y asegurar la continuidad en el fondo.

4. Configuración de condiciones iniciales y de frontera

- Se definieron las condiciones iniciales, como la velocidad del flujo, niveles de agua y otras variables relevantes.
- Se establecieron las condiciones de frontera:
  - Para aguas abiertas: corrientes, mareas, olas.
  - Para límites cerrados: costas, barreras.

5. Verificación del dominio

- Se ejecutaron simulaciones de prueba para identificar posibles errores o inconsistencias.
- Se analizaron los resultados preliminares se ajustó la malla, los datos de fondo y las condiciones de frontera.

6. Documentación y respaldo

- Se guardó toda la configuración, archivos de malla, datos y parámetros utilizados para futuras referencias o modificaciones.

7. Parámetros de Partículas

- Tipo de Partículas: Se seleccionó el tipo de partículas a modelar considerando el análisis de granulometría.
- Propiedades de las Partículas: Se configuraron propiedades de densidad y tamaño de las partículas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



8. Configuración del Modelo de Transporte de Partículas
- **Modelo de Transporte**: Se estableció el modelo de transporte para las partículas.

9. Ejecución del Modelo
- Se ejecutaron pruebas para verificar que el modelo funcione correctamente y que las partículas se comporten de la manera esperada.
- Se hicieron los ajustes pertinentes a las configuraciones en base a los resultados de estas simulaciones.

10. Análisis de Resultados
- Se utilizaron herramientas de visualización para analizar el movimiento y distribución de las partículas. Las salidas incluyen la concentración de partículas a lo largo del tiempo y su trayectoria.

11. Validación y Verificación
- Se compararon los resultados del modelo con datos observacionales para validar la precisión del modelo.
- Se realizaron algunos ajustes en los parámetros del modelo después de calibrarlo.

La modelación numérica es crucial para el desazolve de ríos porque permite simular los flujos de agua y sedimentos, identificar zonas críticas de acumulación, y predecir el impacto de diferentes estrategias de desazolve en escenarios futuros.

Para simular la hidrodinámica del río Tuxpan y el efecto de las partículas producto de las labores de desazolve, se utilizó el modelo Delft3D y los resultados fueron validados con las lecturas de corrientes, oleaje y mareas tomadas en campo con perfiladores acústicos de corrientes Doppler.

La modelación tuvo como propósitos principales;

a) La simulación de corrientes, mareas y flujos en la zona de influencia del dragado en el río Tuxpan y
b) Modelación del transporte y depósito de sedimentos en la zona de tiro.

Modelación hidrodinámica. Para la modelación hidrodinámica se utilizó el Dominio de Estudio que consiste en el río Tuxpan, el cuerpo de agua costero conectado en la desembocadura, y la laguna de Tampamachoco. Se generó una malla que divide el dominio en celdas pequeñas. A continuación, se configuraron las condiciones de frontera; para las fronteras hidráulicas se establecieron las condiciones en los bordes del modelo, como entrada de agua, nivel de marea, o condiciones de escorrentía. Para las condiciones Iniciales se definió el estado inicial de la simulación, como la profundidad del agua y la velocidad del flujo.

a) Además, se seleccionaron los parámetros físicos, como son las propiedades del agua (densidad, viscosidad). Y los efectos de las interacciones con las mareas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

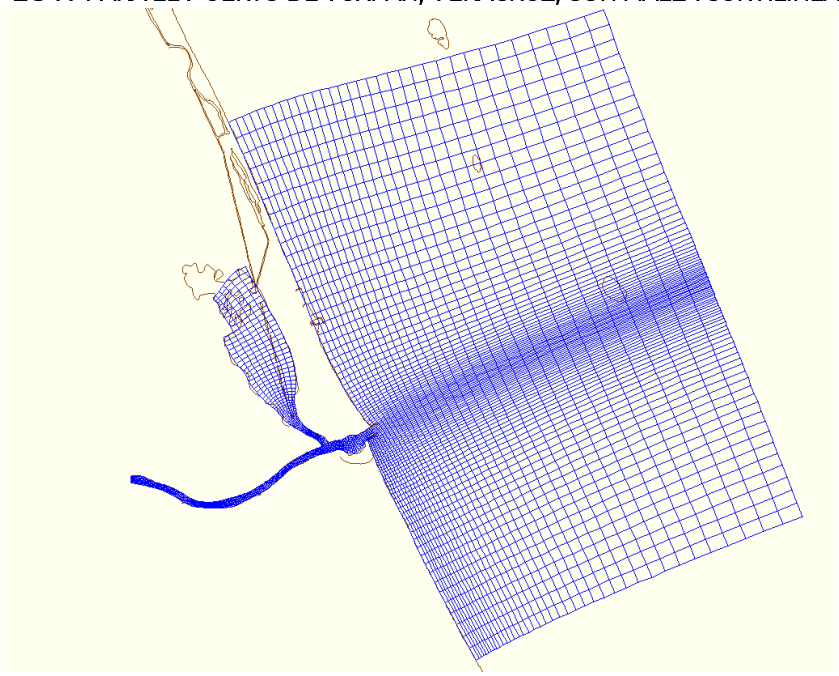
b) Se configuró el modelo hidrodinámico en modo 2D y el tipo de modelo de flujo de programó como laminar.

c) Para su adecuada ejecución y verificación se realizaron simulaciones iniciales para verificar que el modelo funcione correctamente y se ajustaron algunas variables. Además, se analizaron resultados preliminares para comprobar la estabilidad y precisión.

Modelación de dispersión de partículas. La modelación de partículas en Delft3D se llevó a cabo utilizando el módulo Delft3D-FLOW, que puede incluir el seguimiento de partículas para diversas aplicaciones.

a) Se utilizó el dominio y malla generados previamente y se configuraron las condiciones de frontera del modelo, que influirán en el comportamiento de las partículas. Se estableció el estado inicial para las partículas, incluyendo la concentración y distribución inicial en el dominio.
b) Se configuró el tipo de partículas a modelar considerando el análisis de granulometría para determinar la densidad y tamaño de las partículas.
c) Se estableció el modelo de transporte para las partículas y se ejecutó el modelo.
d) Se ejecutaron pruebas para verificar que el modelo funcione correctamente y que las partículas se comporten de la manera esperada. Se hicieron los ajustes pertinentes a las c configuraciones en base a los resultados de estas simulaciones.
e) Se utilizaron herramientas de visualización para analizar el movimiento y distribución de las partículas. Las salidas incluyen la concentración de partículas a lo largo del tiempo y su trayectoria.
f) Para validar y verificar se compararon los resultados del modelo con datos observacionales para validar la precisión del modelo. Se realizaron algunos ajustes en los parámetros del modelo después de calibrarlo.

ILUSTRACIÓN IV-43 DOMINIO TOTAL DEL MODELO HIDRODINÁMICO IMPLEMENTADO EN DELFT3D-FLOW PARA EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, CON MALLA CURVILÍNEA.



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Notas: Las fronteras se ubicaron a una distancia suficiente de la zona de interés para minimizar la influencia de las condiciones de borde y reducir el ruido numérico. Se incluye la línea de costa como referencia geográfica.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-44 ACERCAMIENTO A LA ZONA DE INTERÉS DEL MODELO HIDRODINÁMICO EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ, GENERADO CON DELFT3D-FLOW.

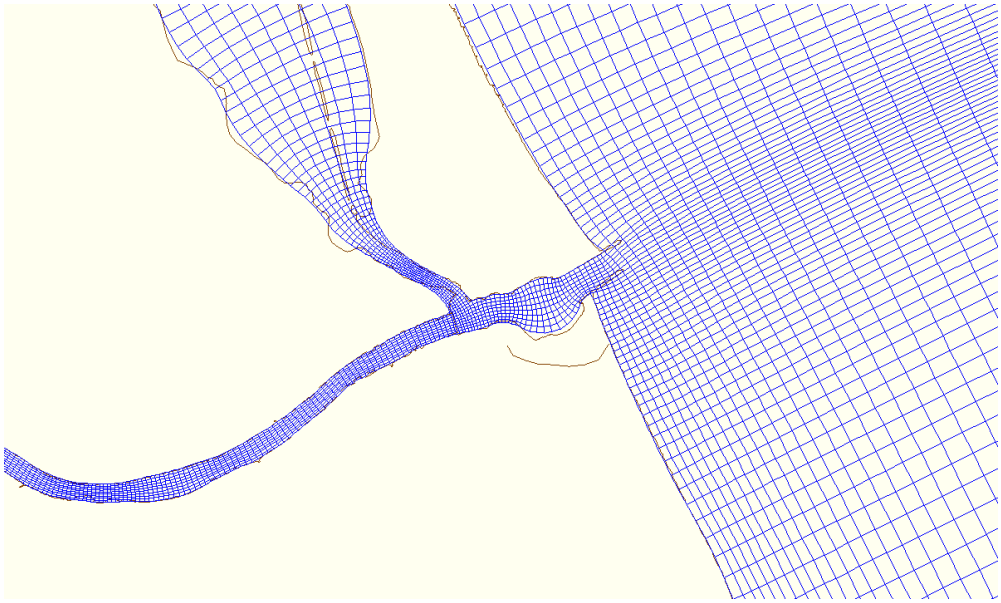
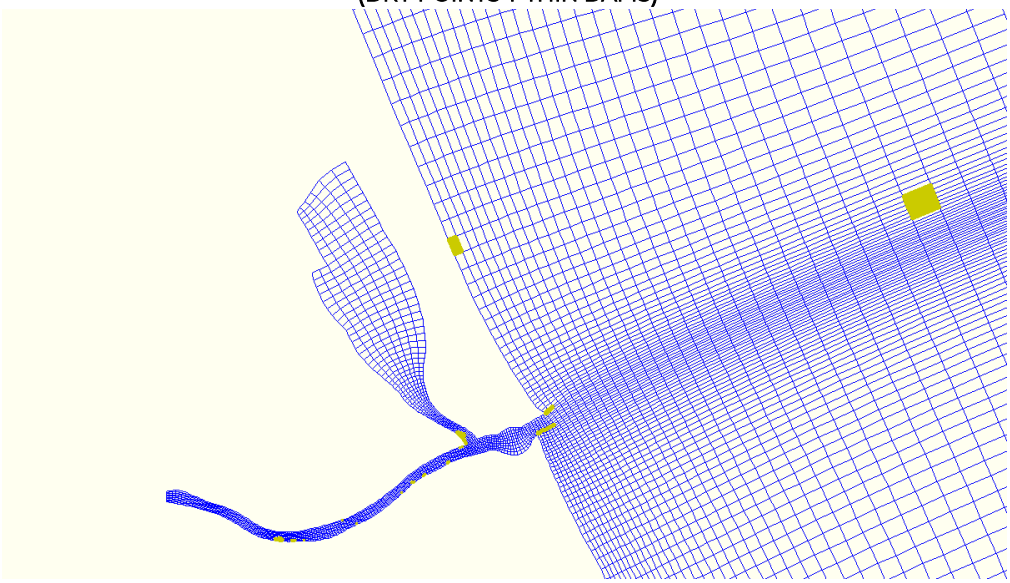


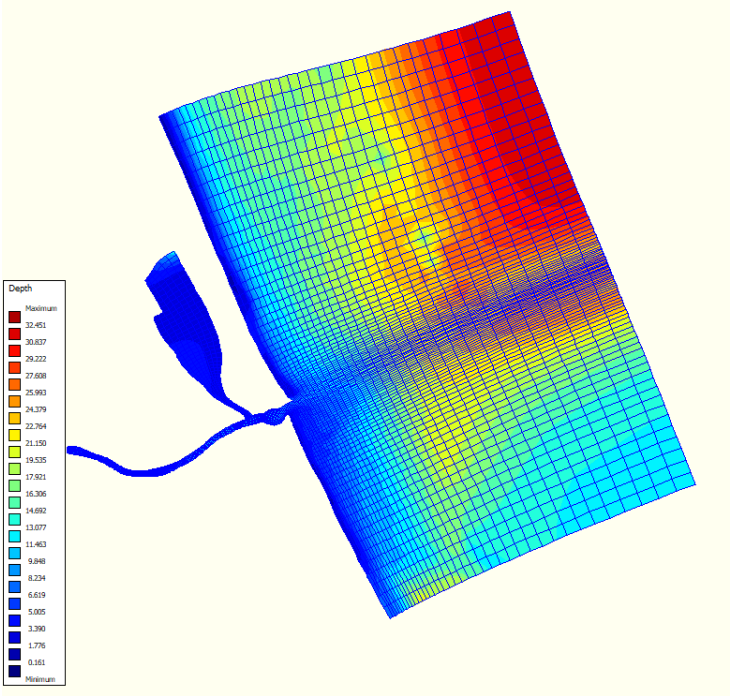
ILUSTRACIÓN IV-45 MALLA DEL MODELO CON LA REPRESENTACIÓN DE PUNTOS DE CERO FLUJO (DRY POINTS Y THIN DAMS)



Notas: los puntos de cero flujos, corresponden a escolleras, islas y otras estructuras que actúan como barreras físicas dentro del dominio de simulación.

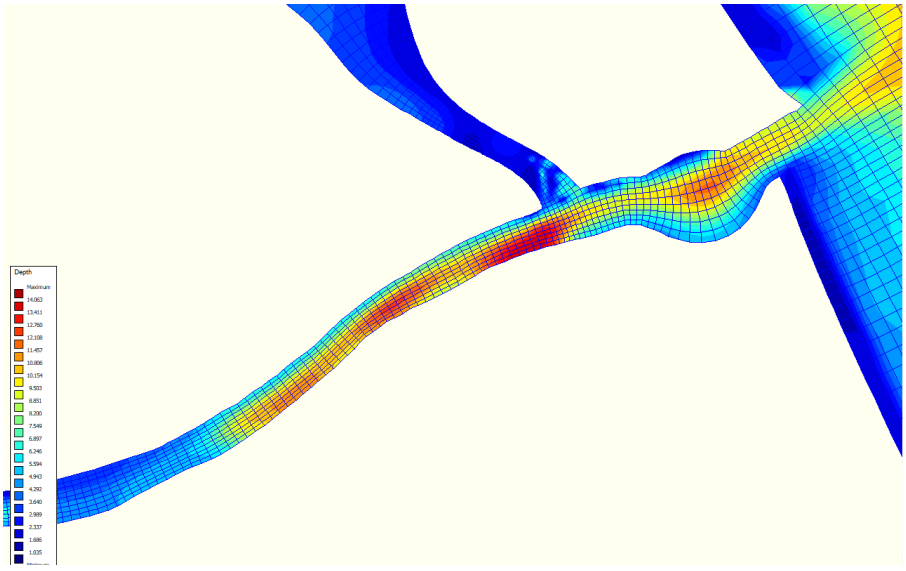
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-46 BATIMETRÍA COMPLETA DEL MODELO



Notas. elaborada a partir de las cartas náuticas MX 81110, MX 81111, MX 81112, MX 81113 y SM 812-1, así como de datos de profundidad obtenidos en campo, complementada con la información de la GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans). La escala de colores representa la profundidad en metros.

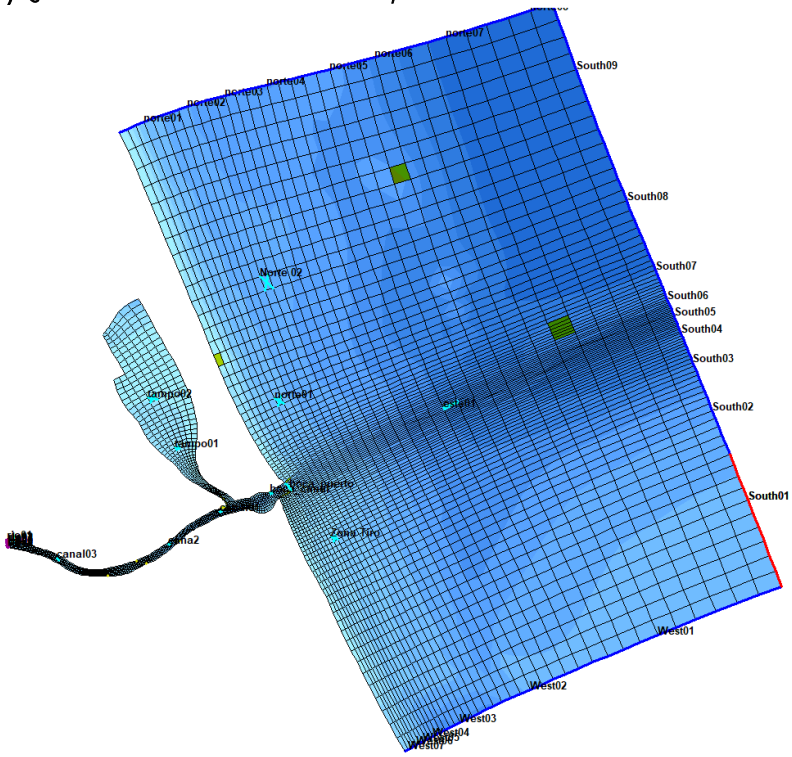
ILUSTRACIÓN IV-47 ACERCAMIENTO A LA ZONA DE INTERÉS DEL PROYECTO



Notas. Se detallan las variaciones batimétricas en metros. En esta vista se aprecian con mayor claridad los canales principales, las áreas someras y las transiciones de profundidad que resultan relevantes para la hidrodinámica.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-48 MALLA CURVILÍNEA DEL MODELO HIDRODINÁMICO IMPLEMENTADO EN DELFT3D-FLOW PARA EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ. DE CERO FLUJO (DRY POINTS Y THIN DAMS) QUE REPRESENTAN ESCOLLERAS, ISLAS Y ESTRUCTURAS COSTERAS.



Notas. Se incluyen las fronteras abiertas laterales (por ejemplo, South01–South09, West01–West04), los puntos de control utilizados para la calibración y validación del modelo (como boca_puerto, tampo01, canal03, entre otros), así como los puntos

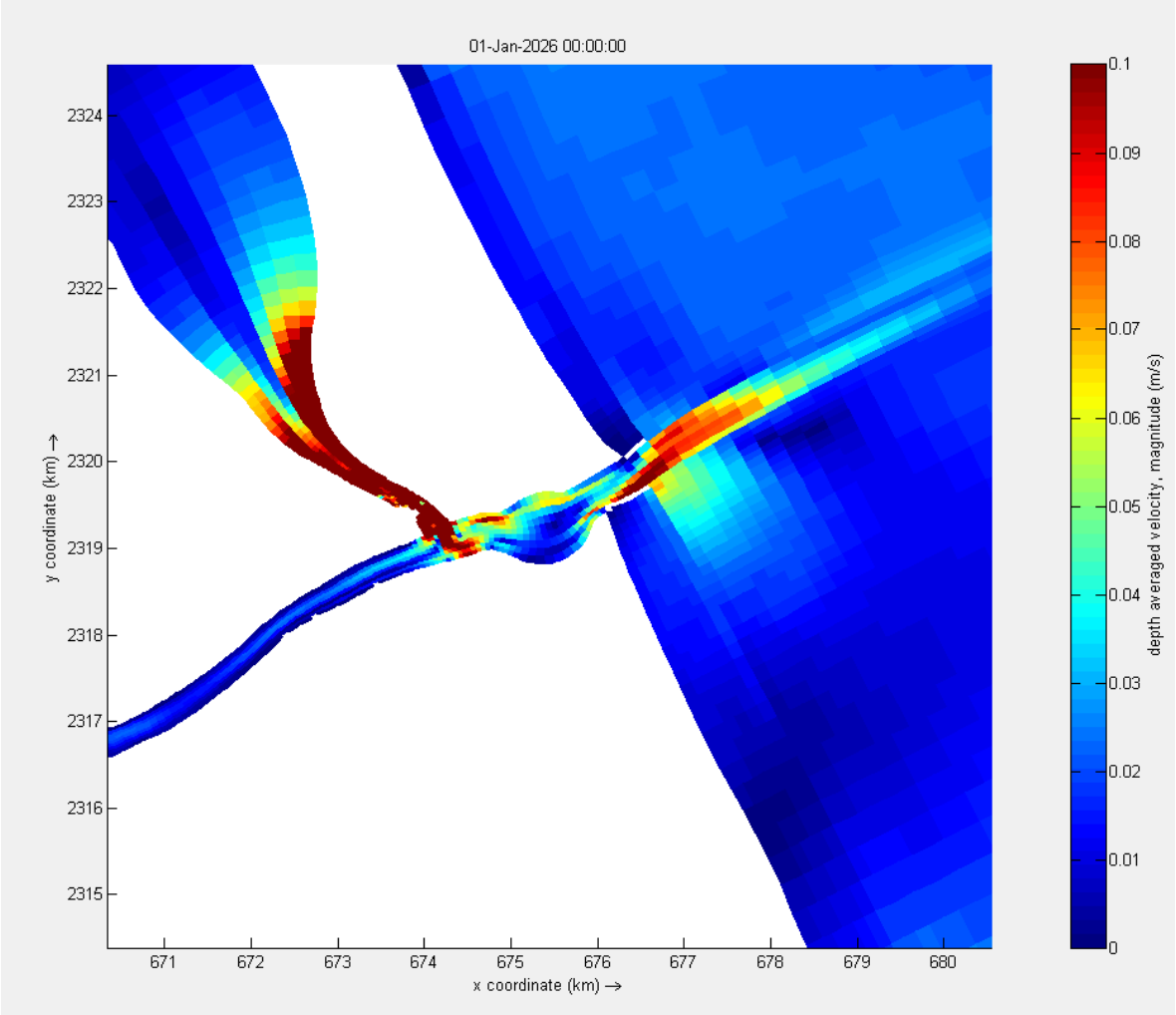
IV.3.1.7.7.1.1 Análisis de máximos de velocidad de la corriente

Para la línea base hidrodinámica, se llevó a cabo un análisis espacial de los máximos de velocidad de corriente generados por la marea en todo el dominio del modelo. Esa evaluación permite identificar los sectores con mayor energía cinética disponible para el transporte y la dispersión de partículas. Los resultados evidencian que las áreas de mayor intensidad de flujo se concentran en la boca del puerto de Tuxpan, donde la geometría del canal induce una aceleración significativa de la corriente, y en la entrada a la laguna de Tampamachoco, zona caracterizada por un estrechamiento que favorece el incremento de la velocidad y, por ende, el potencial de intercambio hidrodinámico.

Estos hallazgos son relevantes para la caracterización de la dinámica de mezcla y dispersión de sedimentos y contaminantes, ya que las zonas identificadas actúan como puntos críticos de conectividad hidrodinámica, condicionando tanto los procesos de renovación del agua como la dispersión de los materiales descargados en actividades portuarias (Ilustración IV-51).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

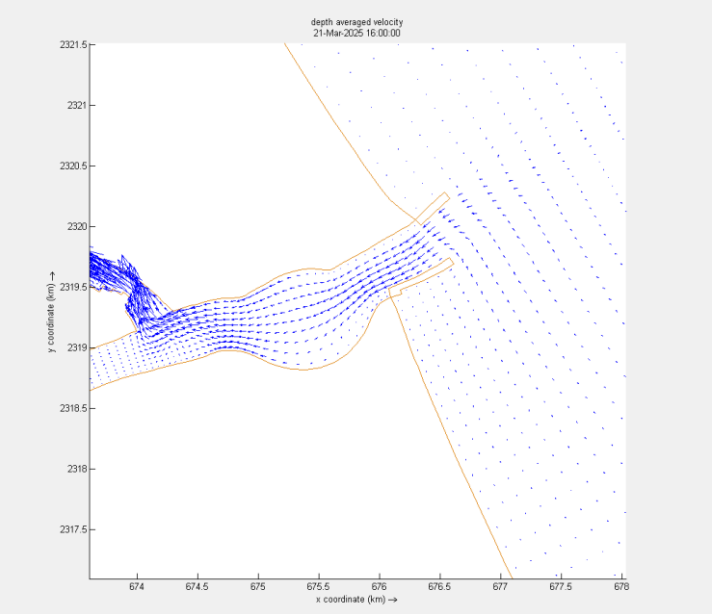
ILUSTRACIÓN IV-49 MAGNITUD DE LA CORRIENTE MAREAL EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN, REPRESENTADA EN M/S MEDIANTE UNA ESCALA DE COLORES.



Los resultados de las simulaciones muestran que los máximos de velocidad son generados principalmente por la acción de la corriente de marea, evidenciando un patrón alternante de corriente de flujo (entrada) hacia el interior del puerto y de corriente de reflujo (salida) hacia el mar abierto. Este comportamiento refleja la dinámica oscilatoria típica de un sistema estuarino, donde la morfología del canal y la estrechez de la boca amplifican la energía hidrodinámica y condicionan los procesos de intercambio de agua, transporte de sedimentos y dispersión de contaminantes. En la Ilustración IV-52 **se muestra el patrón de entrada de agua hacia el sistema portuario, destacando las zonas de mayor velocidad en el canal principal, donde se concentra la energía hidrodinámica** responsable del transporte y mezcla en la zona de estudio. En la Ilustración IV-53 **se observa el patrón de salida de agua hacia el mar abierto, con intensidades de corriente concentradas en el eje del canal principal**, lo que evidencia el papel de esta dinámica en los procesos de intercambio estuarino y en la dispersión de sedimentos y contaminantes.

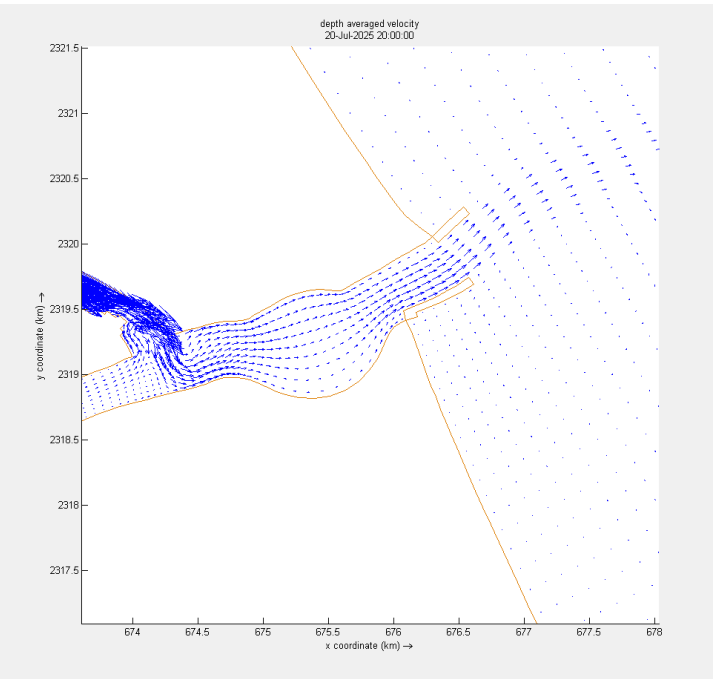
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-50 CORRIENTE DE FLUJO EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN, GENERADA POR LA VARIACIÓN MAREAL.



Nota. La imagen muestra el patrón de entrada de agua hacia el sistema portuario, destacando las zonas de mayor velocidad en el canal principal, donde se concentra la energía hidrodinámica responsable del transporte y mezcla en la zona de estudio.

ILUSTRACIÓN IV-51 CORRIENTE DE REFLUJO EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN ASOCIADA AL CICLO MAREAL.



Notas: Se observa el patrón de salida de agua hacia el mar abierto, con intensidades de corriente concentradas en el eje del canal principal, lo que evidencia el papel de esta dinámica en los procesos de intercambio estuarino y en la dispersión de sedimentos y contaminantes.

Las Ilustraciones IV-52 y IV-53 dan evidencia que **la corriente de marea constituye uno de los principales factores de control en los procesos de dispersión hidrodinámica dentro del puerto de Tuxpan**. La alternancia entre las fases de flujo y reflujo condiciona la dinámica de mezcla, el transporte de sedimentos y la

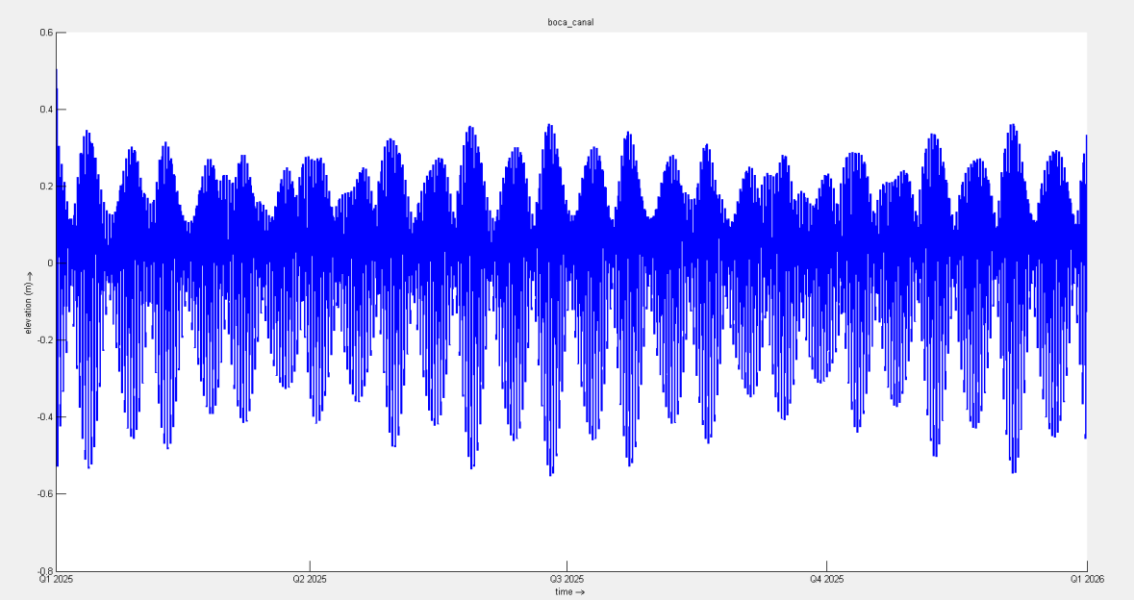
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

movilización de posibles contaminantes. Con base en ello, se procedió a realizar un análisis detallado del régimen mareal con el propósito de establecer los escenarios representativos de dispersión, los cuales servirán como referencia para la evaluación ambiental y la simulación de diferentes condiciones hidrodinámicas en el área de estudio.

IV.3.1.7.7.1.2 Análisis de armónicos de marea para la línea base (Tuxpan, Veracruz, año 2025).

Para la línea base, con el fin de caracterizar los procesos globales de transporte en el puerto de Tuxpan, se llevó a cabo una simulación hidrodinámica de un año completo. Este ejercicio permitió identificar y analizar la variación del régimen de marea en la zona de interés, así como su influencia en la dinámica general del sistema (Ilustración IV-52), encontrando que **la variación se presenta en metros con respecto al nivel medio del mar, mostrando la señal diurna dominante modulada por los ciclos quincenales y estacionales**.

ILUSTRACIÓN IV-52 SERIE TEMPORAL DE LA ELEVACIÓN DE MAREA SIMULADA EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN DURANTE EL AÑO 2025.



Nota. Se muestra que la variación se presenta en metros con respecto al nivel medio del mar, mostrando la señal diurna dominante modulada por los ciclos quincenales y estacionales.

El análisis indica que la marea en la boca del puerto de Tuxpan presenta un régimen predominantemente diurno, con una pleamar y una bajamar principales por día, aunque con desigualdad entre ellas.

Se observa una modulación clara en escalas quincenales y mensuales, producto de la interacción de los constituyentes diurnos con los de largo período (MF y MM).

A lo largo del año se distinguen periodos de mayor amplitud (solsticios, principalmente en junio–julio y diciembre–enero) y otros de menor amplitud (equinoccios, en marzo–abril y septiembre–octubre).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

La serie confirma que los procesos mareales representan un forzamiento regular y predecible que condiciona la dinámica hidrodinámica y el transporte en la zona de interés.

A partir de los armónicos de la serie para Tuxpan, Veracruz, **donde los constituyentes dominantes corresponden a las componentes diurnas (K1 = 0.148 m, O1 = 0.150 m), se determinó que el régimen es predominantemente diurno, con desigualdad marcada entre las plenas diarias. Los constituyentes semidiurnos (M2 = 0.086 m, S2 = 0.027 m, N2 = 0.019 m) tienen menor influencia, aunque contribuyen a la modulación del rango mareal. Los términos de largo período (MF y MM) presentan amplitudes pequeñas, pero generan oscilaciones de escala quincenal y mensual**.

Con base en la reconstrucción armónica para el año 2025 se obtuvieron:

- Máximos estacionales de marea (rangos más altos): Se presentan en los meses de enero, junio–julio y diciembre.
- Mínimos estacionales de marea (rangos más bajos): Coinciden con los meses de marzo–abril y septiembre–octubre.
- Variabilidad intra-mensual (quincenal):

En cada mes se evaluó el rango promedio diario de la primera quincena (1–15) y de la segunda (16–fin). El análisis muestra que la quincena de mayor rango varía a lo largo del año, reflejando la modulación por los constituyentes de largo período (MF y MM).

En algunos meses el máximo rango se concentra en la primera mitad, mientras que en otros se desplaza hacia la segunda.

Eventos destacados: El cálculo diario permitió identificar los tres días con mayor rango de marea por mes. Estos picos se distribuyen regularmente alrededor de los ciclos quincenales y marcan los periodos de mayor energía mareal dentro de cada mes.

Por lo anterior se deduce que el comportamiento de la marea en Tuxpan, Veracruz, durante 2025 está dominado por los constituyentes diurnos, lo cual produce un régimen claramente desigual con un patrón estacional controlado por los solsticios y equinoccios.

A partir de esta caracterización se definieron y simularon dos escenarios de marea para la línea base:

- Escenario de mínimos estacionales en marzo, considerado como representativo de los periodos de menor rango registrados en marzo–abril y septiembre–octubre.

- Escenario de máximos estacionales en junio, tomado como representativo de los periodos de mayor rango observados en enero, junio–julio y diciembre.

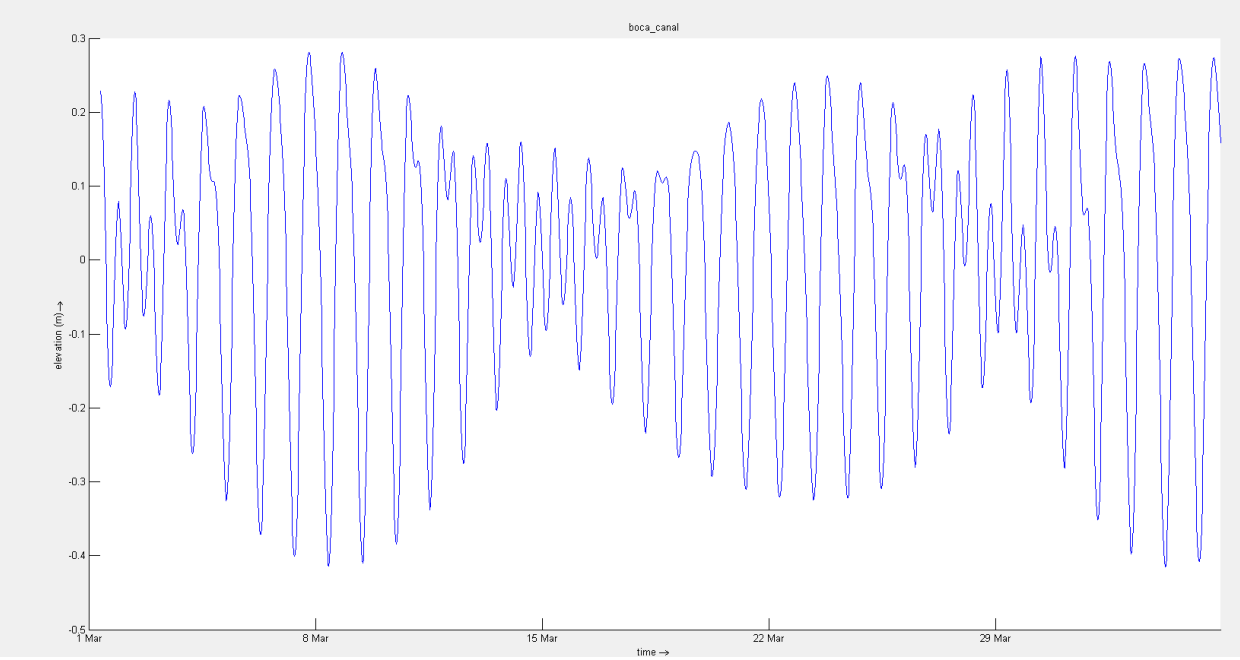
Esos escenarios permiten evaluar de manera comparativa la dinámica hidrodinámica del sistema bajo condiciones extremas de marea.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7.7.1.3 Escenario de mínimo estacionales de marea

De acuerdo a los resultados de la simulación hidrodinámica para el mes de marzo (Ilustración IV-55) mes representativo de los mínimos estacionales de marea, muestran una elevación máxima de 0.3 m y una mínima de –0.4 m, lo que corresponde a un prisma mareal de 0.7 m. Este valor refleja la reducción del forzamiento hidrodinámico durante los periodos cercanos al equinoccio, cuando la declinación solar disminuye la amplitud de las mareas diurnas dominantes.

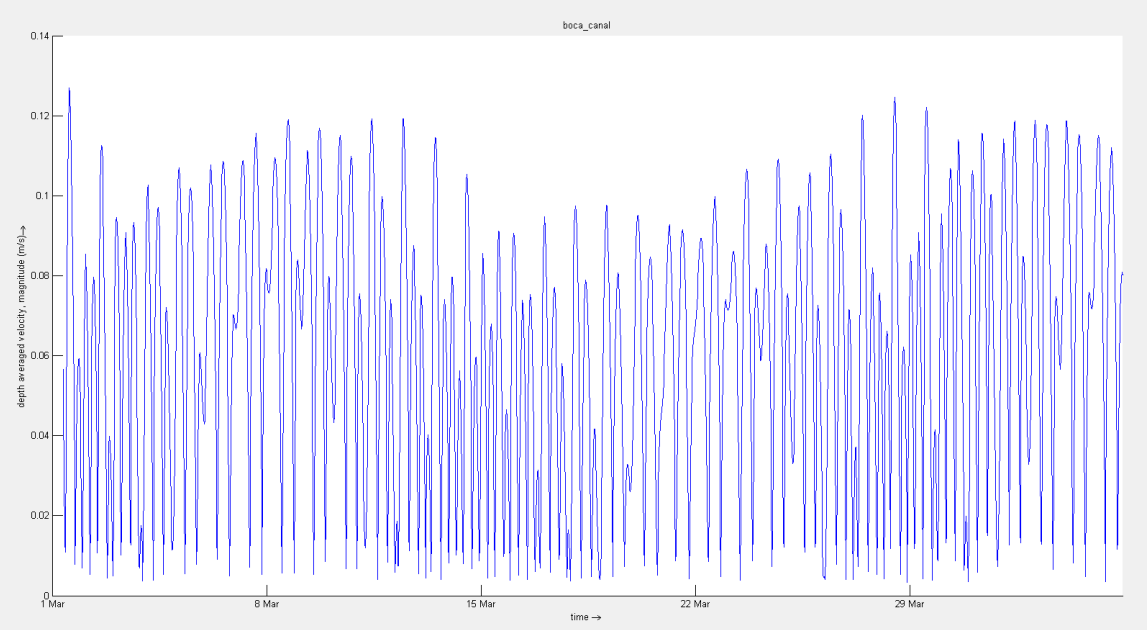
ILUSTRACIÓN IV-53 SERIE TEMPORAL DE LA ELEVACIÓN DE MAREA EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN PARA EL ESCENARIO DE MÍNIMOS ESTACIONALES DE MAREA (MARZO), ELEVACIÓN EN METROS.



Bajo este escenario mínimo estacionales de marea, las velocidades de corriente en la boca del puerto de Tuxpan alcanzan un valor máximo de 0.12 m/s y un mínimo de 0.01 m/s, lo que indica un régimen de circulación débil en comparación con los periodos de mayor energía mareal. **Estas bajas velocidades limitan la capacidad de arrastre y transporte de sedimentos, favoreciendo procesos de decantación y acumulación en el canal de navegación y en áreas adyacentes**.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-54 SERIE TEMPORAL DE LA VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LA ZONA DEL PUERTO DE TUXPAN, EXPRESADA EN METROS POR SEGUNDO (M/S).



En la Ilustración IV-56 se muestra una gráfica que permite identificar los rangos de intensidad y la oscilación asociada al ciclo mareal. En este caso se presentan los resultados correspondientes al escenario de mínimos estacionales de marea (marzo), donde se observan las menores velocidades dentro del ciclo anual.

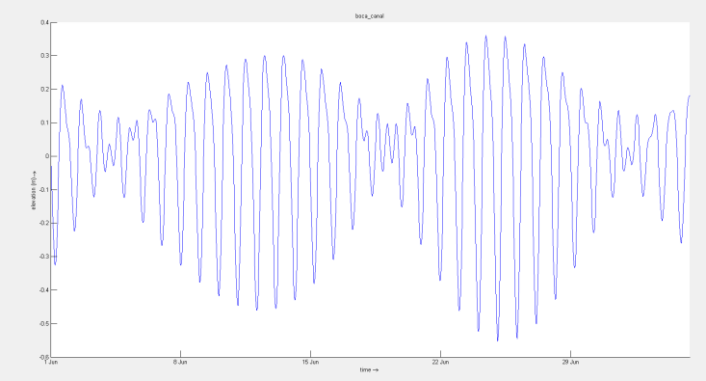
La menor magnitud del prisma de marea implica, además, una reducción significativa en el volumen de agua intercambiado entre el puerto y el mar abierto en cada ciclo, lo cual disminuye la capacidad de renovación y mezcla del sistema. Bajo estas condiciones, **la dispersión de contaminantes y partículas finas se ve restringida, aumentando el riesgo de concentración local y generando zonas con mayor vulnerabilidad ambiental**. Este escenario de mínimos estacionales constituye, por tanto, un referente crítico en la línea base, ya que describe las condiciones menos favorables para la calidad del agua y la dinámica de dispersión en el puerto de Tuxpan (ver *Video Video junio_zona_puerto_flujo_reflujo.mp4 del anexo en el Capítulo VIII)*

IV.3.1.7.7.1.4 Escenario de máximos estacionales

Los resultados de la simulación hidrodinámica para el mes de junio, representativo de los máximos estacionales de marea, muestran una elevación máxima de 0.4 m y una mínima de –0.6 m, lo que corresponde a un prisma mareal de 1.0 m. Ese incremento en la amplitud refleja el fortalecimiento del forzamiento hidrodinámico durante los periodos cercanos al solsticio, cuando la declinación solar potencia las mareas diurnas dominantes

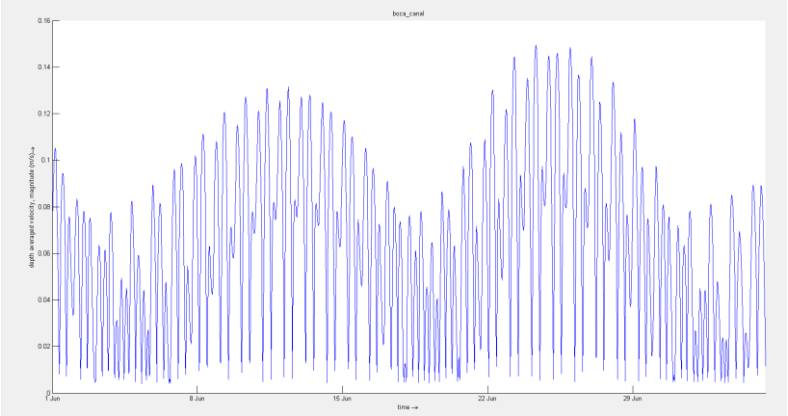
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-55 SERIE TEMPORAL DE LA ELEVACIÓN DE MAREA EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN PARA EL ESCENARIO DE MÁXIMOS ESTACIONALES DE MAREA (JUNIO), ELEVACIÓN EN METROS.



Bajo el escenario de máximos estacionales, las velocidades de corriente en la boca del puerto de Tuxpan alcanzan un valor máximo de 0.15 m/s y un mínimo de 0.01 m/s, lo que indica una circulación más activa en comparación con el escenario de mínimos estacionales. Esta mayor energía hidrodinámica incrementa la capacidad de transporte y mezcla de masas de agua, favoreciendo la dispersión de sedimentos finos y posibles contaminantes hacia zonas adyacentes. Asimismo, los valores más elevados de velocidad reflejan un aumento en el intercambio entre el puerto y el mar abierto, lo cual contribuye a una mayor renovación del agua y a condiciones ambientales más dinámicas dentro del sistema portuario. En la Ilustración IV-58, se muestra una gráfica permite identificar los rangos de intensidad y la oscilación asociada al ciclo mareal. En este caso se presentan los resultados correspondientes al escenario de máximos estacionales de marea (junio), donde se observan las menores velocidades dentro del ciclo anual.

ILUSTRACIÓN IV-56 SERIE TEMPORAL DE LA VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LA ZONA DEL PUERTO DE TUXPAN, EXPRESADA EN METROS POR SEGUNDO (M/S).



Nota: La gráfica permite identificar los rangos de intensidad y la oscilación asociada al ciclo mareal. En este caso se presentan los resultados correspondientes al escenario de máximos estacionales de marea (junio), donde se observan las menores velocidades dentro del ciclo anual.

La mayor magnitud del prisma de marea implica un incremento significativo en el volumen de agua intercambiado entre el puerto y el mar abierto en cada ciclo, lo que se traduce en una mayor capacidad de renovación y mezcla del sistema. **Bajo estas condiciones, la dispersión de contaminantes y partículas finas se ve favorecida,**

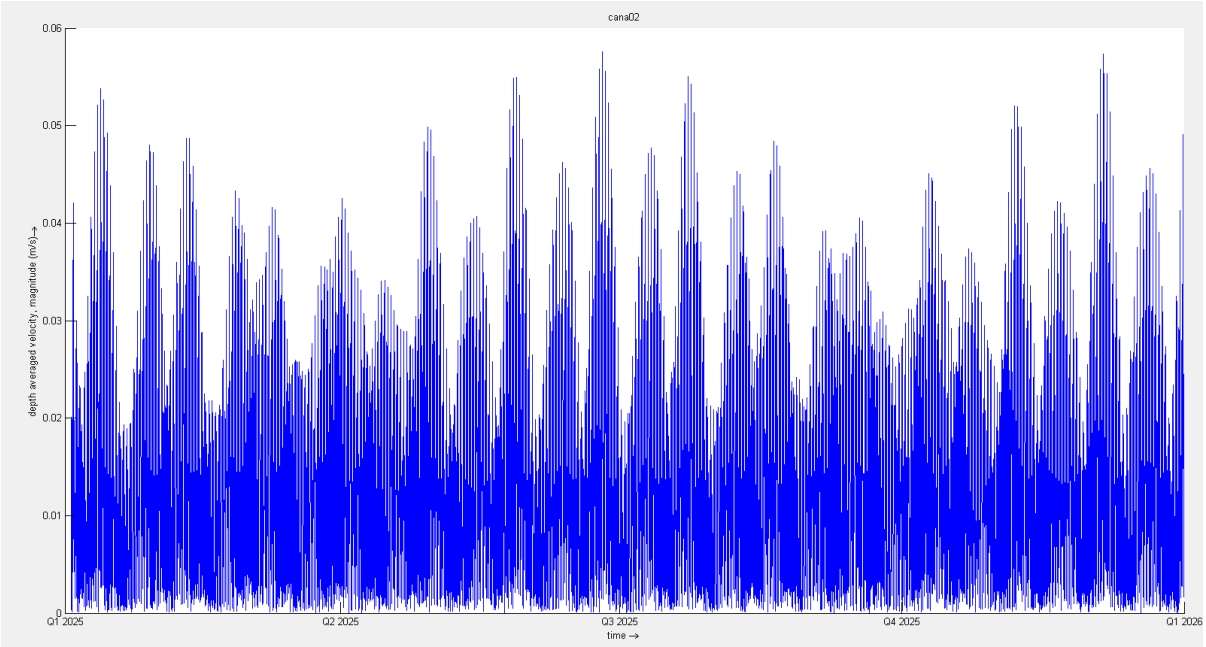
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

reduciendo el riesgo de concentración local y limitando los procesos de acumulación en el interior del puerto. Este escenario de máximos estacionales representa, por tanto, una situación hidrodinámica más dinámica y favorable en la línea base, al describir condiciones que promueven la ventilación y la calidad del agua en el puerto de Tuxpan (Ver *Video junio_zona_puerto_flujo_reflujo.mp4 anexo del Capítulo VII).*

IV.3.1.7.7.2 Análisis de la descarga del río Tuxpan

A partir del análisis de las corrientes registradas en el estudio (ver Estudio de Hidrodinámica en el capítulo IV de esta MIA-R), se estimaron tres condiciones de flujo del río representativas de su variabilidad natural: un flujo mínimo de 0.03 m^3/s, un flujo medio de 0.1 m^3/s y un flujo alto de 0.4 m^3/s. **Estas condiciones se plantearon como escenarios de cambio climático, considerando posibles reducciones o incrementos en la precipitación sobre la cuenca que afectarían el caudal fluvial**.

ILUSTRACIÓN IV-57 SERIE TEMPORAL DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE HORIZONTAL (M/S) EN EL PUNTO DE CONTROL UBICADO EN LA ZONA DEL DRAGADO, CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO DE FLUJO MÍNIMO DEL RÍO TUXPAN (0.03 M³/S).



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-58 SERIE TEMPORAL DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE HORIZONTAL (M/S) EN EL PUNTO DE CONTROL UBICADO EN LA ZONA DEL DRAGADO, CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO DE FLUJO MEDIO DEL RÍO TUXPAN (0.1 M^3/S).

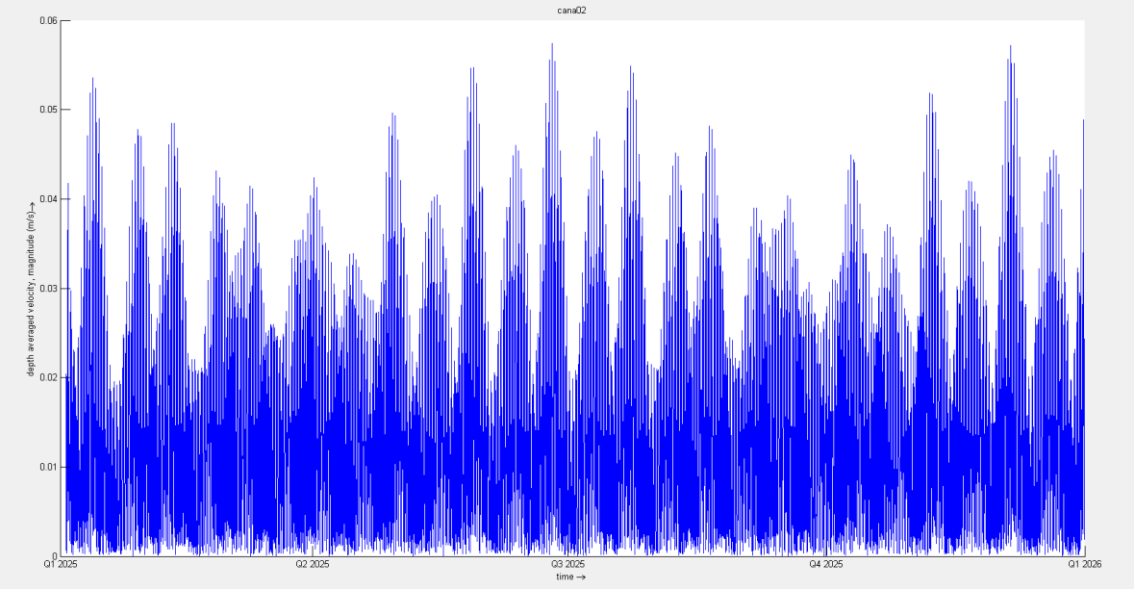
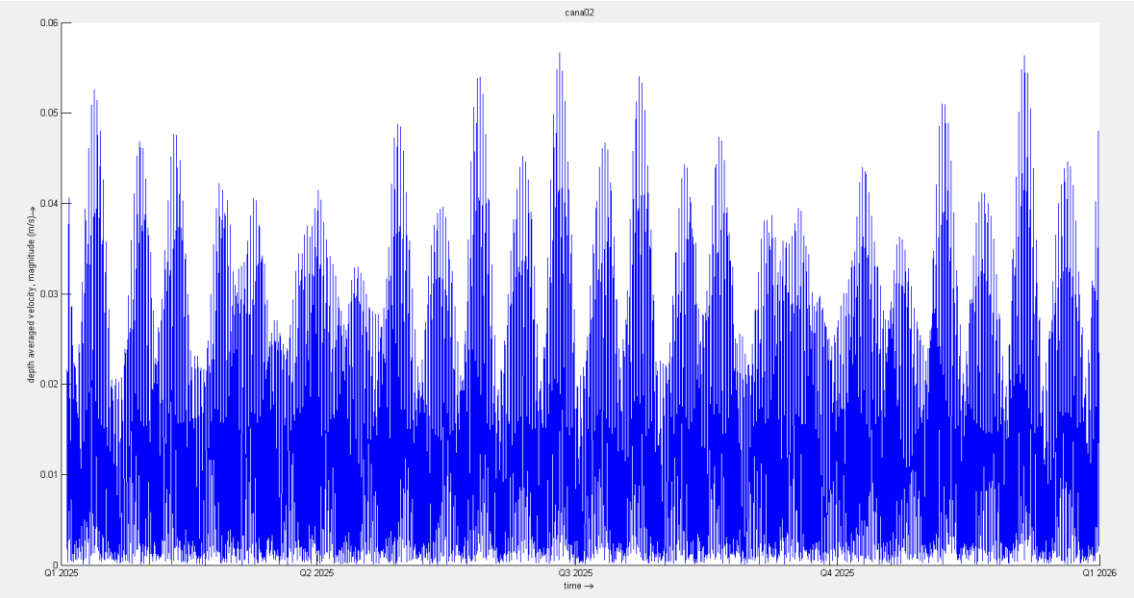


ILUSTRACIÓN IV-59 SERIE TEMPORAL DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE HORIZONTAL (M/S) EN EL PUNTO DE CONTROL UBICADO EN LA ZONA DEL DRAGADO, CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO DE FLUJO MÁXIMO DEL RÍO TUXPAN (0.4 M^3/S).



Los resultados de las simulaciones de corriente en la zona de dragado muestran que, aunque en momentos puntuales **el aporte del río Tuxpan puede modificar temporalmente las condiciones de transporte de sedimentos —ya sea intensificándolas o atenuándolas—, el proceso de dispersión en esta área está gobernado principalmente por la variación mareal**. Esto significa que la dinámica local

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

responde en mayor medida al ciclo de flujo y reflujo inducido por la marea que a las fluctuaciones del caudal fluvial.

Si bien **los escenarios de flujo del río permiten contextualizar la posible influencia del cambio climático sobre la hidrodinámica regional, la modelación evidencia que, en la zona específica del dragado, la marea constituye el forzamiento dominante**. La variación estacional de la marea, y no tanto los cambios en el caudal del río, determina de manera predominante los patrones de transporte y dispersión de sedimentos.

En consecuencia, **el análisis ambiental y las simulaciones de dispersión se enfocan en los escenarios de máximos y mínimos estacionales de marea, al ser estas las condiciones que mejor representan el rango de variabilidad hidrodinámica del puerto de Tuxpan y las que resultan más relevantes para caracterizar la dinámica de transporte de sedimentos en el área de estudio.**

IV.3.1.7.7.3 Simulación de la descarga de sedimentos durante los dragados en el Canal de Tuxpan

Para la simulación de la descarga de sedimentos asociada a las operaciones de dragado en el puerto de Tuxpan, se definió una condición de emisión representativa en el modelo hidrodinámico. Con base en la literatura internacional sobre descargas de dragas hidráulicas, donde se reportan concentraciones de sólidos suspendidos en el rango de 5 a 20 kg/m³ para emisiones cercanas a la fuente (Mills & Kemps, 2016; Van Rijn, 2013), se adoptó un valor de referencia de 15 kg/m³ para la fracción fina que permanece en suspensión y es susceptible de dispersión. El flujo de descarga se estableció en 0.7 m³/s, lo que equivale a una carga másica aproximada de 10.5 kg/s.

Este escenario permite caracterizar de forma realista la pluma de sedimentos generada por el dragado, en concordancia con estudios previos de emisiones por overflow en dragas de succión con tolva y cortador (Mills & Kemps, 2016; Van Rijn, 2013), y se considera adecuado para la línea base ambiental en el área de estudio.

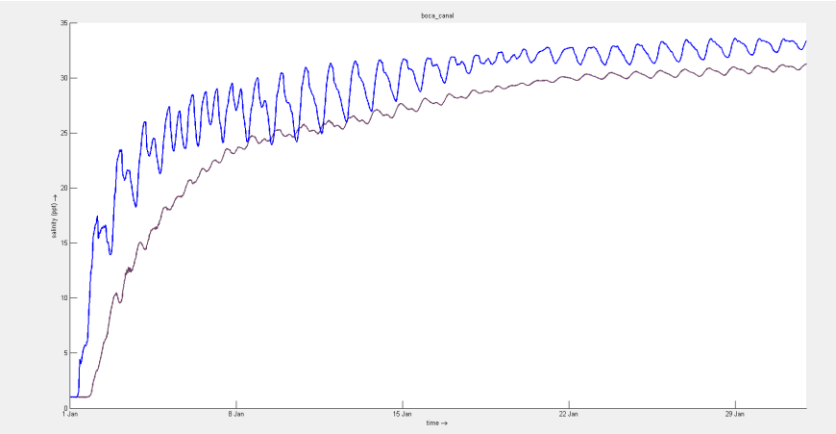
IV.3.1.7.7.3.1 Modelación de salinidad

Para evaluar la estabilidad numérica y la confiabilidad del modelo, se realizó una simulación de prueba de salinidad partiendo de condiciones iniciales homogéneas con valor cero en todo el dominio. Este procedimiento permite identificar el tiempo requerido para que el sistema modele de forma realista los gradientes salinos bajo la acción de los forzamientos hidrodinámicos impuestos.

Los resultados muestran que, tras el inicio de la simulación, la salinidad evoluciona rápidamente hasta alcanzar un estado estable dentro de los primeros 17 días, periodo en el cual el modelo ajusta las concentraciones a condiciones físicamente coherentes con la dinámica de marea y el intercambio con el mar abierto (Ilustración IV-62).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-60 SERIE TEMPORAL DE LA VARIACIÓN DE LA SALINIDAD EN LA BOCA DEL PUERTO DE TUXPAN (LÍNEA AZUL) Y EN LA ZONA DE DRAGADO (LÍNEA NEGRA).



Nota: Como era de esperarse, la salinidad en la boca del puerto presenta valores más elevados debido a la influencia directa del mar abierto. En ambas zonas se observa que la salinidad alcanza un estado estable aproximadamente a los 17 días de iniciada la simulación. Asimismo, la salinidad en la boca del puerto se mantiene de manera consistente por encima de la registrada en la zona de dragado, lo que confirma la adecuada representación del gradiente salino y valida el comportamiento reproducido por el modelo en el área de estudio.

En consecuencia, todos los experimentos presentados en este estudio incorporan un periodo de calentamiento o spin-up de 30 días, garantizando que las condiciones iniciales no influyan en los resultados analizados. Este paso metodológico es fundamental para asegurar que las simulaciones de dispersión, transporte de sedimentos e intrusión salina reflejen únicamente los procesos reales de forzamiento ambiental y no efectos transitorios asociados a la configuración inicial del modelo.

En la Ilustración IV-62 se muestra una gráfica de la variación de la salinidad respectiva en la zona de dragado, que da cuenta que la salinidad en la boca del puerto presenta valores más elevados debido a la influencia directa del mar abierto. En ambas zonas se observa que la salinidad alcanza un estado estable aproximadamente a los 17 días de iniciada la simulación. Asimismo, la salinidad en la boca del puerto se mantiene de manera consistente por encima de la registrada en la zona de dragado, lo que confirma la adecuada representación del gradiente salino y valida el comportamiento reproducido por el modelo en el área de estudio.

Los resultados de las simulaciones indican que en el puerto de Tuxpan se presenta un proceso de intrusión salina que puede alcanzar la zona donde se localizarán las actividades de dragado. Esta intrusión está controlada principalmente por las condiciones de flujo y reflujo de la marea, que determinan la dinámica de entrada y salida de la cuña salina en el sistema portuario.

Durante el flujo de marea, la intrusión salina penetra desde la desembocadura hacia el interior del puerto, alcanzando la zona de dragado y favoreciendo la mezcla entre las aguas marinas y continentales. En esta fase, se observa un avance de la cuña salina que también puede extenderse hacia la laguna de Tampamachoco, modificando el gradiente salino en dicho cuerpo de agua.

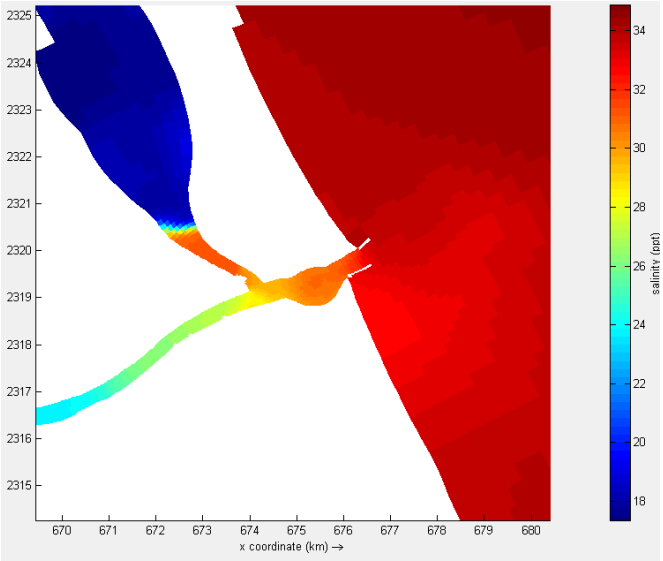
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

En contraste, durante el reflujo de marea, el aporte del río Tuxpan impulsa la pluma de agua dulce hacia el mar abierto, reduciendo temporalmente la intrusión salina en el puerto. **Sin embargo, remanentes de agua marina permanecen en el sistema, manteniendo un gradiente salino que condiciona la calidad del agua y los procesos de dispersión en la zona**.

En conjunto, las simulaciones muestran que, bajo condiciones de flujo promedio del río, **la marea diurna actúa como el principal forzamiento que regula la intrusión y el retroceso de la salinidad en el puerto de Tuxpan**, superando en importancia a las variaciones del caudal fluvial. Este comportamiento representa un componente esencial de la línea base ambiental, ya que permite comprender los mecanismos de conectividad hidrodinámica entre el puerto, la laguna de Tampamachoco y el mar abierto, con efectos directos sobre la dispersión de sedimentos, la calidad del agua y la gestión ambiental en la zona de dragado.

En la Ilustración IV-63, se muestra la simulación de la pluma del río Tuxpan durante condiciones de flujo mareal (entrada hacia el puerto). La distribución de la salinidad se presenta en unidades de psu mediante una escala de colores, destacando la penetración de agua marina al sistema y su efecto en la mezcla con el aporte continental

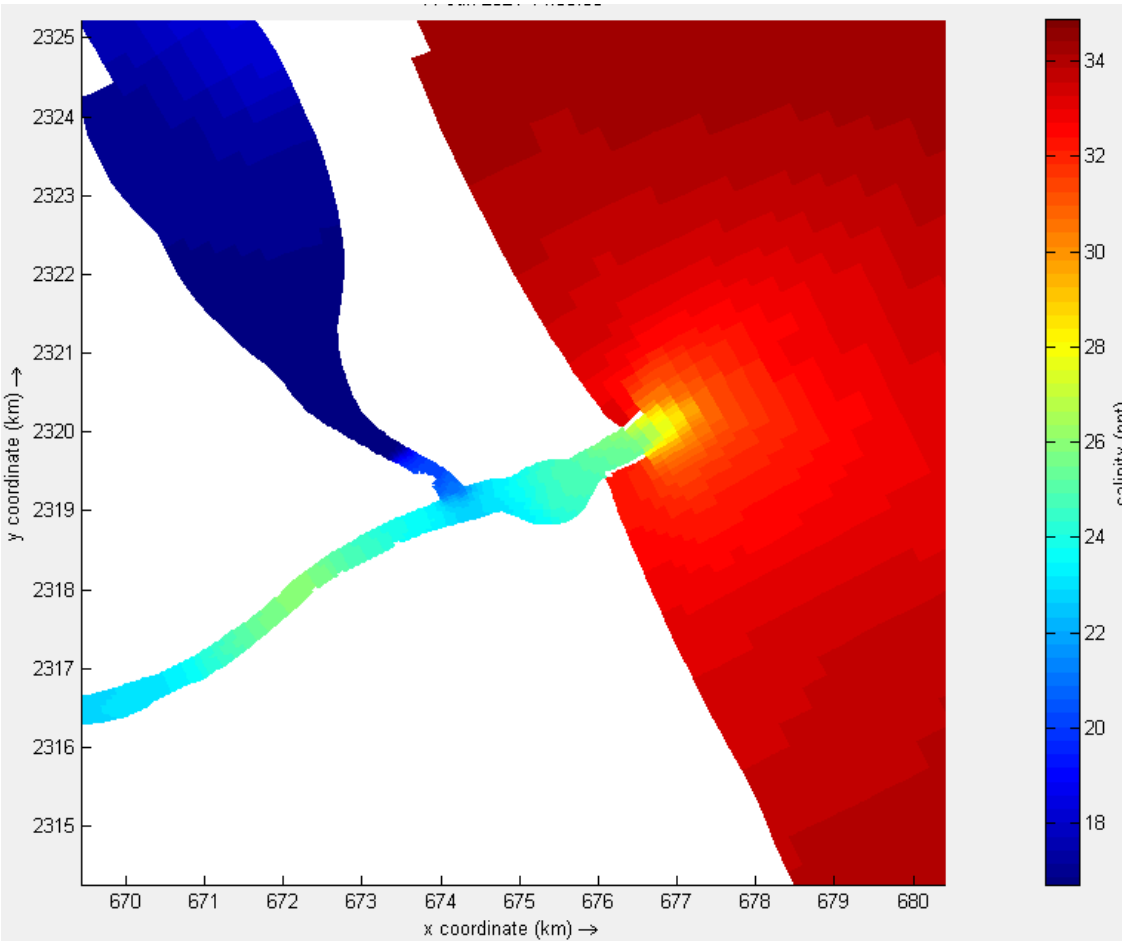
ILUSTRACIÓN IV-61 SIMULACIÓN DE LA PLUMA DEL RÍO TUXPAN DURANTE CONDICIONES DE FLUJO MAREAL (ENTRADA HACIA EL PUERTO). LA DISTRIBUCIÓN DE LA SALINIDAD SE PRESENTA EN UNIDADES DE PSU MEDIANTE UNA ESCALA DE COLORES, DESTACANDO LA PENETRACIÓN DE AGUA MARINA AL SISTEMA Y SU EFECTO EN LA MEZCLA CON EL APORTE CONTINENTAL.



En la Ilustración IV-64, se muestra la simulación de la pluma del río Tuxpan durante condiciones de reflujo mareal (salida hacia el mar abierto). La distribución de la salinidad se muestra en unidades de psu mediante una escala de colores, evidenciando la interacción entre el aporte fluvial y la dinámica de marea en el estuario (ver el video flujo_reflujo_salino.mp4 en los anexos digitales del Capítulo VIII)

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-62 SIMULACIÓN DE LA PLUMA DEL RÍO TUXPAN DURANTE CONDICIONES DE REFLUJO MAREAL (SALIDA HACIA EL MAR ABIERTO). LA DISTRIBUCIÓN DE LA SALINIDAD SE MUESTRA EN UNIDADES DE PSU MEDIANTE UNA ESCALA DE COLORES, EVIDENCIANDO LA INTERACCIÓN ENTRE EL APORTE FLUVIAL Y LA DINÁMICA DE MAREA EN EL ESTUARIO.



IV.3.1.7.7.3.2 Simulaciones de partículas

Con el propósito de analizar el transporte de sedimentos finos potencialmente liberados por las actividades de dragado, se llevaron a cabo simulaciones con descargas instantáneas de partículas en la zona de dragado, considerando dos escenarios contrastantes de marea: marzo, correspondiente a las mareas bajas estacionales, y junio, representativo de las mareas altas estacionales.

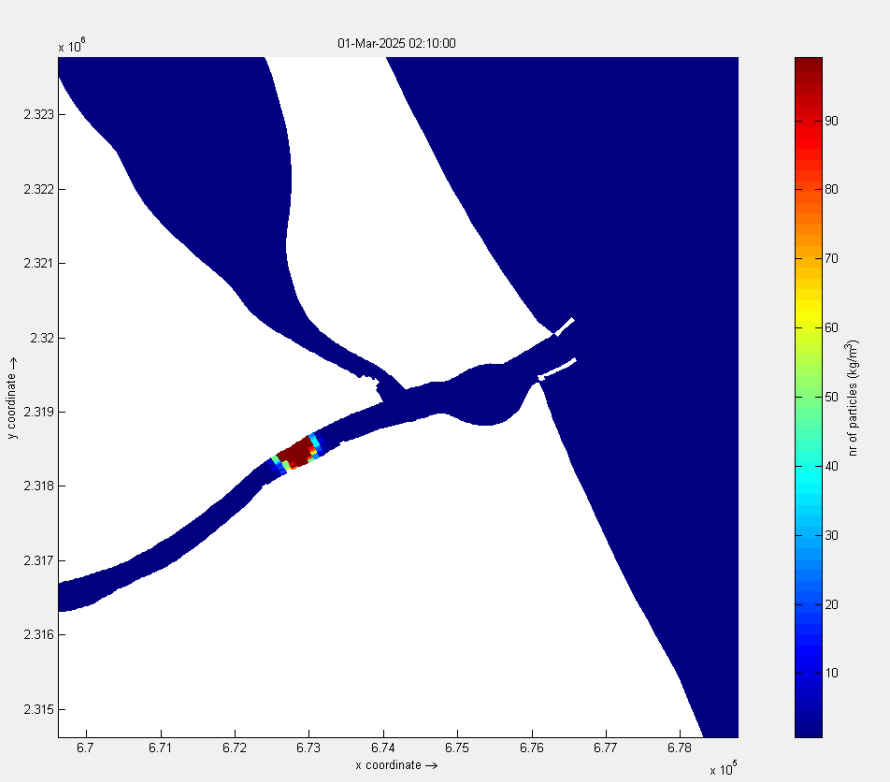
En cada simulación se liberaron 10,000 partículas, con el objetivo de lograr una caracterización probabilística más precisa de los patrones de dispersión de los sedimentos en la zona de estudio, asegurando una representación más robusta y realista de la dinámica de transporte. **Para el cálculo se adoptó una concentración de referencia de 1 kg/m³ de sedimento**. Los resultados se expresan en términos de número de partículas por unidad de volumen, lo que permite interpretar de manera comparativa la distribución espacial y temporal de los sedimentos bajo ambos escenarios mareales.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.1.7.7.3.3 Escenario de mínimos estacionales (marzo)

La Ilustración IV-65 muestra la simulación de la dispersión de las partículas en condiciones de marea estacional baja, se observa que no existirá una dispersión que afecte áreas aledañas al dragado. En la Ilustración IV-66 se muestra que cinco días después del dragado puede existir transporte neto de partículas hacia el mar abierto y una intrusión parcial de sedimentos hacia la laguna de Tampamachoco.

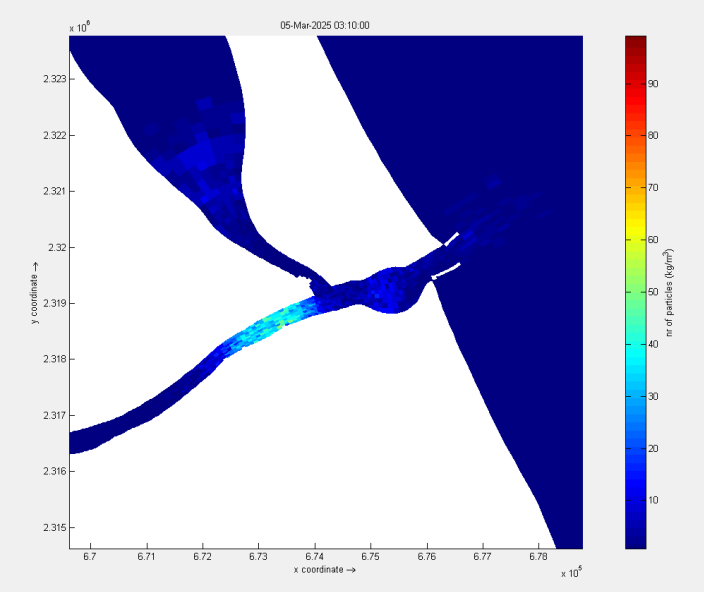
ILUSTRACIÓN IV-63 INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS BAJO CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA. SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN INICIAL EXPRESADA COMO NÚMERO DE PARTÍCULAS POR METRO CÚBICO.



Nota. La concentración se presenta en número de partículas por metro cúbico.

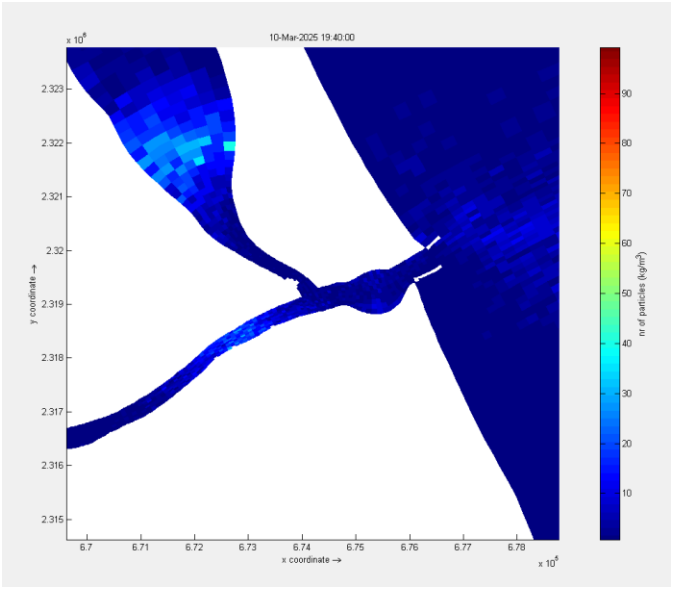
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-64 CINCO DÍAS DESPUÉS DEL INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA.



En la ilustración IV-67 se muestra que diez días después de iniciada el dragado y movimiento de partículas en condiciones de marea estacional baja, puede existir una disminución generalizada del número de partículas dentro del puerto de Tuxpan, indicando que, aproximadamente en este lapso, la mayor parte del material es exportado fuera de la zona portuaria.

ILUSTRACIÓN IV-65 DIEZ DÍAS DESPUÉS DE INICIADA LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA.

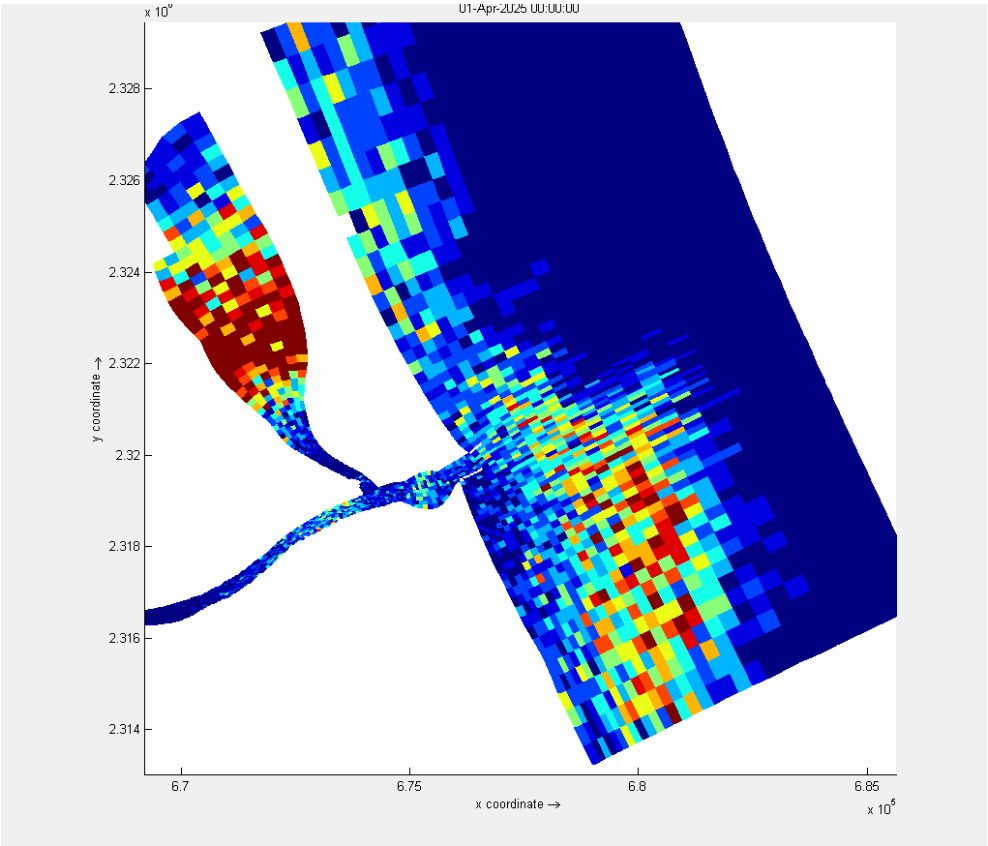


En la Ilustración IV-68 se muestra la simulación de 30 días después de la descarga de partículas, que muestra un transporte neto de sedimentos hacia el sur, acompañado de acumulaciones localizadas dentro de la laguna de Tampamachoco. Para resaltar los detalles del transporte, la concentración de partículas fue

[redacted]46

multiplicada por un factor de 10; por lo tanto, los valores presentados no representan acumulación real, sino zonas de transporte preferente, sin embargo, se esperaría una dispersión de sedimentos derivado del dragado hacia la Laguna de Tampamachoco.

ILUSTRACIÓN IV-66 TREINTA DÍAS DESPUÉS DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS.

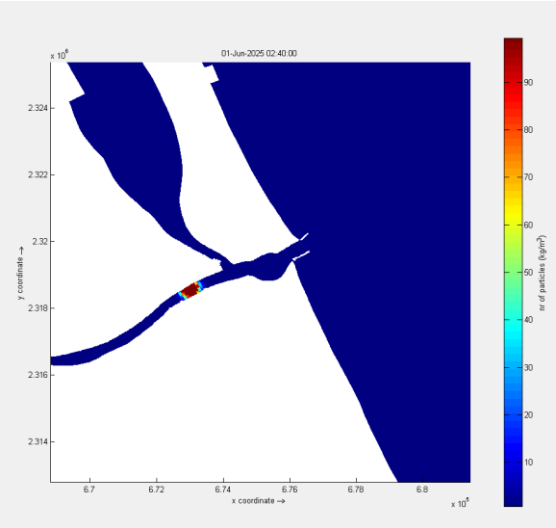


IV.3.1.7.7.3.4 Escenario de máximos estacionales (junio)

En la Ilustración IV-69, se muestra el Inicio de la descarga de partículas bajo condiciones de marea estacional alta.

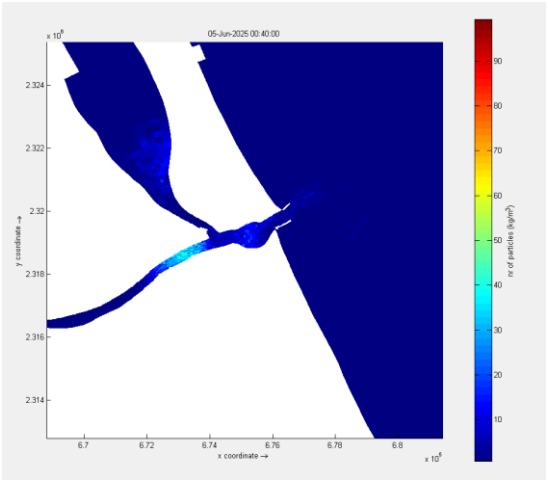
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-67 INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS BAJO CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL ALTA.



En la Ilustración IV-70 se muestra la simulación cinco días después del dragado con un transporte neto hacia el mar abierto y una intrusión parcial de sedimentos hacia la laguna de Tampamachoco. En este escenario se aprecia un mayor tiempo de retención de partículas dentro del puerto (ver vídeo partículas junio), posiblemente asociado al incremento de la energía mareal, que favorece la recirculación y la entrada de flujo en la zona portuaria. La concentración se presenta en número de partículas por metro cúbico.

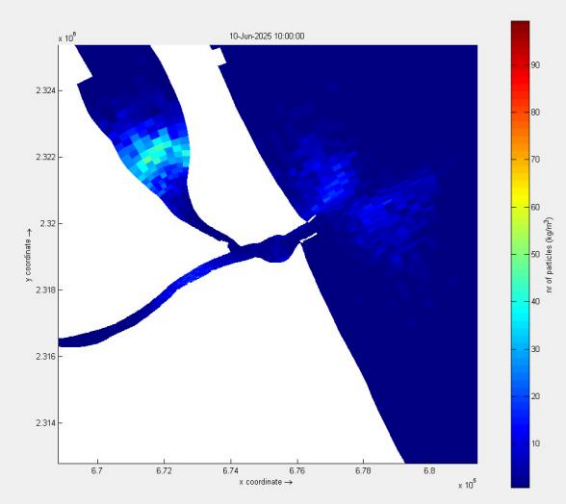
ILUSTRACIÓN IV-68 CINCO DÍAS DESPUÉS DEL INICIO DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL ALTA.



En la Ilustración IV-71 se muestra la simulación iniciada la descarga de partículas en condiciones de marea estacional baja. Se registra una disminución generalizada del número de partículas dentro del puerto de Tuxpan, indicando que, aproximadamente en este lapso, la mayor parte del material es exportado fuera de la zona portuaria.

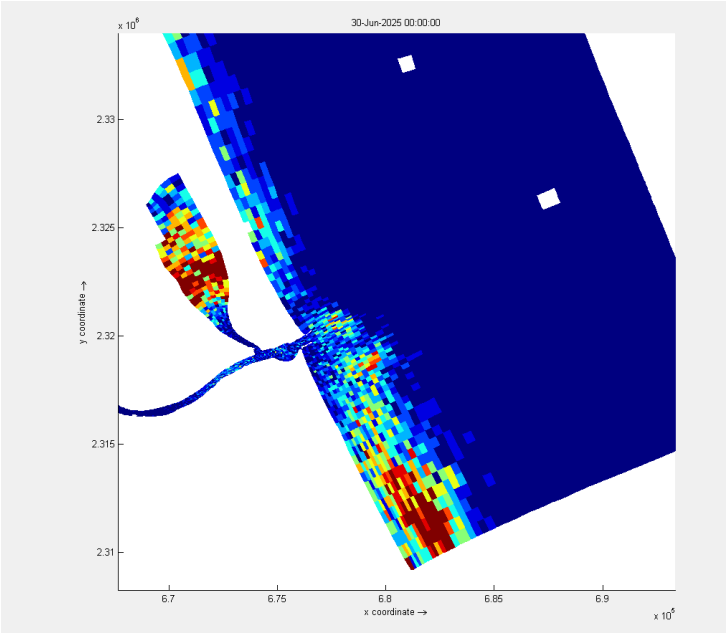
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-69 DIEZ DÍAS DESPUÉS DE INICIADA LA DESCARGA DE PARTÍCULAS EN CONDICIONES DE MAREA ESTACIONAL BAJA.



En la ilustración IV-72, se muestra la simulación en Treinta días después de la descarga de partículas. El modelo muestra un transporte neto de sedimentos hacia el sur, pero con un transporte neto más localizado paralelamente a la costa. lo que indica un cambio significativo con respecto al escenario de bajas mareas estacionales. acompañado de acumulaciones localizadas dentro de la laguna de Tampamachoco. Para resaltar los detalles del transporte, la concentración de partículas fue multiplicada por un factor de 10; por lo tanto, los valores presentados no representan acumulación real, sino zonas de transporte preferente.

ILUSTRACIÓN IV-70 TREINTA DÍAS DESPUÉS DE LA DESCARGA DE PARTÍCULAS



IV.3.1.7.7.3.5 Conclusiones del estudio

Los resultados encontrados permiten saber que el Canal de Navegación del Rio Tuxpan ocurren los siguientes procesos hidrodinámicos y de dispersión de partículas,

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



El Transporte litoral y dinámica sedimentaria. La modelación permitió determinar que el **transporte litoral** en el canal del Puerto de Tuxpan se encuentra principalmente controlado por el **régimen de oleaje y corrientes superficiales inducidas por el viento**, además del intercambio mareal entre el mar abierto y la **Laguna de Tampamachoco**, que actúa como un sistema amortiguador.

- El **transporte longitudinal** (paralelo a la costa) presenta direcciones dominantes **noreste–suroeste** durante el segundo semestre del año, asociado a los vientos de componente norte y noreste (temporada de "Nortes"). En el primer semestre, las corrientes se invierten con dirección **suroeste–noreste**, impulsadas por vientos del este y sureste.
- El **transporte transversal** (mar adentro–costa) es menor en magnitud pero juega un papel relevante en la **dispersión vertical y recirculación de partículas finas**, especialmente en condiciones de baja energía (primavera y verano).

Las velocidades medias superficiales en la zona portuaria oscilaron entre **0.05 y 0.25 m/s**, con máximos de **0.45 m/s** en la bocana durante los eventos de mayor energía.
El análisis de balance sedimentario estimó un **aporte medio anual de 120,000 a 150,000 m³/año** de sedimentos finos provenientes de escorrentías y arrastre fluvial hacia el canal de navegación.

La interacción con la **Laguna de Tampamachoco** evidencia un intercambio bidireccional: en periodos de mareas altas, el flujo superficial favorece la **entrada de agua marina y partículas en suspensión**, mientras que durante los descensos mareales y lluvias intensas se produce un **retorno de carga de fondo** y **sedimentos fluviales finos** hacia el mar, modulando el proceso de azolvamiento del canal interior.

Modelación de dispersión en escenarios. Se ejecutaron tres escenarios de modelación hidrodinámica y de transporte de sedimentos, que mostraron:

A. **Escenario 1: Situación actual** Representa las condiciones naturales y operativas vigentes del sistema portuario sin dragado adicional.

   Los resultados indican que la circulación está dominada por el forzamiento mareal y los vientos costeros, generando una dispersión limitada de partículas hacia mar abierto. Las zonas de retención se ubican principalmente en el canal interior y en la desembocadura del río Tuxpan, con acumulaciones localizadas en el margen norte de la bocana.

B. **Escenario 2:** Con el proyecto (operación y vertimiento) Este escenario incorpora las actividades de dragado y disposición del material en los **sitios de tiro 1 y 2**.

   Las simulaciones muestran que, durante los **meses de octubre a diciembre**, las corrientes predominantes de **noreste a suroeste** favorecen la **dispersión efectiva de los sedimentos hacia mar abierto**, minimizando el riesgo de retorno hacia la costa o los arrecifes.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

La magnitud del transporte longitudinal permite que más del **70 % del material fino** se diluya y disperse en un radio inferior a **1.5 km** del sitio de vertimiento, reduciendo significativamente su concentración después de los primeros **10 días** posteriores al depósito.

C. **Escenario 3: Eventos hidrometeorológicos (El Niño/La Niña y cambio climático).** Se evaluaron condiciones extremas de viento y oleaje simulando escenarios de incremento del nivel medio del mar (+0.25 m) y aumento del 10 % en la energía de las olas incidentes.

   Los resultados muestran **un incremento de la dispersión superficial, con un transporte neto hacia el suroeste, sin evidencia de acumulación significativa en la zona de dragado ni de transporte directo hacia los arrecifes o la laguna. Durante episodios simulados de La Niña, se observa mayor influencia fluvial y una leve expansión de la pluma de sedimentos hacia la desembocadura, sin efectos acumulativos persistentes.**

Diagramas de dispersión y zonas críticas. Los diagramas obtenidos a partir de las simulaciones, muestran que:

- Las **zonas de erosión**, se concentran en los márgenes del canal de navegación y la bocana, asociadas a la acción combinada del flujo mareal y la corriente de retorno litoral.
- Las **zonas de azolvamiento** predominan en el **interior del canal** y hacia el límite costero noreste, donde la energía del flujo disminuye y las partículas en suspensión tienden a depositarse.
- **Durante lo dragados**. los resultados confirman una **dispersión controlada de partículas finas**, principalmente hacia mar abierto y a profundidades mayores a 12 m, evitando la intrusión hacia áreas sensibles.

Los mapas comparativos de sedimentos (por escenario) evidencian que la operación portuaria bajo condiciones controladas, **no generan impactos significativos acumulativos**, y que la dinámica natural de dispersión contribuye a mantener un **equilibrio hidrosedimentológico** en el área de influencia directa.

El conjunto de simulaciones y observaciones permite establecer las siguientes conclusiones:

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**.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



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**.

En síntesis, el estudio de 2025 confirma que la **dinámica natural del sistema portuario y costero de Tuxpan** permite una **dispersión eficiente del material dragado**, y que las operaciones de dragado, cuando se realicen en los periodos recomendados, **no generan efectos adversos significativos** sobre el equilibrio sedimentario ni sobre los ecosistemas asociados.

Toda la información anterior, cumple con lo requerido por la SEMARNAT en el punto 23 inciso A del oficio antes citado.

IV.3.2 Medio Biótico

Para la caracterización del medio biótico del SAR y del AIP, se expone información recabada en los años 2023 así como en el 2025, la que considera

- Estudios de caracterización de composición biológica de la zona marina en especial de la zona de tiro realizados en el año 2023
- Estudios de caracterización biológica en el medio acuático del Canal de Tuxpan realizados en el mes de julio del año 2025
- Estudios de caracterización de flora y fauna terrestre con énfasis en las zonas con vegetación nativa, que aún se preserva en el SAR del proyecto.

Es preciso reiterar, que el desarrollo de los estudios ha obedecido a la solicitud realizada a través de los puntos 24 y 25 del oficio SRA/DGIRA/DG-01858-24. A continuación, se expone los métodos y resultados obtenidos, y cabe decir que

IV.3.2.1 Métodos de estudio del componente biótico

Para la caracterización de los componentes bióticos del SAR, se realizaron las siguientes tareas.

- Obtención de listados potenciales de especies de flora, fauna (acuática y terrestre) y protoctistas. Estos se obtuvieron mediante la sobre posición de datos vectoriales de las bases de información del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (que comprende registros de campo tomados en diversos estudios y constituyen un gran referente para la identificación en el área de las identidades taxonómicas) y la selección de los datos considerando la superficie del SAR y del área del proyecto.
- Identificación de las especies presentes en el SAR en alguna categoría de riesgo acorde a lo dispuesto en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
- Planeación de muestreo en campo para verificar condiciones y registrar información que aporte importancia del SAR en términos de riqueza, abundancia, y distribución de la diversidad de las especies acuáticas y terrestres.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

- Trabajo de campo a través de muestreos, usando los métodos antes señalados, los cuáles se realizaron en los sitios de vertimientos que se pretenden utilizar en el presente proyecto.
- Análisis de la información recabada en bases de datos, así como la obtenida en los trabajos de campo, para determinar índices de la biodiversidad, utilizando parámetros de riqueza, equitatividad y dominancia por medio de índices de la diversidad alfa.
- Desarrollo de modelos de la distribución potencial de las especies encontradas en el sitio de estudio para determinar las preferencias en el uso del espacio dentro del SAR y las zonas de mayor riqueza potencial en el sistema.

IV.3.2.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Para conocer la biodiversidad en términos de la riqueza y de los distintos índices de diversidad, se aplicaron las fórmulas que han sido propuestos por ecólogos con el propósito de estimar la cantidad de especies existentes en una localidad a partir de información parcial, y comparar biológicamente diferentes localidades.

La **diversidad,** según Moreno 2001[29], se entiende como el reparto de los individuos entre las especies es consecuencia, bien de las interacciones ecológicas entre ellos, bien de las relaciones entre estos y su medio ambiente. De este modo, los procesos producen patrones y de la observación de estos últimos pueden derivarse los primeros. Es decir, corresponde a la variedad de especies que se presentan en un espacio y tiempo definido.

Para estimar la diversidad, se determinaron los valores principales que corresponden a la Riqueza (S), índice de diversidad de Shannon (H'), índice de diversidad de Margalef (Dmg), índice de equidad de Pielou (J) y el índice de dominancia de Berger & Parker (B&P), los cuales se describes a continuación.

Riqueza de especies. La riqueza es el número de especies diferentes en una comunidad particular.

Índice de Shannon-Wiener (*H'*). Uno de los indicadores de la biodiversidad de especies corresponde al índice de Shannon-Weiner. Su medición constituye una estructura compleja, en la que cada elemento posee una abundancia dependiente de otros elementos y representan un eslabón que desempeña una función sobre un espacio determinado e interacciona con otros componentes bajo la misma circunstancia. Este índice (H') o diversidad alfa es el más utilizado en estudios ecológicos ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de la incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección. Se calculó de la siguiente manera:

$$H' = -\sum(pi \times Lnpi).$$

Dónde

[29] *Moreno E. Claudia, 2001, Métodos para medir la Biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1., primera edición.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

pi = proporción de individuos de la especie i respecto a las demás especies.

Para interpretar el índice Shannon-Wiener (H'), los valores menores a 2 indican una diversidad baja, en el intervalo de 2 a 3 es una diversidad media y mayore a 3 es una diversidad alta.

Índice de Margalef (*Dmg*). Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Tiene en cuenta únicamente la riqueza de especies, pero de una forma que no aumente al aumentar el tamaño de la muestra. Se calculó de la siguiente manera:

$$Dmg = (S-1) / \ln N$$

Dónde

Dmg = Índice de Margalef

S = Riqueza de especies

N = Total de individuos o registros (abundancia).

Para interpretación del Índice de Margalef lo valores menores a 2 son diversidad baja, de 2 a 5 es diversidad media, y superiores a 5 es alta diversidad.

Índice de Equidad de Pielou (J). Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Se calculó de la siguiente manera:

$$J = H' / \ln S$$

Dónde

J = Índice Equidad

S = Riqueza de especies

H' = Índice de Shannon Weiner

Índice de dominancia de Berger & Parker (B&P). Es un índice de dominancia que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad. Se calculó de la siguiente manera:

$$B\&P = Nmax / N$$

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Dónde

B&P = Índice de dominancia de Berger & Parker

Nmax = abundancia de la especie con mayor número de registros

N = Total de individuos o registros (abundancia).

Finalmente, para calcular la eficiencia de los muestreos, se obtuvieron las curvas de acumulación de especies.

Curvas de acumulación. Para poder darle una solución estadísticamente confiable a este tipo de problemas que se presentan, se han propuesto muchos métodos que estiman la riqueza de las especies, una de las metodologías más utilizadas son las curvas de acumulación de especies, ya que esta nos arroja una aproximación más correcta (Gray, 2002). Una curva de acumulación de especies es la gráfica del número de especies observadas como función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas. La acumulación secuencial de individuos en una sola muestra, o la agrupación sucesiva de muestras de un solo conjunto de muestras, produce una curva de acumulación de especies, pero ésta no será una curva suave debido a la heterogeneidad espacial (o temporal) y efectos estocásticos simples.

Las curvas de acumulación permiten tres tipos de objetivos (Lamas *et al.,* 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001):

- Dar confiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir Inventarios confiables.
- Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Para que una curva de acumulación llegue alcanzar la asíntota se tiene que conocer el total de las especies de la zona, en ocasiones esto es complicado puesto que muchas de las especies que aún no se registran pueden ser probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión o bien procedentes de poblaciones estables externas (Moreno & Halffter, 2000).

Las curvas de acumulación pueden también ser usadas, para definir, cuál es el esfuerzo de muestreo necesario o bien cuántas son las unidades de trampas necesarias por tiempo y con ello el grado de efectividad del muestreo para cada uno de los grupos de vertebrados, previo a la realización de los trabajos de campo, se aplicó un método no paramétrico.

Para estimar la eficacia de los muestreos que se realizaron y conocer el número de individuos que aún faltan por registrar se tomó la decisión de que este método es el mejor para poder aplicarlo en el presente estudio.

Para evaluar la eficiencia del muestreo, estimar la riqueza máxima de especies presentes en la prospección a campo, fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS 9.1.1 (Colwell, 2006). Esta función

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ocupa varios estimadores, de los cuales ocupamos cuatro que se adecuan a la resolución de nuestra muestra y que explicamos a continuación.

Para la determinación de dicha curva, se valora, la riqueza específica o Diversidad Alfa, que corresponde al número total de especies.

Índice de Chao 2:

El valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas y que requieren solamente datos de presencia-ausencia (Moreno, 2001).

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Dónde:
L = El número de especie que ocurren solamente en una muestra (especies únicas).
M = Número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.
S = índice de diversidad alfa o número de especies

Jacknife de primer orden. Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden 1/m. Es posible calcular la varianza de este estimador. Jacknife de primer orden es menos sesgado que otros métodos de extrapolación evaluados (Moreno, 2001)33.

$$Jack\ 1 = S + L\ \frac{m - 1}{m}$$

Dónde:
m = número de muestras.

Jacknife de segundo orden:

Este estimador se basa en el número de especies que ocurre solamente en una muestra, así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (Palmer, 1990; Krebs, 1989).

$$Jack\ 2 = S + \frac{L\ (2m - 3)}{m} - \frac{M\ (m - 2)^2}{m\ (m - 1)}$$

Dónde: S= número de especies
L= número de especies que ocurren solamente en una muestra.
M= número de especies que ocurre en exactamente dos muestras
m = número de muestras.

Bootstrap:

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Este estimador de la riqueza de especies se basa en, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Palmer, 199034; Krebs, 198935)

$$\text{Bootstrap} = S + \Sigma\,(1-pj)^n$$

Donde:

p = tamaño de la muestra o número de individuo por especie

IV.3.2.3 Caracterización de la flora en el SAR y AIP

El SAR se encuentra en el municipio de Tuxpan, Veracruz, dentro de la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla, en la porción oriental de la República Mexicana, correspondiente a la llanura costera del Golfo de México. Se limita al norte por el río Guayalejo y la localidad de Xicoténcatl, Tamaulipas; al sur por Nautla y Misantla, Veracruz, y el macizo de Teziutlán; al este por el Golfo de México y al oeste por la Sierra Madre Oriental. La altitud en el área de estudio oscila entre 0 y 10 msnm.

Biogeográficamente, el SAR se integra a la Provincia Costa del Golfo de México, región caribeña de la región neotropical (Rzedowski, 1978; Estrada y Coates-Estrada, 1999). La unidad de estudio comprende la margen del Río Tuxpan desde la ciudad de Tuxpan hasta su desembocadura al Golfo de México. Se trata de terrenos planos, sin accidentes orográficos relevantes. A lo largo del río, la vegetación presenta distintos grados de perturbación asociados al crecimiento urbano (sector norte) e industrial (sector sur). Hacia el noreste, el sistema conecta con lagunas costeras y esteros rodeados de humedales (manglares y tulares).

Los manglares y humedales de Tuxpan forman parte de la Región Terrestre Prioritaria (RTP-103) (Arriaga et. al., 2000) y del sitio Ramsar 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan”, constituyendo el límite norte de un manglar extenso y bien estructurado, el mayor al norte del Papaloapan. En los manglares de la Laguna de Tampamachoco y su continuación hacia el sur del Río Tuxpan se registran las cuatro especies de mangle presentes en México. En el entorno de estos humedales, el cambio de uso del suelo hacia actividades agropecuarias, urbanas e industriales es significativa, por lo que este sistema representa el último reservorio de vegetación costera original en el municipio.

En la franja costera se desarrollan dunas fijas y semifijas. Las semifijas se mantienen funcionales por su dinamismo; las fijas muestran alteración por introducción de especies exóticas e invasoras (p. ej., *Terminalia catappa* y principalmente *Casuarina equisetifolia*). En las zonas ligeramente más elevadas se presentan selvas medianas en condición de acahual fragmentos secundarios), con presencia de ornamentales y frutales

Otro tipo de vegetación que se encuentra hacia las zonas más elevadas son las selvas medianas que en el caso del sistema ambiental se observaron como acahuales fragmentados y alterados por la presencia de especies de ornato y frutales.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.3.1 Justificación y metodologías de levantamientos y de información en campo

Entre el 20 y el 24 de junio de 2025 se efectuaron 16 muestreos en el área de estudio, los muestreos se dirigieron hacia los distintos tipos de vegetación y coberturas. En cada sitio se registraron datos cuantitativos por individuo (altura, cobertura, además de evidencia fotográfica. La información recabada permite describir la composición y estructura de la vegetación, así como valorar riqueza, dominancia y equidad, e inferir el grado de conservación/perturbación.

IV.3.2.3.1.1 Muestreos de vegetación

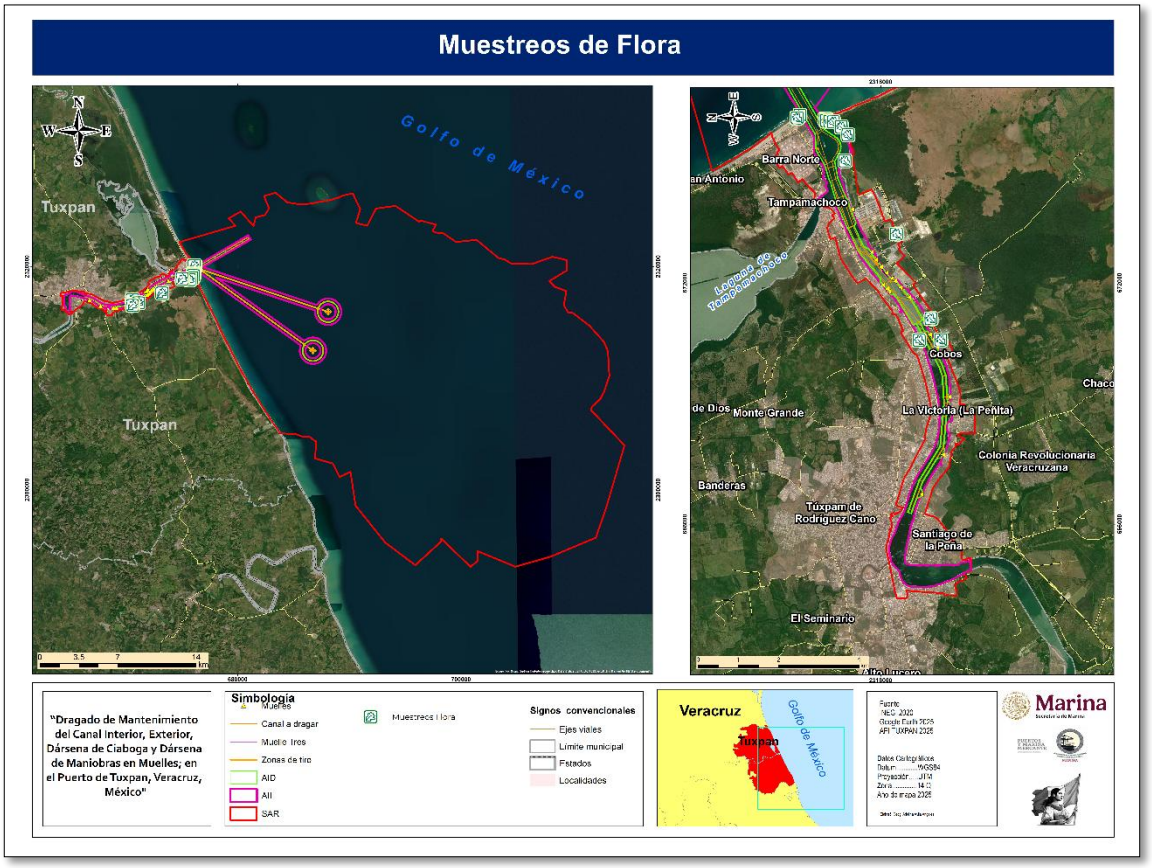
Para la flora terrestre se establecieron 16 sitios definidos previo al trabajo de campo, mediante el análisis de imágenes priorizando las áreas del SAR con vegetación nativa. Cada sitio de muestreo tuvo una superficie de 25 metros cuadrados, es decir se establecieron cuadrantes de 5 m x 5 m, siguiendo la metodología de Mostacedo y Fredericksen (2000). Se registraron especies anuales y perennes presentes en el momento y se georreferenciaron para la ubicación detallada (Cuadro IV-45 y Mapa IV-26).

CUADRO IV-45 SITIOS DE MUESTREO

MUESTREO	VEGETACIÓN	LATITUD	LONGITUD	MSNM
1	Duna costera semifija	20.97223696	-97.30543002	7.820899
2	Duna costera semifija	20.97285404	-97.30601298	14.727865
3	Manglar	20.94594997	-97.35954501	14.89423
4	Acahual	20.94596699	-97.35951701	14.518493
5	Manglar	20.95083402	-97.334031	18.938457
6	Ecotono manglar-selva mediana secundaria	20.943248	-97.354378	-5.878309
7	Selva Mediana Secundaria	20.94113499	-97.35946697	8.907735
8	Duna costera semifija	20.96659301	-97.30638203	-5.912868
9	Duna costera fija	20.96633401	-97.30645697	-1.290619
10	Duna costera fija	20.96629696	-97.30676098	1.727592
11	Manglar	20.96554996	-97.30693004	2.8197
12	Manglar	20.964736	-97.30707304	4.503952
13	Manglar	20.96297798	-97.30823401	6.875883
15	Manglar	20.96149103	-97.31022497	6.943491
16	Manglar secundario	20.96225102	-97.31639799	1.585375

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-26 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREOS REALIZADOS EN EL SAR



IV.3.2.3.1.2 Listado Potencial de especies

Con base en Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF) se obtuvo un listado potencial de 282 especies en 94 familias (Cuadro IV-46).

CUADRO IV-46 LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES

Especies
Acanthaceae
Avicennia germinans
Ruellia blechum
Ruellia ciliatiflora
Ruellia simplex
Aizoaceae
Sesuvium portulacastrum
Trianthema portulacastrum
Amaranthaceae
Salicornia pacifica
Amaryllidaceae
Crinum Americanum
Hymenocallis littoralis
Scadoxus multiflorus
Anacardiaceae
Spondias mombin
Spondias purpurea
Annonaceae
Annona muricata
Apiaceae
Cyclospermum leptophyllum
Apocynaceae
Allamanda cathartica

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Especies
Asclepias curassavica
Asclepias oenotheroides
Aspidosperma megalocarpon
Cascabela thevetia
Plumeria rubra
Rhabdadenia biflora
Ruehssia propinqua
Tabernaemontana alba
Tabernaemontana divaricata
Thevetia ahouai
Araceae
Anthurium pentaphyllum
Arecaceae
Chamaedorea oblongata
Cocos nucifera
Sabal mexicana
Aristolochiaceae
Aristolochia micrantha
Asparagaceae
Agave angustifolia
Asparagus setaceus
Asphodelaceae
Aloe vera
Asteraceae
Acmella repens
Ambrosia cumanensis
Artemisia ludoviciana
Bellis perennis
Bidens alba
Bidens pilosa
Borrichia frutescens
Calyptocarpus vialis
Chromolaena odorata
Cirsium mexicanum
Eclipta alba
Eclipta prostrata
Erechtites hieraciifolius
Erigeron longipes
Florestina liebmannii
Helenium quadridentatum
Lagascea mollis
Melampodium divaricatum
Melanthera nivea
Mikania cordifolia
Packera tampicana
Parthenium bipinnatifidum
Parthenium hysterophorus
Pluchea carolinensis
Porophyllum ruderale
Pseudelephantopus spicatus
Sclerocarpus divaricatus
Sclerocarpus uniserialis
Sphagneticola trilobata
Taraxacum officinale
Tridax procumbens
Youngia japonica
Zinnia elegans
Balsaminaceae
Impatiens walleriana
Bataceae
Batis maritima
Bignoniaceae
Crescentia cujete
Parmentiera aculeata
Tabebuia rosea
Tecoma stans
Brassicaceae
Lepidium virginicum
Bromeliaceae
Tillandsia streptophylla
Burseraceae
Bursera simaruba
Cactaceae
Opuntia cochenillifera
Pereskia aculeata
Rhipsalis baccifera
Selenicereus grandiflorus
Calophyllaceae
Mammea americana
Cannabaceae

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Trema micranthum
Cannaceae
Canna indica
Caricaceae
Carica papaya
Casuarinaceae
Casuarina equisetifolia
Ceratophyllaceae
Ceratophyllum demersum
Cleomaceae
Arivela viscosa
Cochlospermaceae
Cochlospermum vitifolium
Combretaceae
Combretum indicum
Laguncularia racemosa
Commelinaceae
Commelina erecta
Tradescantia pallida
Convolvulaceae
Camonea umbellata
Distimake dissectus
Distimake quinquefolius
Ipomoea anisomeres
Ipomoea batatas
Ipomoea carnea
Ipomoea hederifolia
Ipomoea imperati
Ipomoea indica
Ipomoea pes-caprae
Ipomoea quamoclit
Ipomoea triloba
Cordiaceae
Cordia sebestena
Crassulaceae
Kalanchoe houghtonii
Cucurbitaceae
Cionosicys macranthus
Momordica charantia
Cyperaceae
Cyperus articulatus

Cyperus ligularis
Cyperus tenuis
Fuirena simplex
Ebenaceae
Diospyros nigra
Ehretiaceae
Ehretia anacua
Euphorbiaceae
Cnidoscolus multilobus
Codiaeum variegatum
Croton argenteus
Croton cortesianus
Croton draco
Croton punctatus
Croton soliman
Euphorbia heterophylla
Euphorbia hirta
Euphorbia hypericifolia
Euphorbia marginata
Euphorbia ophthalmica
Euphorbia thymifolia
Hura polyandra
Jatropha multifida
Ricinus communis
Fabaceae
Aeschynomene americana
Albizia lebbeck
Bauhinia divaricata
Caesalpinia pulcherrima
Canavalia rosea
Cassia fistula
Chamaecrista chamaecristoides
Chamaecrista fasciculata
Cojoba arborea
Dalbergia brownei
Delonix regia
Erythrina americana
Indigofera miniata
Leucaena leucocephala
Macroptilium atropurpureum
Mimosa pigra

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Mimosa pudica
Neptunia plena
Pithecellobium dulce
Senna alata
Senna foetidissima
Sophora tomentosa
Vachellia cornigera
Vachellia farnesiana
Zapoteca portoricensis
Gentianaceae
Eustoma exaltatum
Heliotropiaceae
Heliotropium angiospermum
Hydrocharitaceae
Hydrilla verticillata
Hydroleaceae
Hydrolea spinosa
Iridaceae
Sisyrinchium scabrum
Lamiaceae
Condea verticillata
Hyptis capitata
Leonotis nepetifolia
Salvia coccinea
Salvia misella
Teucrium cubense
Vitex trifolia
Lauraceae
Damburneya salicifolia
Persea americana
Lygodiaceae
Lygodium venustum
Malpighiaceae
Malpighia glabra
Malvaceae
Abutilon hulseanum
Berrya cubensis
Ceiba pentandra
Gossypium hirsutum
Guazuma ulmifolia
Hibiscus rosa-sinensis

Malvastrum coromandelianum
Malvaviscus arboreus
Melochia pyramidata
Pachira aquatica
Pseudobombax ellipticum
Taliparititi pernambucense
Taliparititi tiliaceum
Meliaceae
Guarea glabra
Moraceae
Castilla elastica
Dorstenia excentrica
Ficus obtusifolia
Maclura tinctoria
Moringaceae
Moringa oleifera
Muntingiaceae
Muntingia calabura
Musaceae
Musa paradisiaca
Myrtaceae
Eugenia capuli
Psidium guajava
Namaceae
Nama jamaicensis
Nyctaginaceae
Bougainvillea spectabilis
Oleaceae
Ligustrum lucidum
Onagraceae
Ludwigia octovalvis
Oenothera drummondii
Orchidaceae
Bletia purpurea
Brassavola nodosa
Catasetum integerrimum
Myrmecophila grandiflora
Myrmecophila tibicinis
Oncidium sphacelatum
Orobanchaceae
Agalinis peduncularis

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Oxalidaceae
Oxalis latifolia
Papaveraceae
Argemone mexicana
Passifloraceae
Passiflora biflora
Passiflora foetida
Passiflora sexocellata
Phyllanthaceae
Phyllanthus acuminatus
Phytolaccaceae
Rivina humilis
Piperaceae
Piper amalago
Piper hispidum
Plantaginaceae
Mecardonia procumbens
Scoparia dulcis
Plumbaginaceae
Plumbago auriculata
Poaceae
Arundo donax
Bothriochloa saccharoides
Cenchrus ciliaris
Cenchrus echinatus
Cenchrus purpureus
Digitaria ciliaris
Echinochloa colonum
Eragrostis elliottii
Eragrostis pectinacea
Leersia hexandra
Megathyrsus maximus
Paspalum botterii
Paspalum paniculatum
Sporobolus virginicus
Stapfochloa ciliata
Trachypogon spicatus
Uniola paniculata
Zea mays
Polygalaceae
Securidaca diversifolia

Polygonaceae
Antigonon leptopus
Coccoloba uvifera
Portulacaceae
Portulaca pilosa
Primulaceae
Ardisia bracteosa
Ardisia escallonioides
Bonellia macrocarpa
Pteridaceae
Adiantum tenerum
Pteris vittata
Ranunculaceae
Clematis dioica
Rhizophoraceae
Rhizophora mangle
Rosaceae
Potentilla indica
Rubiaceae
Hamelia patens
Ixora casei
Palicourea galeottiana
Randia aculeata
Spermacoce verticillata
Ruppiaceae
Ruppia maritima
Rutaceae
Murraya paniculata
Salicaceae
Xylosma flexuosa
Sapindaceae
Sapindus saponaria
Sapotaceae
Chrysophyllum mexicanum
Manilkara zapota
Solanaceae
Brunfelsia nitida
Capsicum annuum
Nicotiana plumbaginifolia
Physalis solanacea
Solanum diphyllum

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Solanum erianthum
Solanum tuberosum
Talinaceae
Talinum paniculatum
Tropaeolaceae
Tropaeolum majus
Turneraceae
Turnera ulmifolia
Urticaceae
Pilea microphylla
Verbenaceae
Duranta erecta
Lantana camara
Petrea volubilis

Phyla nodiflora
Priva aspera
Priva lappulacea
Stachytarpheta jamaicensis
Viscaceae
Phoradendron quadrangulare
Vitaceae
Cissus alata
Cissus verticillata
Vitis tiliifolia
Zygophyllaceae
Kallstroemia maxima
Kallstroemia rosei

IV.3.2.3.1.3 Listado de especies registradas e identificadas

El listado de especies que se identificó para la zona de estudio arrojo un total de 34 especies distribuidas en 20 familias, estos registros se presentan en el Cuadro IV-47.

CUADRO IV-47 LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS PARA LA ZONA

Familia	Especie
Acanthaceae	
	Avicennia germinans
Apocynaceae	
	Rauvolfia tetraphylla
Asteraceae	
	Borrichia frutescens
	Palafoxia lindenii
Bignoniaceae	
	Parmentiera aculeata
Burseraceae	
	Bursera simaruba
Casuarinaceae	
	Casuarina equisetifolia
Combretaceae	
	Conocarpus erectus
	Laguncularia racemosa
	Terminalia catappa
Convolvulaceae	
	Ipomoea imperati
	Ipomoea pes-caprae
Euphorbiaceae	
	Croton punctatus
	Euphorbia sp.
Fabaceae	
	Caesalpinia pulcherrima
	Chamaecrista chamaecristoides
Familia	**Especie**
	Dalbergia ecastaphyllum
	Leucaena leucocephala subsp. glabrata
	Mimosa pudica
	Pithecellobium dulce
Malvaceae	
	Ceiba pentandra
	Guazuma ulmifolia
	Malvaviscus arboreus
	Taliparitiliaceum var. pernambucense
Moraceae	
	Ficus pertusa
Myrtaceae	
	Myrcianthes fragrans
Piperaceae	
	Piper amalago
Poaceae	
	Paspalum sp.
	Sporobolus virginicus
Polygonaceae	
	Coccoloba uvifera
Portulacaceae	
	Portulaca Pilosa

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Rhizophoraceae	
	Rhizophora mangle
Rubiaceae	
	Randia aculeata
Verbenaceae	
	Stachytarpheta jamaicensis f. atrocoerulea

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.3.1.4 Descripción General y distribución de las comunidades vegetales presentes en el SAR

IV.3.2.3.1.5 Duna Costera Semifija

Las dunas semifijas se localizan **al noreste del SAR**, a ambos lados de la desembocadura. Presentan **fragmentación** en el **margen oeste** por presión urbana y turística, mientras que en el **margen este** mantienen **coberturas continuas** y mayor integridad.

Con base en el Índice de Valor de Importancia (IVI), las especies dominantes son *Croton punctatus*, *Sporobolus virginicus* e *Ipomoea pes-caprae*, con altura media de 19 cm. La diversidad (H' = 1.50) es media–baja.

ILUSTRACIÓN IV-71 VEGETACIÓN DE DUNA SEMIFIJA.



Notas: izq; lado oeste de la desembocadura con duna abierta y fragmentada. Der; lado este de la desembocadura con duna con 100% de cobertura y sin fragmentación.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-72 DUNA SEMIFIJA. LADO OESTE DE LA DESEMBOCADURA CON DUNA ABIERTA Y FRAGMENTADA, AL FONDO SE OBSERVAN PALAPAS QUE FRAGMENTAN LA DUNA



ILUSTRACIÓN IV-73 *IPOMOEA PES-CAPRAE*





ILUSTRACIÓN IV-74 *CROTON PUNCTATUS*



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-75 *PALAFOXIA LINDENII*



Enseguida se exponen los datos de importancia de la composición de la duna costera (Cuadro IV-48 y IV-50). Se determinó la presencia de 117nindividuos pertenecientes a 11 especies los índices de valor de importancia se indican en el Cuadro IV-48, que indican que la mayor importancia fue para las especies Croton punctatus, seguido del pasto *Sporobolus virginicus*, *Ipomoea pes-caprae* y *Portulaca pilosa*. Ninguna de las especies presentes en la duna corresponde a especies en riesgo según la NOM-059-SWMARNAT-2010.

CUADRO IV-48 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE LA DUNA COSTERA SEMIFIJA

ÍNDICE	RESULTADOS
S	11
H	1.507561164
Hmax	2.397895273
Equidad (J)	0.628701837

CUADRO IV-49 IMPORTANCIA POR ESPECIES DE LA DUNA

ESPECIES	PI	LNPI	PI*LNPI
Chamaecrista chamaecristoides	0.02450246	-3.708981761	0.090879177
Croton punctatus	0.366436694	-1.003929504	0.367876608
Euphorbia sp.	0.002135135	-6.149225566	0.013129425
Ipomoea imperati	0.001622408	-6.423844095	0.010422093
Ipomoea pes-caprae	0.274603795	-1.292425967	0.354905075
Mimosa pudica	0.011028371	-4.507284186	0.049708
Palafoxia lindenii	0.036559443	-3.308815763	0.120968462
Paspalum sp.	0.022964279	-3.773815374	0.086662948
Portulaca pilosa	0.010545123	-4.552091837	0.048002367
Sporobolus virginicus	0.246060582	-1.402177506	0.345020613
Stachytarpheta jamaicensis f. atrocoerulea	0.003541713	-5.643144909	0.019986397
Total	1	**-41.76573647**	**1.507561164**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-50 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DE LA DUNA COSTERA SEMIFIJA

ESPECIES	TOTAL DE INDV	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI	ALTURA PROMEDIO
Total	**117**	**100**	**100**	**100**	**300**	**0**
Croton punctatus	32	27.35042735	11.76470588	36.6436694	75.75880263	0.216875
Sporobolus virginicus	23	19.658119666	17.64705882	24.60605818	61.91123666	0.234782609
Ipomoea pes-caprae	13	11.11111111	11.76470588	27.46037946	50.33619645	0.234615385
Portulaca pilosa	16	13.675213688	5.882352941	1.054512262	20.61207888	0.115
Chamaecrista chamaecristoides	7	5.982905983	11.76470588	2.450245993	20.19785786	0.208571429
Paspalum sp.	13	11.11111111	5.882352941	2.296427861	19.28989191	0.066923077
Ipomoea imperati	3	2.564102564	11.76470588	0.162240754	14.49104492	0.066666667
Palafoxia lindenii	3	2.564102564	5.882352941	3.655944318	12.10239982	0.366666667
Mimosa pudica	3	2.564102564	5.882352941	1.102837055	9.549292256	0.233333333
Euphorbia sp.	3	2.564102564	5.882352941	0.213513465	8.659968897	0.06
Stachytarpheta jamaicensis f. atrocoerulea	1	0.854700855	5.882352941	0.354171251	7.091225047	0.3

IV.3.2.3.1.6 Duna Costera Fija

La duna costera fija se encuentra únicamente del lado este de la desembocadura del río. Este tipo de vegetación presenta una alteración debido a actividades de reforestación con *Casuarina equisetifolia,* siendo la especie más densa en la zona. Es común el uso de *C. equisetifolia* como rompevientos, sin embargo, se le considera como una especie exótica e invasora por desplazar a la vegetación nativa y cambiar la estructura original.

ILUSTRACIÓN IV-76 DUNA FIJA.



Notas. Se observa a Randia aculeata rodeada por individuos de Casuarina equisetifolia

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

De acuerdo con los índices de valor de importancia, la estructura de la vegetación nativa está dominada por *Randia aculeata* y *Malvaviscus arboreus.* El índice de diversidad es de 0.70, lo cual representa una diversidad baja. Sin considerar a *C. equisetifolia,* la altura promedio de la vegetación de duna fija es de 1.10 m. En la imagen anterior se observa la vegetación alterada de la duna, la vegetación primaria se conforma por matorrales de *R. aculeata* que están en la parte inferior de la fotografía anterior. Estos matorrales en su estado original forman agrupaciones densas, sin embargo, en la zona de estudio, debido a la introducción de *C. equisetifolia* (especie arbórea de la imagen), los matorrales se encuentran débiles, dispersos y de baja altura.

ILUSTRACIÓN IV-77 IZQ; *RANDIA ACULEATA. DER; MALVAVISCUS ARBOREUS*



Enseguida se exponen los datos de importancia de la composición de la duna costera (Cuadro IV-51 y IV-52). Se determinó la presencia de 117nindividuos pertenecientes a 11 especies los índices de valor de importancia se indican en el Cuadro IV-51, que indican que la mayor importancia fue para las especies Croton punctatus, seguido del pasto *Sporobolus virginicus*, *Ipomoea pes-caprae* y *Portulaca pilosa*. Ninguna de las especies presentes en la duna corresponde a especies en riesgo según la NOM-059-SWMARNAT-2010.

CUADRO IV-51 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE LA DUNA COSTERA FIJA

ÍNDICE	RESULTADOS
S	6
H	0.70774435
Hmax	1.791759469
Equidad (J)	0.394999642

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ESPECIES	PI	LNPI	PI*LNPI
Borrichia frutescens	0.002675293	-5.923696537	0.015847621
Casuarina equisetifolia	0.809193428	-0.211717295	0.171320244
Coccoloba uvifera	0.015985699	-4.136060785	0.066117822
Dalbergia ecastaphyllum	0.029892679	-3.51014169	0.104927538
Malvaviscus arboreus	0.029130963	-3.535953636	0.103005736
Randia aculeata	0.113121938	-2.179288941	0.246525389
Total	**1**	**-19.49685888**	**0.70774435**

CUADRO IV-52 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DE LA DUNA COSTERA FIJA

ESPECIES	TOTAL, DE INDV	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI	ALTURA PROMEDIO
Total	**31**	**100**	**100**	**100**	**300**	**0**
Casuarina equisetifolia	5	16.12903226	14.28571429	80.91934282	111.3340894	10
Randia aculeata	13	41.93548387	28.57142857	11.31219384	81.81910629	1.353846154
Malvaviscus arboreus	8	25.80645161	14.28571429	2.913096341	43.00526224	1.3
Dalbergia ecastaphyllum	3	9.677419355	14.28571429	2.989267866	26.95240151	1.666666667
Coccoloba uvifera	1	3.225806452	14.28571429	1.598569874	19.11009061	0.4
Borrichia frutescens	1	3.225806452	14.28571429	0.267529256	17.77904999	0.8

IV.3.2.3.1.7 Manglar

El manglar es el tipo de vegetación con mayor distribución en el SAR, se encuentra fragmentado a todo lo largo de la orilla del Río Tuxpan, siendo *Rhizophora mangle* la especie dominante en esa área. Asimismo, se encontró en los ramales del rio Tuxpan, que conectan con las masas grandes de manglar que están fuera del SAR y forman parte del RAMSAR 1602.

ILUSTRACIÓN IV-78 MANGLAR DE *RHIZOPHORA MANGLE.*



Nota. Esta especie se encuentra en los canales que conectan con el río Tuxpan.

Hacia el noreste del SAR el manglar se encuentra conservado y conforme se acerca a la terminal portuaria, se observa un fuerte deterioro que va avanzando acorde a las

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

modificaciones de los terrenos de las márgenes Rio Tuxpan y por la presencia de especies exóticas e invasoras. La zona más conservada presenta fragmentos dominados por una sola especie, como las orillas con flujo de agua del rio, donde se observó *R. mangle*, mientras que en más inundadas existen manchones de *Avicennia germinans o Laguncularia racemosa (Ilustraciones IV-82y IV-83).* La especie *Conocarpus erectus* se encontró dispersa y cercana a la orilla del río Tuxpan (Ilustración IV-83). **La orilla más conservada se ubica al noreste del SAR donde aún existe la capacidad de regeneración por la presencia de propágulos y árboles jóvenes. Asimismo, fueron detectadas varias áreas reforestadas con manglar.**

ILUSTRACIÓN IV-79 MANGLAR DE *LAGUNCULARIA RACEMOSA.*



ILUSTRACIÓN IV-80 MANGLAR DE *AVICENNIA GERMINANS*



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-81 FLOR DE *CONOCARPUS ERECTUS*



ILUSTRACIÓN IV-82 MANGLAR DE AVICENNIA GERMINANS CON PROPÁGULOS



El índice de valor de importancia demuestra que de las cuatro especies de mangle *L. racemosa y A. germinans* son las especies dominantes. El índice de diversidad es bajo, con un valor de H de 1.13. Las especies que no forman parte del manglar se encontraron debido a que los muestreos se realizaron en los bordes de este tipo de vegetación.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-53 RESULTADO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MANGLAR

ÍNDICE	RESULTADOS
S	8
H	1.130939419
Hmax	2.079441542
Equidad (J)	0.543866897

ESPECIES	PI	LNPI	PI*LNPI
Avicennia germinans	0.106926437	-2.235614185	0.239046259
Borrichia frutescens	0.005043896	-5.289576383	0.026680076
Conocarpus erectus	0.063733905	-2.7530386	0.1754619
Dalbergia ecastaphyllum	0.001378213	-6.586967219	0.009078247
Laguncularia racemosa	0.636807564	-0.451287767	0.287383463
Leucaena leucocephala subsp. glabrata	0.018771319	-3.975425142	0.074623975
Rhizophora mangle	0.163170156	-1.812961723	0.295821247
Taliparitiliaceum var. pernambucense	0.004168509	-5.480196742	0.022844252
Total	**1**	**-28.58506776**	**1.130939419**

CUADRO IV-54 RESULTADO DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MANGLAR

ESPECIES	TOTAL DE INDV	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI	ALTURA PROMEDIO
Total	**148**	**100**	**100**	**100**	**300**	**0**
Laguncularia racemosa	33	22.2972973	33.33333333	63.68075637	119.311387	4.857575758
Avicennia germinans	70	47.2972973	6.666666667	10.69264371	64.65660767	0.628571429
Rhizophora mangle	28	18.91891892	20	16.31701556	55.23593448	1.903571429
Conocarpus erectus	8	5.405405405	13.33333333	6.373390486	25.11212923	2.8875
Leucaena leucocephala subsp. glabrata	3	2.027027027	6.666666667	1.877131932	10.570825 63	3
Borrichia frutescens	4	2.702702703	6.666666667	0.504389649	9.873759018	1
Taliparitiliaceum var. pernambucense	1	0.675675676	6.666666667	0.41685095	7.759193292	2
Dalbergia ecastaphyllum	1	0.675675676	6.666666667	0.137821345	7.480163688	1.5

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.3.1.8 Manglar secundario

Cerca de la terminal portuaria se realizó un muestreo en una zona de manglar que aparentemente fue rellenada, compactada y reforestada con *C. equisetifolia*. Sin embargo, existe la presencia de pequeños individuos de *R. mangle* a la orilla del río y cabe señalar que existen restos de construcciones, así como restos de troncos de casuarinas que han sido destruidos por la corriente, lo que indica la importancia del manglar como barrera natural y antierosiva ya que la modificación del manglar ha permitido que se deslave y modifique la fisionomía del cauce del Río Tuxpan. En ese punto se encontraron especies arbustivas como la *Dalbergia ecastaphyllum* y *Talipariti tiliaceum var. pernambucense*.

ILUSTRACIÓN IV-83 ZONA DONDE SE DESPLAZÓ EL MANGLAR, PROVOCANDO EL DESLAVE Y DESPLAZAMIENTO DEL SUELO.



CUADRO IV-55 RESULTADO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MANGLAR SECUNDARIO

ÍNDICE	RESULTADOS		
S	4		
H	0.787645053		
Hmax	1.386294361		
Equidad (J)	0.568165806		
ESPECIES	**PI**	**LNPI**	**PI*LNPI**
Casuarina equisetifolia	0.677666618	-0.389099826	0.263679963
Dalbergia ecastaphyllum	0.261445455	-1.341529604	0.350736817
Rhizophora mangle	0.00048357	-7.634315484	0.003691722
Talipariti tiliaceum var. pernambucense	0.060404358	-2.806694027	0.16953655
Total	**1**	**-12.17163894**	**0.787645053**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-56 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MANGLAR SECUNDARIO

ESPECIES	TOTAL DE INDV	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI	ALTURA PROMEDIO
Total	14	100	100	100	300	0
Dalbergia ecastaphyllum	10	71.42857143	25	26.14454545	122.5731169	1.7
Casuarina equisetifolia	2	14.28571429	25	67.76666181	107.0523761	5.5
Taliparititi tiliaceum var. pernambucense	1	7.142857143	25	6.040435781	38.18329292	2
Rhizophora mangle	1	7.142857143	25	0.048356951	32.19121409	0.3

IV.3.2.3.1.9 Ecotono de Manglar-Selva Mediana Secundaria

El punto de muestreo 6 se realizó a la orilla del ramal que corre paralelo camino hacía el cerro de Tumilco, en esta zona se desarrolla un manglar de *R. mangle* a todo lo largo de este ramal y en una franja de 8 m de ancho. Posterior a esta franja se encuentran especies de selva que se entremezclan con el manglar, Debido a esto los resultados del muestreo reflejan un ecotono entre el manglar y la selva. Cabe señalar que la zona se encuentra perturbada por la presencia de asentamientos o cultivos.

De acuerdo con el índice del valor de importancia, la especie dominante es *R. mangle* y corresponde a esta franja de 8 m. En el ecotono se encontraron conforme el IVI a *Parmentiera aculeata, Malvaviscus arboreus, Guazuma ulmifolia y Randia aculeata* como especies de importancia. El índice de diversidad demuestra una diversidad baja.

ILUSTRACIÓN IV-84 RAMAL HACIA EL CERRO DE TUMILCO. EN LA ORILLA SE OBSERVA *R. MANGLE.*



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-85 DESPUÉS DE LA FRANJA DE MANGLE SE ESTABLECEN ESPECIES PROPIAS DE LA SELVA MEDIANA.



CUADRO IV-57RESULTADO DE ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ECOTONO MANGLAR-SELVA

ÍNDICE	RESULTADOS		
S	6		
H	1.020007307		
Hmax	1.791759469		
Equidad (J)	0.569276917		
ESPECIES	PI	LNPI	PI*LNPI
Guazuma ulmifolia	0.117684944	-2.139744189	0.251815676
Malvaviscus arboreus	0.002983731	-5.8145809	0.017349143
Myrcianthes fragrans	0.016460389	-4.10679843	0.067599501
Parmentiera aculeata	0.199473929	-1.612071734	0.321566282
Randia aculeata	0.019914335	-3.91631544	0.077990819
Rhizophora mangle	0.643482672	-0.44086018	0.283685887
Total	**1**	**-18.03037087**	**1.020007307**

CUADRO IV-58 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL ECOTONO MANGLAR-SELVA

ESPECIES	TOTAL DE INDV	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI	ALTURA PROMEDIO
Total	**17**	**100**	**100**	**100**	**300**	**17.975**
Rhizophora mangle	4	23.52941176	16.66666667	64.34826718	104.5443456	6.25
Parmentiera aculeata	3	17.64705882	16.66666667	19.94739287	54.26111836	4.233333333
Malvaviscus arboreus	4	23.52941176	16.66666667	0.298373055	40.49445149	0.425
Guazuma ulmifolia	2	11.76470588	16.66666667	11.76849443	40.19986698	4.1
Randia aculeata	3	17.64705882	16.66666667	1.99143353	36.30515902	1.166666667
Myrcianthes fragrans	1	5.882352941	16.66666667	1.646038934	24.19505854	1.8

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.3.1.10 Acahual de Selva Mediana

Debido a que el SAR se encuentra muy impactado no se observó ningún sitio que tuviera un remanente de selva mediana bien conservada. Los muestreos 4 y 7 reflejan esta condición alterada. En el caso exclusivo del muestreo 7, que se encuentra al lado sur del río, adjunto a un muelle de descarga industrial, las especies dominantes fueron *Guazuma ulmifolia, Malvaviscus arboreus, Leucaena leucocephala subsp. glabrata* y *Rauvolfia tetraphylla.* La presencia de *G. ulmifolia* y las tallas de los árboles que no rebasan los 30 cm de diámetro y son indicadores de perturbación y denotan una sucesión secundaria. Asimismo, los índices de diversidad bajos (H=1.103) demuestran dicho estado de sucesión.

ILUSTRACIÓN IV-86 ACAHUAL DE SELVA MEDIANA. ESTRATO ARBÓREO DOMINADO POR *G. ULMIFOLIA.*



CUADRO IV-59 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MUESTREOS 7

ÍNDICE	RESULTADOS
S	6
H	1.103674975
Hmax	1.791759469
Equidad (J)	0.615972732

ESPECIES	PI	LNPI	PI*LNPI
Bursera simaruba	0.006331589	-5.062204068	0.032051795
Guazuma ulmifolia	0.577195509	-0.549574233	0.317211779
Leucaena leucocephala subsp. glabrata	0.282158454	-1.265286474	0.357011275
Malvaviscus arboreus	0.079388384	-2.533403225	0.201122787
Piper amalago	0.033128446	-3.407362955	0.112880641
Rauvolfia tetraphylla	0.021797619	-3.825954552	0.083396698
Total	**1**	**-16.64378551**	**1.103674975**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-60 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MUESTREO 7

ESPECIES	TOTAL DE INDV	ABUN-DANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI	ALTURA PROMEDIO
Total	**32**	**100**	**100**	**100**	**300**	**20.69059829**
Guazuma ulmifolia	4	12.5	16.66666667	57.71955089	86.88621755	6.5
Malvaviscus arboreus	13	40.625	16.66666667	7.93883835	65.23050502	1.046153846
Leucaena leucocephala subsp. glabrata	2	6.25	16.66666667	28.21584536	51.13251203	8
Rauvolfia tetraphylla	9	28.125	16.66666667	2.179761863	46.97142853	0.911111111
Piper amalago	3	9.375	16.66666667	3.312844649	29.35451132	2.233333333
Bursera simaruba	1	3.125	16.66666667	0.633158887	20.42482555	2

A lo largo de la ciudad de Tuxpan se pueden observar pequeños fragmentos de vegetación secundaria o en algún tipo de sucesión ecológica. Las zonas más cercanas a la orilla del río destacan por la presencia de *R. mangle y L. racemosa,* sin embargo, entre esta franja pequeña de mangles se encuentran algunos manchones de selva. Este es el caso del muestreo 4 en el que se observaron fragmentos de selva secundaria entre la orilla del río y la Av. Manuel Maples Arce.

Además de las especies de manglar en esta zona se encuentran especies cultivadas como *Pithecellobium dulce* y *Casuarina equisetifolia,* así como especies de la selva como *Guazuma ulmifolia y Ficus pertusa,* siendo *P. dulce* la especie dominante de acuerdo con el índice de valor de importancia. El índice de diversidad demuestra una diversidad baja con un valor de H=1.22. La diversidad baja es un reflejo del alto grado de perturbación que tienen estos pequeños fragmentos de vegetación.

CUADRO IV-61 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DEL MUESTREO 4

ÍNDICE	RESULTADOS
S	4
H	1.221584963
Hmax	1.386294361
Equidad (J)	0.881187284

ESPECIES	PI	LNPI	PI*LNPI
Ficus pertusa	0.111543816	-2.193337796	0.244653268
Guazuma ulmifolia	0.270910938	-1.305965154	0.353800245
Laguncularia racemosa	0.135925801	-1.995646127	0.271259797
Pithecellobium dulce	0.481619445	-0.730601009	0.351871653
Total	**1**	**-6.225550086**	**1.221584963**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-62 RESULTADOS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I) DEL MUESTREO 4

ESPECIES	TOTAL DE INDV	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI	ALTURA PROMEDIO
Total	**4**	**100**	**100**	**100**	**300**	**27**
Pithecellobium dulce	1	25	25	48.16194454	98.16194454	11
Guazuma ulmifolia	1	25	25	27.0910938	77.0910938	7
Laguncularia racemosa	1	25	25	13.59258005	63.59258005	4.5
Ficus pertusa	1	25	25	11.15438161	61.15438161	4.5

ILUSTRACIÓN IV-87 FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN QUE SE ENCUENTRAN A LO LARGO DE LA AVENIDA MANUEL MAPLES ARCE.



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-88 *FICUS PERTUSA*



IV.3.2.3.1.11 Especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT

Las especies presentes en el SAR que corresponden a especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 corresponden a las cuatro especies de mangle, que corresponde a Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinan Conocarpus erectus (Ilustraciones IV-92 a IV-94)

ILUSTRACIÓN IV-89 *RHIZOPHORA MANGLE,* AMENAZADA(A)



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-90 *LAGUNCULARIA RACEMOSA,* AMENAZADA(A)



ILUSTRACIÓN IV-91 *CONOCARPUS ERECTUS* AMENAZADA(A)



[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-92 *AVICENNIA GERMINANS,* AMENAZADA(A)



Es importante mencionar que en el Área de Influencia del Proyecto (AIP) no se observa ningún tipo de cubierta vegetal y se reitera que los trabajos de dragado no incluyen áreas con cubierta vegetal, asimismo, que en la zona donde se establecerá el Muelle Tres no se encuentran cubierta de vegetación, dado que esa obra corresponde al canal navegación del Rio Tuxpan.

IV.3.2.4 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE

En Veracruz confluyen cuatro provincias biogeográficas. La más extensa, cubre aproximadamente el 80 % de la superficie total del estado, es la del Golfo de México que abarca las zonas bajas de la Planicie Costera. En la parte central confluyen el sur de la provincia de la Sierra Madre Oriental, el norte de la Sierra Madre del Sur y el extremo oeste del Eje Neovolcánico Transversal (Morrone, 2001; Morrone, et al., 2002; Morrone, 2005).

De acuerdo con Pérez-Higareda y Navarro (1980) el estado se ha dividido en tres regiones que coinciden con los distritos faunísticos para reptiles y mamíferos. La región norte, abarca desde el extremo norte del estado hasta el paralelo 20° 00', que corresponde al 34 % de la superficie del estado. El centro de Veracruz abarca desde el límite meridional de la zona norte hasta el meridiano 95°30' (36 % de la superficie del estado). Finalmente, el sur se extiende desde el extremo sur de la entidad hasta el meridiano 95°30', y corresponde al 30 % de la superficie del estado (Pelcastre y Flores-Villela, 1992).

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Veracruz, figura como la tercera entidad con mayor riqueza de especies de anfibios, sólo superado por Oaxaca y Chiapas (Flores-Villela y Canseco- Márquez, 2004). La riqueza de reptiles en México, también se destaca por el alto porcentaje de endemismos que posee. Veracruz se considera uno de los estados más importantes para el sostenimiento de la diversidad de reptiles en el país. Esto se debe, principalmente, a la gran variedad de climas y suelos que posee y al hecho de estar representados casi todos los tipos de vegetación que existen en México, asimismo, es uno de los estados más importantes de México en términos de su contribución a la biodiversidad nacional y, en el caso específico de los mamíferos, destaca por ser uno de los tres estados con la diversidad alfa más alta (Peterson et al., 2002). Junto con Oaxaca y Chiapas albergan 277 de las 475 (58.3 %) especies de mamíferos terrestres de México (Ramírez-Pulido et al., 2005).

El estado de Veracruz se ubica en el segundo lugar en cuanto a riqueza de especies de vertebrados terrestre en comparación con el resto de las entidades federativas de México (Gráfica 1). Se han reportado para el estado de Veracruz un total de 96 especies de anfibios (Parra-Olea et al. 2014), 200 especies de reptiles (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014), 719 especies de aves (Navarro-Sigüenza et al. 2014) y 178 especies de mamíferos (Sánchez-Cordero et al. 2014).

IV.3.2.4.1.1 Justificación de los sitios de muestreo en campo

El SAR se encuentra en el estado de Veracruz, ubicado al sur del Trópico de Cáncer. A nivel regional el Área de Proyecto se encuentra inmerso en el municipio de Tuxpan, este municipio se ubica al norte del estado de Veracruz, colinda al este con el municipio de Poza Rica, al oeste con Tihuatlán, al norte con Cerro Azul, al Sur con Papantla y al Noroeste con Álamo Temapache.

Para llevar a cabo un muestreo de fauna eficiente se identificaron puntos de muestreo dentro conforme a la cobertura de vegetación observada en campo y la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII INEGI, esta metodología es muy útil en grandes áreas en donde no todos los individuos pueden ser censados, el cálculo de diversidad debe efectuarse a partir de un numero de muestras, teniendo en cuenta que la mayoría de los organismos se encuentran agregados espacialmente por lo que la elección de puntos de muestro implica que se obtendrán el mismo tipo de especies por vegetación (Magurran 1988).

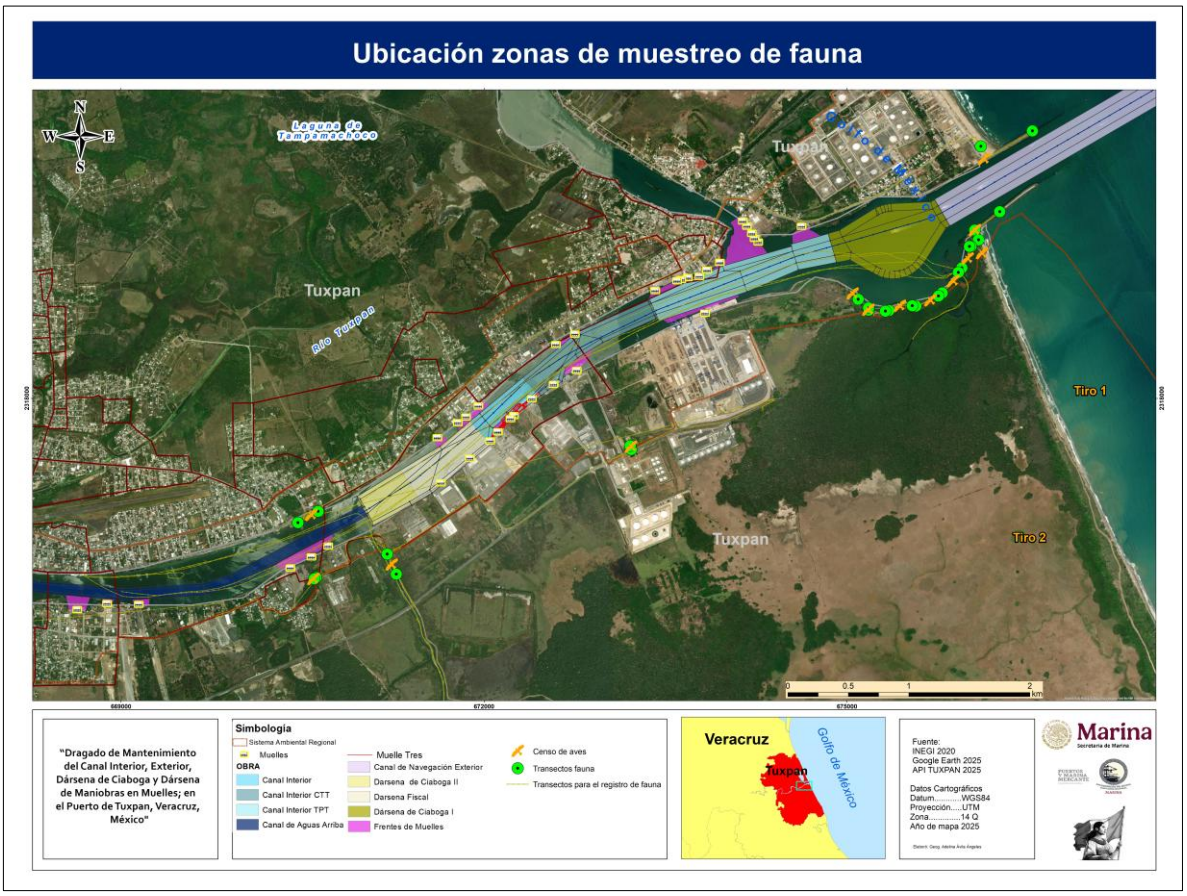
Como casi siempre resulta imposible efectuar conteos de todos los individuos y especies de un determinado lugar se recurre a efectuar un muestreo sobre la base de selección representativa de las poblaciones y hábitats. A partir de las muestras se pueden realizar inferencias acerca de los tamaños de las poblaciones y la diversidad de especies.

Es más común encontrar sitios donde la vegetación no sea homogénea y por tanto las especies sean más abundantes en un hábitat que en otro. Al escoger los sitios el número de puntos de muestreo que caigan en cada tipo de hábitat afectarán el promedio obtenido de manera importante y, por tanto, el tamaño estimado de la población. Este tipo de muestreo estratificado es casi siempre preferible por la gran cantidad de datos viables que se obtienen (Sánchez 2000).

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Para la caracterización de la fauna se realizaron 13 transectos (Mapa IV-27), cuyas coordenadas se indican en el Cuadro IV-63. En los cuadros y mapas siguientes se especifican los sitios de muestreo de aves y cocodrilos.

MAPA IV-27 UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO DE FAUNA



CUADRO IV-63 COORDENADAS PARA EL REGISTRO HERPETOFAUNA Y MAMÍFEROS

Transecto	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas		Metros aproximados
	X	Y	Latitud	Longitud	
1 inicio	676108	2320085	20° 58' 22.5885" N	97° 18' 21.5423" W	630
1 final	676533	2320212	20° 58' 26.5713" N	97° 18' 06.7832" W	
2 inicio	670629	2317067	20° 56' 46.3145" N	97° 21' 32.2860" W	247
2 final	670463	2316974	20° 56' 43.3458" N	97° 21' 38.0646" W	
3 inicio	676057	2319392	20° 58' 00.0737" N	97° 18' 23.5617" W	254
3 final	676263	2319544	20° 58' 04.9450" N	97° 18' 16.3750" W	
4 inicio	676088	2319312	20° 57' 57.4619" N	97° 18' 22.5179" W	236
4 final	676026	2319258	20° 57' 55.7275" N	97° 18' 24.6838" W	
5 inicio	675950	2319080	20° 57' 49.9661" N	97° 18' 27.3798" W	207
5 final	676013	2319257	20° 57' 55.6995" N	97° 18' 25.1342" W	
6 inicio	675922	2319042	20° 57' 48.7402" N	97° 18' 28.3629" W	216
6 final	675787	2318873	20° 57' 43.2917" N	97° 18' 33.0978" W	
7 inicio	675757	2318847	20° 57' 42.4566" N	97° 18' 34.1457" W	230

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Transecto	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas		Metros aproximados
	X	Y	Latitud	Longitud	
7 final	675570	2318764	20° 57' 39.8221" N	97° 18' 40.6491" W	
8 inicio	675541	2318767	20° 57' 39.9295" N	97° 18' 41.6518" W	212
8 final	675348	2318727	20° 57' 38.6951" N	97° 18' 48.3471" W	
9 inicio	675318	2318722	20° 57' 38.5428" N	97° 18' 49.3874" W	174
9 final	675181	2318731	20° 57' 38.8823" N	97° 18' 54.1264" W	
10 inicio	675179	2318749	20° 57' 39.4683" N	97° 18' 54.1890" W	110
10 final	675094	2318820	20° 57' 41.8059" N	97° 18' 57.1055" W	
11 inicio	673218	2317578	20° 57' 02.0608" N	97° 20' 02.4912" W	194
11 final	673209	2317609	20° 57' 03.0718" N	97° 20' 02.7915" W	
12 inicio	671200	2316714	20° 56' 34.6462" N	97° 21' 12.6479" W	183
12 final	671275	2316548	20° 56' 29.2237" N	97° 21' 10.1111" W	
13 inicio	670612	2316520	20° 56' 28.5344" N	97° 21' 33.0683" W	100
13 final	670597	2316510	20° 56' 28.2142" N	97° 21' 33.5910" W	

CUADRO IV-64 COORDENADAS DE CENSOS DE AVES

Censo de aves	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
1	676134	2319980	20° 58' 19.1656" N	97° 18' 20.6807" W
2	670573	2317039	20° 56' 45.4227" N	97° 21' 34.2342" W
3	676058	2319393	20° 58' 00.1059" N	97° 18' 23.5267" W
4	676117	2319203	20° 57' 53.9079" N	97° 18' 21.5539" W
5	675998	2319159	20° 57' 52.5182" N	97° 18' 25.6893" W
6	675879	2318972	20° 57' 46.4790" N	97° 18' 29.8770" W
7	675690	2318813	20° 57' 41.3741" N	97° 18' 36.4774" W
8	675438	2318767	20° 57' 39.9649" N	97° 18' 45.2172" W
9	675177	2318735	20° 57' 39.0138" N	97° 18' 54.2634" W
10	675047	2318869	20° 57' 43.4152" N	97° 18' 58.7145" W
11	673216	2317604	20° 57' 02.9069" N	97° 20' 02.5510" W
12	671237	2316628	20° 56' 31.8376" N	97° 21' 11.3979" W
13	670591	2316510	20° 56' 28.2162" N	97° 21' 33.7987" W

CUADRO IV-65 COORDENADAS DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS SAR

Transecto	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas		Metros aproximados
	X	Y	Latitud	Longitud	
1 inicio	669218	2316356	20° 56' 23.6640" N	97° 22' 21.3743" W	7360
1 final	675843	2319018	20° 57' 47.9870" N	97° 18' 31.1063" W	
2 inicio	675905	2319058	20° 57' 49.2663" N	97° 18' 28.9455" W	7234
2 fina	669327	2316538	20° 56' 29.5458" N	97° 22' 17.5376" W	

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-28 UBICACIÓN DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS SAR

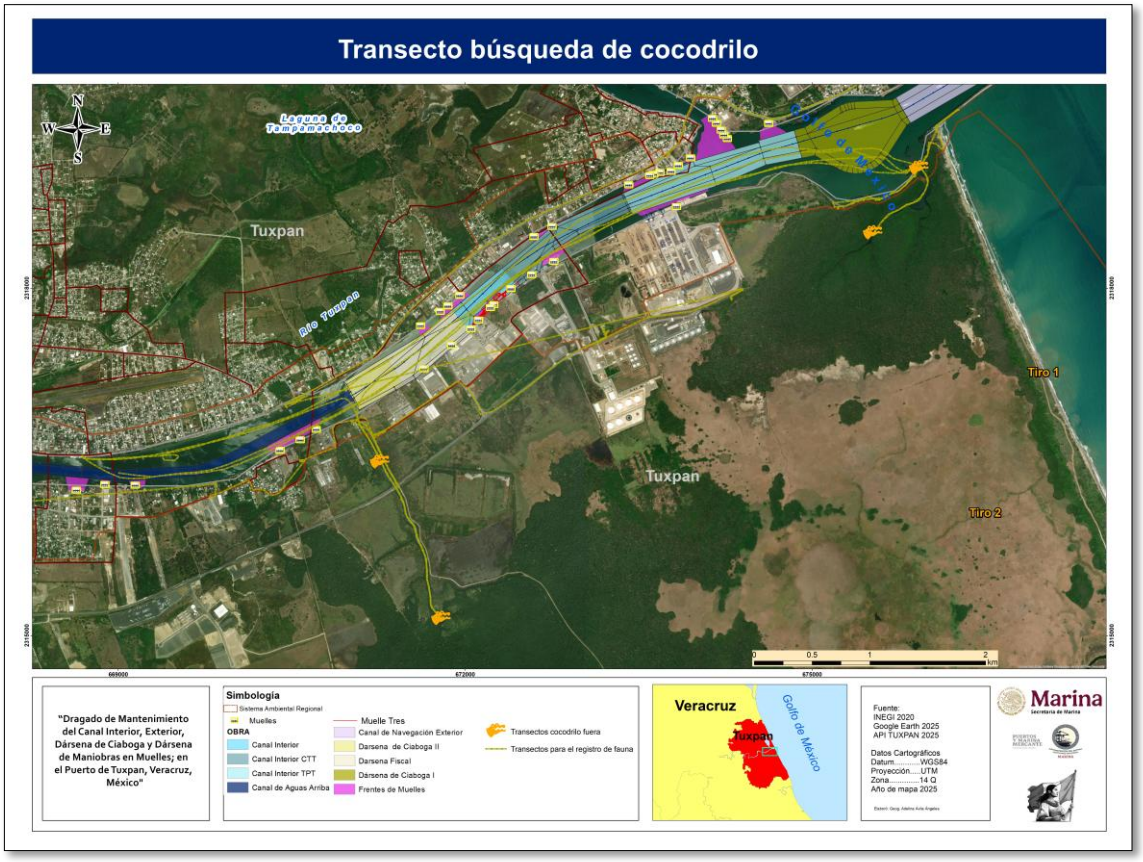


CUADRO IV-66 COORDENADAS DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS FUERA DEL SAR

Transecto	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas		Metros aproximados
	X	Y	Latitud	Longitud	
1 inicio	671800	2315152	20° 55' 43.6570" N	97° 20' 52.4382" W	818
1 final	675931	2319043	20° 57' 48.7696" N	97° 18' 28.0510" W	
2 inicio	675533	2318482	20° 57' 30.6657" N	97° 18' 42.0328" W	1489
2 final	671270	2316504	20° 56' 27.7947" N	97° 21' 10.2998" W	

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-29 UBICACIÓN DE TRANSECTO PARA BÚSQUEDA DE COCODRILOS FUERA DEL SAR



Cabe decir que para determinar la efectividad de los muestreos se aplicaron los métodos estadísticos para asegurar la eficiencia de muestreo.

Es importante mencionar que en los inventarios de la diversidad de fauna silvestre a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada (Jiménez, Hortal 2000), lo que genera conflicto pues la riqueza de especies es la principal variable descriptiva de la biodiversidad. Sin embargo, la mayor parte de los inventarios faunísticos son forzosamente incompletos (Gotelli & Colwell, 2001).

Para poder darle una solución estadísticamente confiable a este tipo de problemas que se presentan, se han desarrollado métodos que estiman la riqueza de las especies. Uno de más utilizadas, son las curvas de acumulación de especies, ya que esta nos arroja una aproximación más correcta (Gray, 2002).

Las curvas de acumulación de especies, son gráfica del número de especies observadas en función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas. La acumulación secuencial de individuos en una sola muestra, o la agrupación sucesiva de muestras de un solo conjunto de muestras, produce una curva de acumulación de especies, pero ésta no será una curva suave debido a la heterogeneidad espacial (o

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

temporal) y efectos estocásticos simples. Esas graficas permiten tres tipos de objetivos (Lamas et al., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001):

1. Dar confiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
2. Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir Inventarios confiables.
3. Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Para que una curva de acumulación llegue alcanzar la asíntota, se tiene que conocer el total de las especies de la zona estudiada, en ocasiones esto es complicado puesto que muchas de las especies que aún no se registran pueden ser probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión o bien procedentes de poblaciones estables externas (Moreno & Halffter, 2000).

Otro de los beneficios de las curvas, es que pueden servir para definir, cuál es el esfuerzo de muestreo necesario o bien cuántas son las unidades de trampas necesarias por tiempo y con ello el grado de efectividad del muestreo para cada uno de los grupos de vertebrados, previo a la realización de los trabajos de campo, se aplicó un método no paramétrico.

Por lo anterior, y a fin estimar la eficacia de los muestreos que se realizaron y conocer el número de individuos que aún faltan por registrar, se optó por utilizar este método; ya que es el mejor para poder aplicarlo en el presente estudio. Para evaluar la eficiencia del muestreo, estimar la riqueza máxima de especies presentes en la prospección a campo, fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS 9.1.1 (Colwell, 2006), mismo que ocupa varios estimadores, de los cuales ocupamos cuatro, que se adecuan a la resolución de nuestra muestra. Para elaborar la curva de acumulación de especies, se utilizaron modelos no paramétricos, llamados también libres de distribución (distribution-free) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular, ni una serie de supuestos a priori; que los ajusten a un modelo determinado.

De manera independiente al estimador utilizado, el software EstimateS 9.1.1 realiza varias aleatorizaciones (100 de manera general), sin reemplazo; y cuando se ha empleado el número total de muestras, se obtiene el valor final del estimador y se pueden graficar los resultados.

Curva de acumulación de Herpetofauna. Con base al análisis de curvas de acumulación, se puede observar que con los muestreos realizados para el SAR se logró una eficacia de muestreo de 53% (Jacknife de segundo orden) a 84.8% (Bootstrap).

CUADRO IV-67 ESTIMADORES DE MUESTREO PARA HERPETOFAUNA.

Estimador	Sistema Ambiental Regional
Chao 2	68.4%
Jacknife de primer orden	68.4%
Jacknife de segundo orden:	53.0%
Bootstrap	84.8%

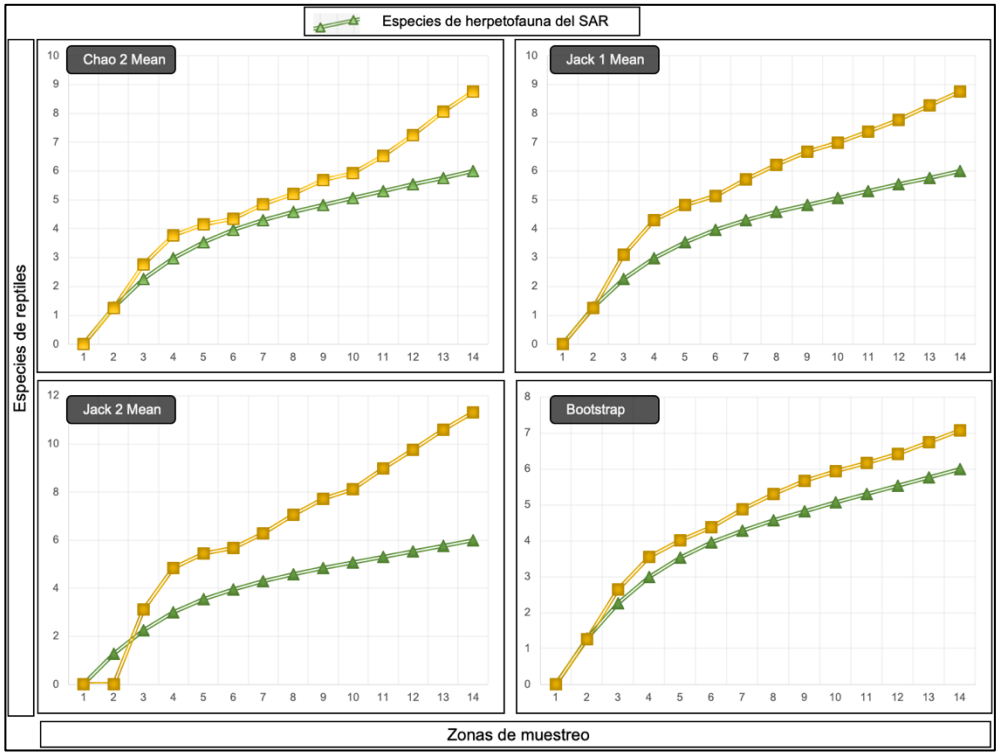
[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Con base a los resultados de la curva de acumulación con el primer estimador (Chao 2) se puede observar que se logró un muestreo efectivo de 68.4%, no se observó una asíntota en la gráfica, se infiere que los muestreos realizados en campo fueron efectivos puesto que el porcentaje alcanzado es mayor a 50%, sin embargo, faltan registrar especies en el SAR.

Conforme a los estimadores de Jacknife de primer y segundo orden se puede observar que se logró un muestreo efectivo con un 68.4% y 53.0% siendo el estimador más bajo (Jacknife de segundo orden), no se logra apreciar la asíntota por lo cual se infiere que aún faltan registrar especies, sin embargo, los estimadores tienen un resultado mayor a 50%, por lo cual se puede concluir que el muestreo realizado es efectivo para el SAR.

Con los resultados del estimador Booststrap se logró una efectividad de muestreo del 84.8% la gráfica llega a tener una ligera asíntota, se puede inferir que aún faltan especies por registrar, el muestreo realizado en campo efectivo siendo este estimador el más alto.

ILUSTRACIÓN IV-93 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE HERPETOFAUNA.



Curva de acumulación de Avifauna. Con base a el análisis de curvas de acumulación de especies se puede observar que para el grupo de aves y conforme a los muestreos realizados en campo, la eficacia de estos es de 65.4% (Jacknife de segundo orden) a 86.2% (Bootstrap).

CUADRO IV-68 ESTIMADORES DE MUESTREO PARA AVIFAUNA.

Estimador	Sistema Ambiental Regional
Chao 2	75.2%
Jacknife de primer orden	74.3%

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

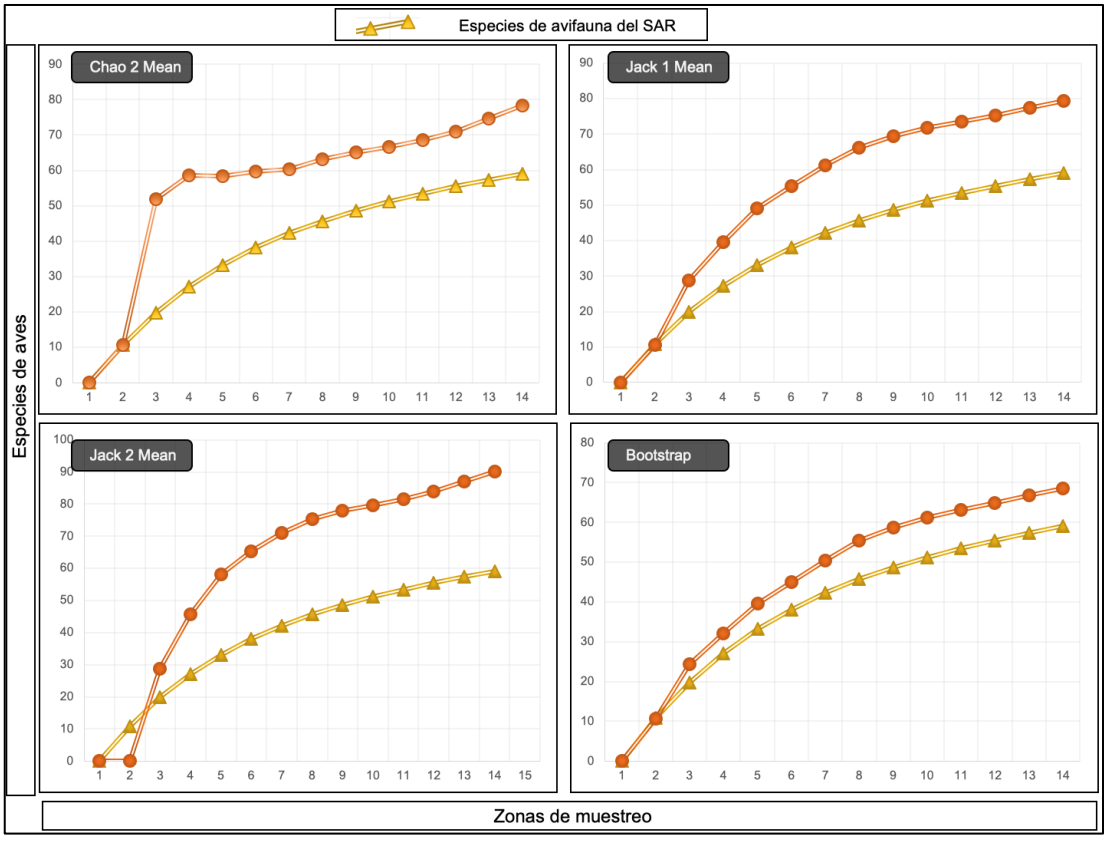
Estimador	Sistema Ambiental Regional
Jacknife de segundo orden	65.4%
Bootstrap	86.2%

Conforme a los resultados de la curva de acumulación con el primer estimador (Chao 2) se puede observar que se logró un muestreo efectivo con un 75.2%, la gráfica llega a tener una ligera asíntota, por lo cual se infiere que los muestreos realizados en campo son efectivos.

Conforme al estimador de Jacknife de primer orden se observa que se obtuvo un 74.3% de efectividad de muestreo, mientras que el estimador Jacknife de segundo orden se observa que la efectividad del muestreo fue menor con un 65.4%, siendo los estimadores más bajos, conforme a la gráfica se observa una ligera asíntota, con los muestreos realizados en campo se puede concluir que son efectivos, puesto que en ambos estimadores rebasan el 50%, se infiere que aún faltan registrar especies en campo.

Con los resultados del estimador Booststrap se logró una efectividad de muestreo del 86.2%, con los trabajos de campo se obtuvo una alta efectividad de muestreo, siendo el estimador más alto.

ILUSTRACIÓN IV-94 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE AVIFAUNA.



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Curva de acumulación de Mastofauna. Con base al análisis de curvas de acumulación de especies, se puede observar que con los muestreos realizados en campo se logró una eficacia de 59.2% (Jacknife de segundo orden) a 80.2% (Bootstrap).

CUADRO IV-69 ESTIMADORES DE MUESTREO PARA MASTOFAUNA.

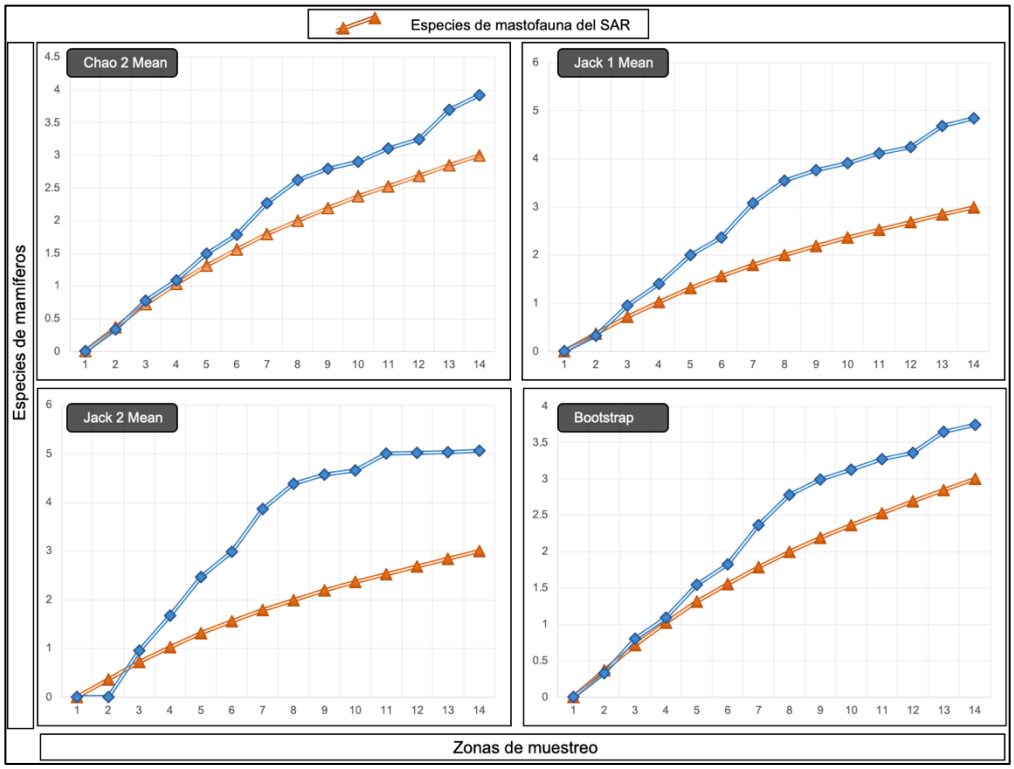
Estimador	Sistema Ambiental Regional
Chao 2	76.5%
Jacknife de primer orden	61.8%
Jacknife de segundo orden	59.2%
Bootstrap	80.2%

Conforme a los resultados de la curva de acumulación de Chao 2 se puede observar que se logró un muestreo efectivo de 76.5% la gráfica no llega a realizar una asíntota, lo cual indica que aún faltan especies por registrar en la zona.

Conforme al estimador Jacknife de primer orden se obtuvo un resultado de 61.8%, mientras que para Jacknife de segundo orden el resultado es de 59.2%, siendo los estimadores más bajos, conforme a la gráfica no se logra tener una asíntota, infiriendo que aún faltan especies por registrar en el SAR.

Con los resultados del estimador Booststrap se logró una efectividad de muestreo de un 80.2%, conforme a la gráfica aún faltan especies por registrar, puesto que la gráfica no llego a tener una asíntota.

ILUSTRACIÓN IV-95 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL GRUPO DE MASTOFAUNA.



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.4.2 Métodos utilizados en el trabajo de campo

El trabajo de campo se llevó a cabo en una sola operación, con una duración de cuatro días de muestreo. El muestreo se ejecutó con un esfuerzo de dos especialistas mismo que realizo recorridos dentro del Sistema Ambiental Regional. Se emplearon GPS (Garmin GPSmap 62) los cuales permitieron registrar los sitios donde se observaron las especies de fauna silvestre (también se registraron las especies invasoras y/o apegadas a zonas habitadas por el hombre). Se efectúo un levantamiento fotográfico de las especies de vertebrados presentes durante el muestreo.

IV.3.2.4.2.1 Metodología para el registro de herpetofauna

Existen varias formas de abordar el conteo de anfibios y reptiles con capacidad de describir el estado de sus poblaciones y determinar las tendencias a corto y largo plazo (Belamendia, 2010).

Una de las formas más sencillas de verificar la ocurrencia de especies en un área dada es desplazarse a través del área, registrando todos los individuos observados. Debido a que las especies están separadas tanto en el tiempo como en el espacio, los muestreos realizados a diferentes momentos del día conducen a determinar las variaciones en el número de especies registradas (los muestreos diurnos detectan animales diurnos; muestreos nocturnos detectan animales nocturnos). Lo mismo sucede con la heterogeneidad de ambientes, lo deseable sería incluir el mayor número de ambientes (cuerpos de agua, bosques, áreas abiertas, etc.)

Se realizaron recorridos en el SAR en las horas de mayor actividad y durante la tarde-noche, se empleó una cámara de fotos con lente macro para especies fáciles de registrar e identificar. Se empleó un gancho herpetológico para la búsqueda de organismos bajo troncos o piedras Gallina, López-Gonzales (2011).

ILUSTRACIÓN IV-96 BÚSQUEDA DE ANFIBIOS Y REPTILES



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Para la búsqueda de cocodrilos se realizaron transectos con la ayuda de una embarcación, estos transectos se realizaron en el Río Tuxpan, y en los diferentes esteros y zonas de mangle que se encuentran en la zona.

ILUSTRACIÓN IV-97 BÚSQUEDA DE COCODRILOS.



IV.3.2.4.2.2 Muestreo de avifauna.

Para obtener la información de la valoración de riqueza, abundancia y diversidad, se empleó el método de censo en puntos de radio fijo de 25 m (Hutto *et al.,* 1986). Este método fue escogido porque presenta una fina resolución para cuantificar la abundancia y diversidad de las aves tanto residentes como migratorias. Permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y correlacionar los resultados para obtener información de especies/área (Moore *et al.*, 2005), y porque este método es el que tiene el mayor espectro de observación de aves tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, 2009).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-98 MUESTREO DE AVES.



IV.3.2.4.2.3 Muestreo mastofauna

Se utilizaron dos tipos de muestreo, métodos indirectos y métodos directos.

Métodos indirectos Se basan fundamentalmente en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente. Los rastros más comunes que se encuentran son huellas, excretas, huesos, madrigueras y echaderos de descanso (Guzmán, Camargo; 2004).

Para este estudio se utilizaron cuatro Cámaras-trampa las cuales permiten tener el registro de la especie sin perturbarla. Cada Cámara-trampa se colocó a una altura de 60 cm del nivel del piso sujetas a árboles, posteriormente se limpió la zona del área de proyección para evitar que el movimiento de las arbustos, ramas u hojas activen los sensores de movimiento (Silver; 2004). Frente a cada Cámara-trampa, a una distancia de 2 metros del lente se colocó un cebo de doble propósito, que consiste en hojuela de avena remojada con vainilla para mamíferos omnívoros o herbívoros y sardina para los mamíferos carnívoros u omnívoros (Orjuela, Jiménez; 2004).

Métodos directos. Los métodos directos proporcionan una medida del tamaño poblacional en relación a un área o volumen determinado, conocido y que involucran un conteo directo de los individuos de la población (por ejemplo, censos). Permite obtener el parámetro real (Arévalo, 2001).

Se utilizaron trampas de captura viva tipo Sherman para mamíferos pequeños, estas se dispusieron en un transecto lineal, separadas 10 metros de trampa a trampa, para el presente trabajo se utilizaron 30 trampas Sherman. Las trampas fueron cebadas con avena en hojuela humedecida con vainilla, la vainilla funciona como atrayente y la avena

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

proporciona alimento a los ejemplares capturados hasta el momento que son liberados para evitar su muerte.

ILUSTRACIÓN IV-99 MÉTODOS PARA EL MUESTREO DE MAMÍFEROS.



IV.3.2.4.3 Resultados listados potenciales para el Sistema Ambiental Regional

Para determinar los listados potenciales se obtuvieron las distribuciones de las especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos de las bases de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en formato Shapefile, mismas que se cargaron en el Sistema de Información Geográfica ESRI ArcMap 10.8.

Se seleccionaron aquellas especies cuya distribución ya sea completa o en parte se encontrará dentro del predio del SAR. Una vez verificada la presencia potencial de las especies se generó la lista. Asimismo, se consultaron las bases de datos de CONABIO, para obtener los nombres comunes de las especies y se determinó su estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se obtuvo una lista total de 222 especies de vertebrados con posible probabilidad de ocurrencia dentro del Sistema Ambiental Regional. El grupo con mayor número de especies es el de aves con 157, seguido del grupo de mamíferos con 29, reptiles con 26 especies y anfibios con 10 especies. De estas especies 23 de ellas se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo dos especies de anfibios, cinco especies de reptiles, 14 especies de aves y dos especies de mamíferos. Tres especies de reptiles se consideran Endémicas para México.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.4.3.1 Listado potencial de anfibios para el SAR

Dentro del SAR se pueden llegar a registrar potencialmente a 10 especies de anfibios, mismos que se encuentran clasificados taxonómicamente en un orden, seis familias y nueve géneros. La familia con mayor representatividad es Hylidae con cuatro especies, seguida de Bufonidae con dos especies, las familias con menor representatividad son Leptodactylidae, Ranidae, Craugastoridae y Microhylidae con una sola especie respectivamente.

De las especies potenciales de anfibios, dos de ellas se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría Sujetas a Protección (Pr) se encuentran la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) y el sapo de boca angosta elegante (*Gastrophryne elegans*), mientras que la UICN considera a todas las especies bajo la categoría Preocupación menor (LC). De las especies potenciales de anfibios ninguna de ellas se considera Endémica para México.

CUADRO IV-70 LISTADO POTENCIAL DE ANFIBIOS PARA EL SAR.

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Anura	Hylidae	*Tlalocohyla picta*	Ranita grillo	-	-	LC
		Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	-	-	LC
		Trachycephalus vermiculatus	Rana arborícola vermiculada	-	-	LC
		Trachycephalus venulosus	Rana lechera	-	-	LC
	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	-	-	LC
	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	-	LC
	Bufonidae	*Incilius nebulifer*	Sapo nebuloso	-	-	LC
		Rhinella marina	Sapo gigante	-	-	LC
	Craugastoridae	*Craugastor loki*	Rana del volcán San Martín	-	-	LC
	Microhylidae	*Gastrophryne elegans*	Sapo boca angosta elegante	Pr	-	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.3.2 Listado potencial de reptiles para el SAR

Para el SAR se estima la presencia potencial de 26 especies de reptiles, clasificados taxonómicamente en tres órdenes, tres familias y siete géneros. La familia con mayor representatividad es *Colubridae* con seis especies, seguida de *Dipsadidae* con cuatro, *Natricidae* con tres especies, *Anolidae, Phrynosomatidae* y *Teiidae* cuetan con dos especies, las familias con menor representatividad son *Emydidae, Crocodylidae, Corytophanidae*, *Iguanidae, Gekkonidae, Boidae* y *Leptotyphlopidae* con una sola especie respectivamente.

De las especies potenciales de reptiles, cinco de ellas se encuentra enlistadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos especies bajo la categoría Amenazada (A) la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*) y la culebra listonada occidental (*Thamnophis proximus*), tres especies se encuentran bajo la categoría Sujetas a Protección especial (Pr) el cocrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el lemacto coronado (*Laemanctus serratus*) y la iguana de cola espinosa del Golfo (*Ctenosaura acanthura*).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

La UICN considera a una especie bajo la categoría Peligro de extinción (EN) la tortuga pechocarey (*Trachemys venusta*), el resto de las especies las considera bajo la categoría Preocupación menor (LC).

De las especies potenciales de reptiles tres cuentan con una distribución Endémica para México, la iguana de cola espinosa del Golfo (*Ctenosaura acanthura*), el ticuiliche mexicano (*Aspidoscelis guttata*) y la culera lagartijera común (*Mastigodryas melanolomus*.

CUADRO IV-71 LISTADO POTENCIAL DE REPTILES PARA EL SAR.

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Tortuga pecho de carey	-	-	En
Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr	-	LC
Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Lemacto coronado	Pr	-	LC
	Anolidae	*Anolis sericeus*	Abaniquillo sedoso	-	-	LC
		Anolis sagrei	Abaniquillo pardo del Carine	-	-	LC
	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa del Golfo	Pr	End	LC
	Phrynosomatidae	*Sceloporus serrifer*	Lagartija espinosa azul	-	-	LC
		Sceloporus variabilis	Lagartija espinosa vientre rosado	-	-	LC
	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	-	LC
	Teiidae	*Aspidoscelis guttata*	Ticuiliche mexicano	-	End	LC
		Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	-	-	LC
	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata	-	-	LC
	Colubridae	*Phrynonax poecilonotus*	Culebra resoplona norteña	-	-	LC
		Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera común	-	End	LC
		Masticophis schotti	Culebra latigo	-	-	LC
		Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra	-	-	LC
		Spilotes pullatus	Serpiente tigre	-	-	LC
		Leptophis mexicanus	Culebra perico mexicana	A	-	LC
	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	-	-	LC
		Coniophanes piceivittis	Culebra rayada	-	-	LC
		Pliocercus elapoides	Culebra imita coral común	-	-	LC
		Ninia diademata	Coralillo falso	-	-	LC
	Natricidae	*Storeria dekayi*	Culebra parda	-	-	LC
		Nerodia rhombifer	Culebra de agua de espalda de diamantes	-	-	LC
		Thamnophis proximus	Culebra listonada occidental	A	-	LC

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
	Leptotyphlopidae	*Rena maxima*	Culebrilla ciega gigante	-	-	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.3.3 Listado potencial de aves para el SAR

En el SAR se pueden encontrar 157 especies de aves potenciales, mismas que se encuentran clasificadas taxonómicamente en 21 órdenes, 47 familias y 108 géneros. La familia con mayor representatividad es Tyrannidae con 20 especies, seguida de Parulidae con 14, Icteridae con 12, *Accipitridae* cuenta con 10 especies, *Columbidae* con ocho, las familias *Ardeidae*, *Hirundinidae* y *Picidae* con seis, *Cuculidae, Passerellidae* y *Cardinalidae* cuentan con cinco, *Falconidae* y *Fringillidae* con cuatro, *Anatidae*, *Apodidae, Trochilidae, Psittacidae* y *Thraupidae* con tres especies, *Threskiornithidae, Cathartidae, Strigidae, Alcedinidae, Ramphastidae, Corvidae* y *Troglodytidae* con dos especies, las familias con menor representatividad son *Cracidae, Caprimulgidae, Aramidae, Charadriidae, Laridae, Ciconiidae, Fregatidae, Pelecanidae, Tytonidae, Trogonidae, Cotingidae, Tityridae, Vireonidae, Laniidae, Paridae, Aegithalidae, Regulidae, Mimidae, Sturnidae, Passeridae* y *Emberizidae* con una sola especie respectivamente.

De las especies potenciales de aves, 14 de ellas se encuentran enlistadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 (lo que corresponde al 8.9% de especies potenciales), bajo la categoría Amenazada (A) se encuentran dos especies, el carrao (*Aramus guarauna*) y el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*), bajo la categoría Sujeta a Protecciónespecial se encuentran 12 especies, la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el gavilán pico de gancho (*Chondrohierax uncinatus*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), la aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*), la aguililla negra mayor (*Buteogallus urubitinga*), el tucancillo collarejo (*Pteroglossus torquatus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), la oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*) y el colorín sietecolores (*Passerina ciris*). La UICN considera a cinco especies bajo la categoría Cerca de estar amenazadas (NT) el vencejo de chimenea (*Chaetura pelagica*), el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*), el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), el chipe celeste (*Setophaga cerulea*) y el colorín siete colores (*Passerina ciris*), al resto de las especies las considera bajo la categoría Preocupación menor (LC).

De las especies potenciales de aves ninguna cuenta con poblaciones Endémicas para México.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-72 LISTADO POTENCIAL DE AVES PARA EL SAR.

Orden	Familia	Genero/Especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije ala blanca	S/C	-	LC
		Dendrocygna bicolor	Pijije canelo	S/C	-	LC
		Anas platyrhynchos	Pato de Collar	S/C	-	LC
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula	S/C	-	LC
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	S/C	-	LC
		Patagioenas flavirostris	Paloma morada	S/C	-	LC
		Columbina inca	Tórtola cola larga	S/C	-	LC
		Columbina passerina	Tórtola coquita	S/C	-	LC
		Columbina minuta	Tortolita pecho liso	S/C	-	LC
		Columbina talpacoti	Tortolina canela	S/C	-	LC
		Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	S/C	-	LC
		Zenaida macroura	Paloma huilota	S/C	-	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	S/C	-	LC
		Geococcyx velox	Correcaminos tropical	S/C	-	LC
		Piaya cayana	Cuclillo canelo	S/C	-	LC
		Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo	S/C	-	LC
		Coccyzus minor	Cuclillo manglero	S/C	-	LC
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	S/C	-	LC
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo cuello blanco	S/C	-	LC
		Chaetura pelagica	Vencejo de Chimenea	S/C	-	NT
		Aeronautes saxatalis	Vencejo pecho blanco	S/C	-	LC
	Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí garganta negra	S/C	-	LC
		Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí	S/C	-	LC
		Amazilia yucatanensis	Colibrí vientre canelo	S/C	-	LC
Gruiformes	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón nuca canela	S/C	-	LC
		Fulica americana	Gallareta americana	S/C	-	LC
	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	-	LC
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	S/C	-	LC
	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	S/C	-	LC
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	-	LC
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	S/C	-	LC
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	S/C	-	LC
	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	S/C	-	LC
		Ardea alba	Garza blanca	S/C	-	LC
		Egretta thula	Garza dedos dorados	S/C	-	LC
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	S/C	-	LC
		Butorides virescens	Garcita verde	S/C	-	LC

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/Especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
		Nycticorax	Garza nocturna corona negra	S/C	-	LC
	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	S/C	-	LC
		Plegadis chihi	Ibis ojos rojos	S/C	-	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	S/C	-	LC
		Cathartes aura	Zopilote aura	S/C	-	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán pico de gancho	Pr	-	LC
		Circus hudsonius	Gavilán rastrero	S/C	-	LC
		Accipiter striatus	Gavilán pecho rufo	Pr	-	LC
		Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	-	LC
		Rostrhamus sociabilis	Gavilán caracolero	S/C	-	LC
		Buteogallus anthracinus	Aguililla-negra menor	Pr	-	LC
		Buteogallus urubitinga	Aguililla-negra mayor	Pr	-	LC
		Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	S/C	-	LC
		Buteo plagiatus	Aguillila gris	S/C	-	LC
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	S/C	-	LC
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de Campanario	S/C	-	LC
	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	S/C	-	LC
		Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	S/C	-	LC
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	S/C	-	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	Martín pescador enano	S/C	-	LC
		Chloroceryle americana	Martín pescador verde	S/C	-	LC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	S/C	-	LC
		Melanerpes aurifrons	Carpintero chefe	S/C	-	LC
		Sphyrapicus varius	Chupasavia maculado	S/C	-	LC
		Dryobates scalaris	Carpintero	S/C	-	LC
		Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	S/C	-	LC
		Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	S/C	-	LC
	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	Pr	-	LC
		Ramphastos sulfuratus	Tucán pico canoa	A	-	NT
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	S/C	-	LC
		Falco sparverius	Cernícalo americano	S/C	-	LC
		Falco rufigularis	Halcón enano	S/C	-	LC
		Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr	-	LC
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	-	NT
		Amazona albifrons	Loro frente blanco	Pr	-	LC

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Orden	Familia	Genero/Especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
		Amazona autumnalis	Loro cachetes amarillos	S/C	-	LC
Passeriformes	Cotingidae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	S/C	-	LC
	Tityridae	*Pachyramphus major*	Cabezón mexicano	S/C	-	LC
	Tyrannidae	*Pachyramphus aglaiae*	Mosquero cabezón degollado	S/C	-	LC
		Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño	S/C	-	LC
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas cenizo	S/C	-	LC
		Myiarchus crinitus	Papamoscas viajero	S/C	-	LC
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	S/C	-	LC
		Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	S/C	-	LC
		Megarynchus pitangua	Luis pico grueso	S/C	-	LC
		Myiozetetes similis	Luis gregario	S/C	-	LC
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	S/C	-	LC
		Tyrannus couchii	Tirano silbador	S/C	-	LC
		Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado	S/C	-	LC
		Tyrannus savana	Tirano tijereta gris	S/C	-	LC
		Contopus virens	Pibí oriental	S/C	-	LC
		Contopus cinereus	Papamoscas tropical	S/C	-	LC
		Empidonax flaviventris	Mosquero vientre amarillo	S/C	-	LC
		Empidonax virescens	Mosquero verdoso	S/C	-	LC
		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	S/C	-	LC
		Sayornis phoebe	Papamoscas fibí	S/C	-	LC
		Sayornis saya	Papamoscas llanero	S/C	-	LC
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	S/C	-	LC
	Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo verdeamarillo	S/C	-	LC
	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Alcaudón verdugo	S/C	-	LC
	Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara pea	S/C	-	LC
		Corvus corax	Cuervo común	S/C	-	LC
	Paridae	*Baeolophus atricristatus*	Carbonero cresta negra	S/C	-	LC
	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	S/C	-	LC
		Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	S/C	-	LC
		Tachycineta albilinea	Golondrina manglera	S/C	-	LC
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina ala aserrada	S/C	-	LC
		Hirundo rustica	Golondrina tijereta	S/C	-	LC
		Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	S/C	-	LC
	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	S/C	-	LC

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/Especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo matraquita	S/C	-	LC
	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca tropical	S/C	-	LC
		Troglodytes aedon	Chivirín salta pared	S/C	-	LC
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	S/C	-	LC
	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	S/C	-	LC
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión casero	S/C	-	LC
	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	S/C	-	LC
		Euphonia hirundinacea	Eufonia garganta amarilla	S/C	-	LC
		Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	S/C	-	LC
		Spinus psaltria	Jilguerito dominico	S/C	-	LC
	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	S/C	-	LC
		Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	S/C	-	LC
		Spizella pallida	Gorrión pálido	S/C	-	LC
		Melospiza melodia	Gorrión cantor	S/C	-	LC
		Melospiza lincolnii	Gorrión de lincoln	S/C	-	LC
	Emberizidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	S/C	-	LC
	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro	S/C	-	LC
		Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr	-	LC
		Icterus spurius	Bolsero castaño	S/C	-	LC
		Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	S/C	-	LC
		Icterus bullockii	Bolsero calandrina	S/C	-	LC
		Icterus gularis	Bolsero de Altamira	S/C	-	LC
		Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	S/C	-	LC
		Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	S/C	-	LC
		Molothrus ater	Tordo ojo café	S/C	-	LC
		Dives	Tordo cantor	S/C	-	LC
		Euphagus cyanocephalus	Tordo ojos amarillos	S/C	-	LC
		Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	S/C	-	LC
	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	S/C	-	LC
		Setophaga cerulea	Chipe celeste	S/C	-	NT
		Setophaga americana	Chipe pecho manchado	S/C	-	LC
		Setophaga magnolia	Chipe de Magnolias	S/C	-	LC
		Setophaga petechia	Chipe amarillo	S/C	-	LC
		Setophaga pensylvanica	Chipe flancos castaños	S/C	-	LC
		Setophaga caerulescens	Chipe azulnegro	S/C	-	LC
		Setophaga palmarum	Chipe playero	S/C	-	LC
		Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	S/C	-	LC

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/Especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
		Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla	S/C	-	LC
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	S/C	-	LC
		Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	S/C	-	LC
		Setophaga virens	Chipe dorso verde	S/C	-	LC
		Myioborus miniatus	Pavito alas negras	S/C	-	LC
	Cardinalidae	*Cyanoloxia cyanoides*	Picogordo azulnegro	S/C	-	LC
		Cyanocompsa parellina	Colorín azul-negro	S/C	-	LC
		Passerina caerulea	Picogordo azul	S/C	-	LC
		Passerina versicolor	Colorín morado	S/C	-	LC
		Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr	-	NT
	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	S/C	-	LC
		Saltator atriceps	Saltador cabeza negra	S/C	-	LC
		Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	S/C	-	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.3.4 Listado potencial de mamíferos para el SAR

Para el SAR se estima la presencia potencial de 29 especies potenciales de mamíferos silvestres, clasificados taxonómicamente en ocho órdenes, 16 familias y 25 géneros. La familia con mayor representatividad es Vespertilionidae con cuatro especies, seguida de *Phyllostomidae* y *Molossidae* con tres, *Didelphidae, Sciuridae, Cricetidae, Emballonuridae, Canidae* y *Procyonidae* cuentan con dos especies, las familias con menor representatividad son *Dasypodidae, Myrmecophagidae, Heteromyidae, Erethizontidae, Leporidae, Mustelidae* y Cervidae. con una sola especie respectivamente.

De las especies potenciales de mamíferos, dos de ellas se encuentra enlistadas bajo NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría Peligro de extinción (P) se encuentra el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y bajo la categoría de Amenazada (A) se encuentra el puerco espín tropical (*Sphiggurus mexicanus*). Mientras que la UICN considera a todas las especies bajo la categoría Preocupación menor (LC).

De las especies potenciales de mamíferos ninguna cuenta con poblaciones Endémicas para México.

CUADRO IV-73 LISTADO POTENCIAL DE MAMÍFEROS PARA EL SAR.

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distribución	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	-	-	LC
		Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	-	-	LC

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distribución	UICN
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	-	-	LC
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	P	-	LC
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla tropical	-	-	LC
		Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	-	-	LC
	Heteromyidae	*Heteromys irroratus*	Ratón espinoso mexicano	-	-	LC
	Erethizontidae	*Sphiggurus mexicanus*	Puerco espín tropical	A	-	LC
	Cricetidae	*Sigmodon toltecus*	Rata algodonera	-	-	LC
		Peromyscus leucopus	Ratón de patas blancas	-	-	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-	-	LC
Chiroptera	Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago gris	-	-	LC
		Saccopteryx bilineata	Murciélago rayado mayor	-	-	LC
	Phyllostomidae	*Anoura geoffroyi*	Murciélago rabón de Geoffroy	-	-	LC
		Artibeus lituratus	Murciélago frugívoro gigante	-	-	LC
		Glossophaga soricina	Murciélago lengüetón	-	-	LC
	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro	-	-	LC
		Tadarida brasiliensis	Murciélago cola suelta	-	-	LC
		Nyctinomops macrotis	Muciélago cola suelta mayor	-	-	LC
	Vespertilionidae	*Myotis nigricans*	Murciélago negro	-	-	LC
		Myotis californicus	Miotis californiano	-	-	LC
		Eptesicus fuscus	Murciélago moreno norteamericano	-	-	LC
		Eptesicus furinalis	Murciélago pardo común	-	-	LC
Canidae	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	LC
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	-	LC
	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja cola larga	-	-	LC
	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-	LC

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distribución	UICN
		Nasua narica	Coatí	-	-	LC
Cetartiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-	-	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.4 Especies de fauna registradas en el SAR

Dentro del Polígono del Sistema Ambiental Regional se registraron 69 especies de fauna silvestre, el mayor número de registros fue el grupo de las aves con 60 especies, seguida por el grupo de reptiles con cinco especies, tres especies de mamíferos y una especie de anfibio.

IV.3.2.4.4.1 Listado de anfibios registrados en el SAR.

Durante la prospección a campo se registró a una especie de anfibio, mismo que se encuentra clasificado en un orden, una familia y un género.

La especie de anfibio registrada en campo, no se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La UICN lo considera bajo la categoría Preocupación menor (LC). No cuenta con poblaciones Endémicas para México.

CUADRO IV-74 LISTADO DE ANFIBIOS REGISTRADOS EN EL SAR.

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	-	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.4.2 Listado de especies de herpetofauna registradas en el SAR.

Durante la prospección a campo se registraron a cinco especies de herpetofauna en el SAR, mismas que se encuentran clasificadas taxonómicamente en dos órdenes, cuatro familias y cinco géneros.

Tres de las especies que se registraron en el SAR se encuentran enlistadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría Sujetas a Protección especial (Pr) se encuentra el **cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), la iguana de cola espinosa del Golfo (*Ctenosaura acanthura*) y la iguana verde (*Iguana iguana*). La UICN considera a todas las especies bajo la categoría Preocupación menor** (LC).

Una de las especies registradas en campo cuenta con poblaciones Endémicas para México, la iguana de cola espinosa del Golfo (*Ctenosaura acanthura*).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-75 LISTADO DE REPTILES REGISTRADOS EN EL SAR.

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	**Cocodrilo de pantano**	**Pr**	**-**	**LC**
Squamata	Anolidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Carine	-	-	LC
	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa del Golfo	Pr	End	LC
		Iguana	Iguana verde	Pr	-	LC
	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa panza rosada	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.4.3 Listado de especies de avifauna registradas en el SAR.

Dentro del SAR se registraron 60 especies de aves, las cuales se encuentran clasificadas taxonómicamente en 14 órdenes, 25 familias y 53 géneros. Las familias con mayor representatividad son Ardeidae y Tyrannidae con siete especies registradas, seguidas de Columbidae con seis, Icteridae con cinco, *Laridae* cuenta con cuatro, *Cathartidae*, *Accipitridae, Hirundinidae* y *Thraupidae* cuentan con tres especies, *Cuculidae*, Phalacrocoracidae y Alcedinidae con dos especies, las especies con menor representatividad son *Anatidae, Rallidae, Recurvirostridae, Ciconiidae, Fregatidae, Pelecanidae, Threskiornithidae, Pandionidae, Picidae, Falconidae, Paridae, Parulidae* y *Turdidae* con una sola especie.

De las especies registradas en campo, cuatro se encuentran enlistadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría Sujetas a Protección especial (Pr) se encuentran la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), la aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*) y la oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*). Mientras que la UICN considera a todas las especies bajo la categoría Preocupación menor (LC). Todas las especies registradas en campo cuentan con amplias distribuciones.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-76 LISTADO DE AVES REGISTRADOS EN EL SAR.

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije ala blanca	S/C	-	LC
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	S/C	-	LC
		Columbina inca	Tórtola cola larga	S/C	-	LC
		Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	S/C	-	LC
		Patagioenas flavirostris	Paloma morada	S/C	-	LC
		Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	S/C	-	LC
		Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	S/C	-	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	S/C	-	LC
		Piaya cayana	Cuclillo canelo	S/C	-	LC
Gruiformes	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón nuca canela	S/C	-	LC
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita americana	S/C	-	LC
	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	S/C	-	LC
		Sternula antillarum	Charrán mínimo	S/C	-	LC
		Thalasseus maximus	Charrán real	S/C	-	LC
		Thalasseus sandvicensis	Charrán de Sandwich	S/C	-	LC
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	-	LC
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	S/C	-	LC
	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejón	S/C	-	LC
		Nannopterum brasilianum	Cormorán neotropical	S/C	-	LC
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	S/C	-	LC
	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	S/C	-	LC
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	S/C	-	LC
		Butorides virescens	Garcita verde	S/C	-	LC
		Egretta caerulea	Garza azul	S/C	-	LC
		Egretta thula	Garza dedos dorados	S/C	-	LC
		Egretta tricolor	Garza tricolor	S/C	-	LC
		Nyctanassa violacea	Grza nocturna corona clara	S/C	-	LC
	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	S/C	-	LC

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	S/C	-	LC
		Cathartes burrovianus	Zopilote sabanero	Pr	-	LC
		Coragyps atratus	Zopilote común	S/C	-	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	S/C	-	LC
		Buteogallus anthracinus	Aguililla-negra menor	Pr	-	LC
		Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	S/C	-	LC
	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	S/C	-	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	S/C	-	LC
		Megaceryle torquata	Martín pescador de collar	S/C	-	LC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero chefe	S/C	-	LC
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	S/C	-	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	S/C	-	LC
		Megarynchus pitangua	Luis pico grueso	S/C	-	LC
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	S/C	-	LC
		Myiozetetes similis	Luis gregario	S/C	-	LC
		Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	S/C	-	LC
		Tyrannus couchii	Tirano silbador	S/C	-	LC
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	S/C	-	LC
	Paridae	*Baeolophus atricristatus*	Carbonero cresta negra	S/C	-	LC
	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrína pecho gris	S/C	-	LC
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina ala aserrada	S/C	-	LC
		Tachycineta albilinea	Golondrina manglera	S/C	-	LC
	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	S/C	-	LC
		Icterus gularis	Bolsero de Altamira	S/C	-	LC
		Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	S/C	-	LC
		Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr	-	LC
		Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	S/C	-	LC
	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	S/C	-	LC
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo café	S/C	-	LC

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador cabeza negra	S/C	-	LC
		Sporophila morelleti	Semillero de collar	S/C	-	LC
		Thraupis abbas	Tangara alas amarillas	S/C	-	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.4.4 Listado de especies de mastofauna para el SAR.

En SAR se registraron a tres especies de mamíferos silvestres, mismos que se encuentran clasificados taxonómicamente en dos órdenes, tres familias y tres géneros.

De las especies registradas en campo, ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Mientras que la UICN considera a todas las especies bajo la categoría Preocupación menor (LC). Todas las especies registradas en campo cuentan con amplias distribuciones.

CUADRO IV-77 LISTADO DE MAMÍFEROS REGISTRADOS EN EL SAR.

Orden	Familia	Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Distr	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	-	-	LC
Carnívora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	LC
	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. Lista Roja de la UICN: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. Endemismo: Dis. Geo: Endémica a México, - no endémica.

IV.3.2.4.5 Comparación de riqueza de especies registradas vs especies potenciales.

El número de especies registradas en el SAR es menor que las especies potenciales para la zona, esto se debe principalmente al periodo de tiempo y del momento en el que se realizó el muestro, conforme a Pineda (2015) menciona en cuanto más tiempo se invierta para registrar a las especies, mayor será la probabilidad de observar más número de especies e individuos. Otra de las problemáticas al realizar periodos de campo cortos es que no se puede analizar porciones significativas de especies raras o especies migrantes (Tyre *et al.* 2003), de igual forma los intemperismo como la lluvia limito el esfuerzo de muestreo.

Con base a lo anterior se tiene que para el Sistema Ambiental Regional se registraron un total de 69 especies de vertebrados, lo que representa el 31% del total de especies potenciales (222 especies).

Anfibios. En el listado potencial se estimó un total de 10 especies de anfibios para el SAR, en la prospección a campo solo se registró a una especie lo que representa el 10% del

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

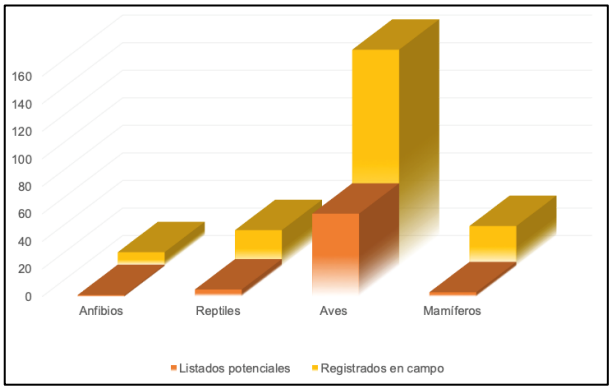
total de especies potenciales. El bajo número de especies para este grupo se debe principalmente a la época de muestreo, ya que la mayor actividad de estas especies es en la época de lluvias estacionales (julio-septiembre), de igual forma evaden las altas temperaturas y se ocultan durante la mayor parte del año.

Reptiles. Dentro del SAR se registraron a cinco especies de reptiles, mismo que equivalen al 19.2% del total de especies potenciales para esta zona (26 especies).

Aves. El grupo de las aves es el que tiene un mayor número de especies potenciales (157 para el SAR), mientras que en la prospección campo se registraron 60 especies lo que representa el 38.2% del total de las especies potenciales para esta zona.

Mamíferos. En el caso de los mamíferos se registraron a tres especies en el SAR, lo que corresponde al 17.2% de especies potenciales para esta zona (29 especies).

ILUSTRACIÓN IV-100 TOTAL DE ESPECIES REGISTRADAS EN CAMPO VS ESPECIES POTENCIALES.



CUADRO IV-78 RIQUEZA DE FAUNA POTENCIAL PARA EL SAR

Grupo	Especies	Porcentaje (%)	Especies endémicas	Especies en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-Semarnat-2010		
				A	P	Pr
Anfibios	10	4.50	0	0	0	2
Reptiles	26	11.71	3	2	0	3
Aves	157	70.72	0	2	0	12
Mamíferos	29	13.06	0	1	1	0
Totales	222	**100**	**3**	**5**	**1**	**17**

CUADRO IV-79RIQUEZA DE FAUNA REGISTRADA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Grupo	Especies	Porcentaje (%)	Especies endémicas	Especies en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-Semarnat-2010		
				A	P	Pr
Anfibios	1	1.44	0	0	0	0
Reptiles	5	7.24	1	0	0	3
Aves	60	86.95	0	0	0	4
Mamíferos	3	4.34	0	0	0	0
Totales	69	**100**	**1**	**0**	**0**	**7**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-101 ESPECIES DE HERPETOFAUNA REGISTRADOS EN EL SAR.



ILUSTRACIÓN IV-102 ESPECIES DE AVIFAUNA REGISTRADAS EN EL SAR.



[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466


Chiricote (*Aramides albiventris*) | Monjita americana (*Himantopus mexicanus*) | Gaviota reidora (*Leucophaeus atricilla*)
Charrán mínimo (*Sternula antillarum*) | Charrán real (*Thalasseus maximus*) | Charrán de Sandwich (*Thalasseus sandvicensis*)
Cigüeña americana (*Mycteria americana*) | Fragata tijereta (*Fregata magnificens*) | Cormorán orejón (*Nannopterum auritum*)


Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) | Garza blanca (*Ardea alba*) | Garza ganadera (*Bubulcus ibis*)


Garcita verde (*Butorides virescens*) | Garza azul (*Egretta caerulea*) | Garza dedos dorados (*Egretta thula*)


Garza tricolor (*Egretta tricolor*) | Garza nocturna corona clara (*Nyctanassa violacea*) | Ibis blanco (*Eudocimus albus*)

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



ILUSTRACIÓN IV-103 ESPECIES DE MASTOFAUNA REGISTRADAS EN EL SAR.

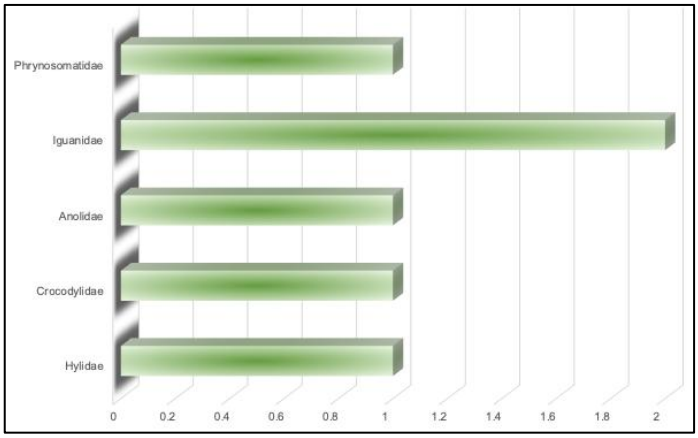


Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.4.6 Riqueza y diversidad

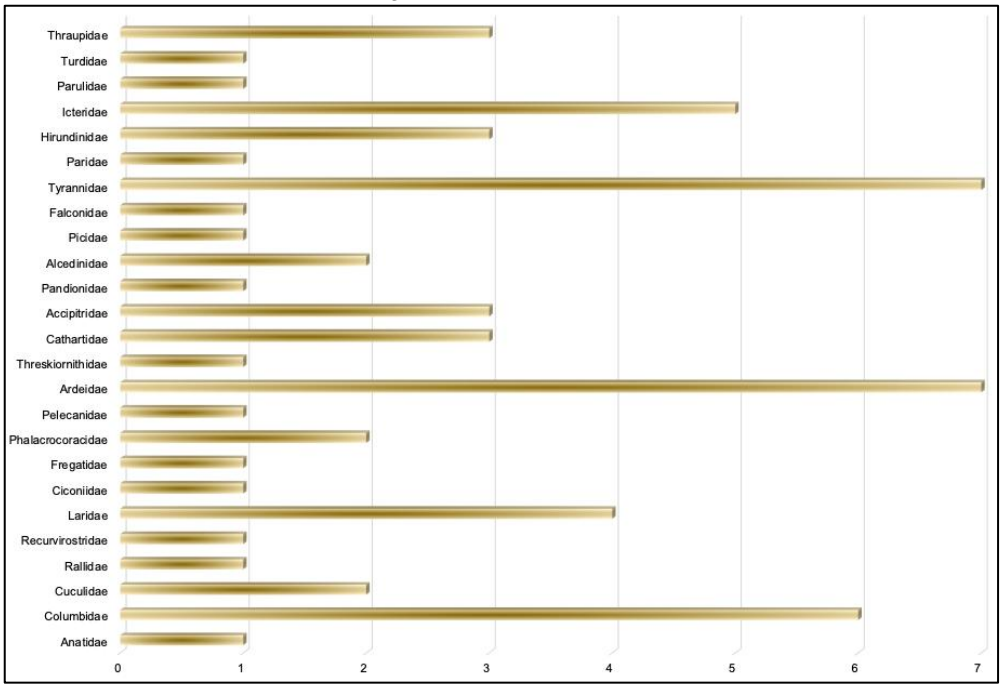
Herpetofauna. Para el SAR, la riqueza específica es de seis especies, una especie de anfibio y cinco de reptiles, la familia con mayor representatividad es Iguanidae con un 33.3% del total de las especies, el resto de las familias cuentan con un 16.6% de ocurrencia.

ILUSTRACIÓN IV-104 RIQUEZA ESPECÍFICA DE HERPETOFAUNA POR FAMILIA



Avifauna. En lo que respecta al SAR, la riqueza específica es de 60 especies de aves, las familias Ardeidae y Tyrannidae tiene el 11.6% del total de las especies, seguida por la familia Columbidae con 10%, la familia Icteridae tiene un 8.3% del total de las especies.

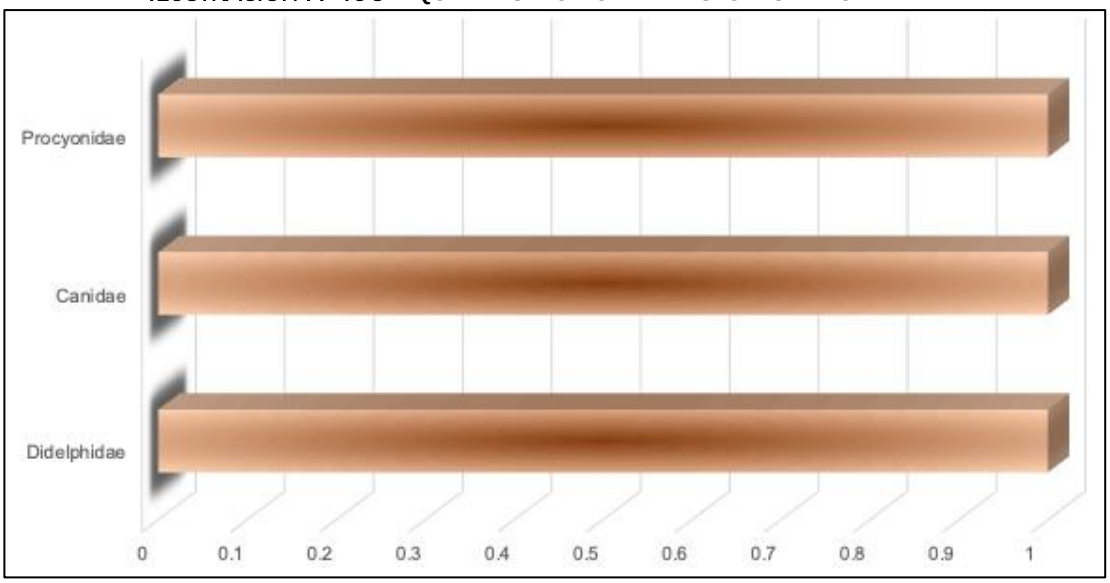
ILUSTRACIÓN IV-105 RIQUEZA ESPECÍFICA DE AVIFAUNA POR FAMILIA



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Mastofauna. Para el grupo de mamíferos la riqueza específica es de tres especies para el Sistema Ambiental Regional, todas las familias cuentan con el 33.3% de representatividad.

ILUSTRACIÓN IV-106 RIQUEZA ESPECÍFICA DE MASTOFAUNA POR FAMILIA



IV.3.2.4.7 Abundancia absoluta

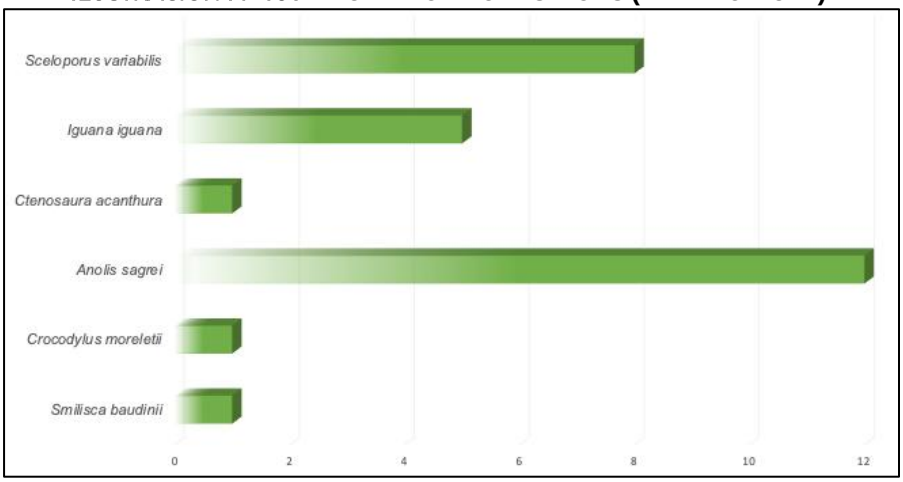
Herpetofauna. Para el SAR se registraron un individuo de anfibio, para el grupo de reptiles se registraron 28 individuos, el abaniquillo pardo del Caribe (*Anolis sagrei*) es la especie más abundante, seguida por la lagartija espinosa panza rosada (*Sceloporus variabilis*).

CUADRO IV-80 ABUNDANCIA OBSERVADA DE HERPETOFAUNA.

Genero/especie	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	1	Rara
Crocodylus moreletii	Cocodrilo de pantano	1	Rara
Anolis sagrei	Abaniquillo pardo del Carine	12	Abundante
Ctenosaura acanthura	Iguana de cola espinosa del Golfo	1	Rara
Iguana	Iguana verde	5	Frecuente
Sceloporus variabilis	Lagartija espinosa panza rosada	8	Frecuente

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-107 ABUNDANCIA POR ESPECIES (HERPETOFAUNA).



Avifauna. Para el SAR se registraron un total de 488 individuos de aves, la especie con mayor representatividad es el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con 59 individuos registrados, seguida por la frajata tijereta (*Fregata magnificens*) con 53 individuos, el pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) tuvo un total de 32 individuos considerándose especies abundantes para la zona.

CUADRO IV-81 ABUNDANCIA OBSERVADA DE AVIFAUNA.

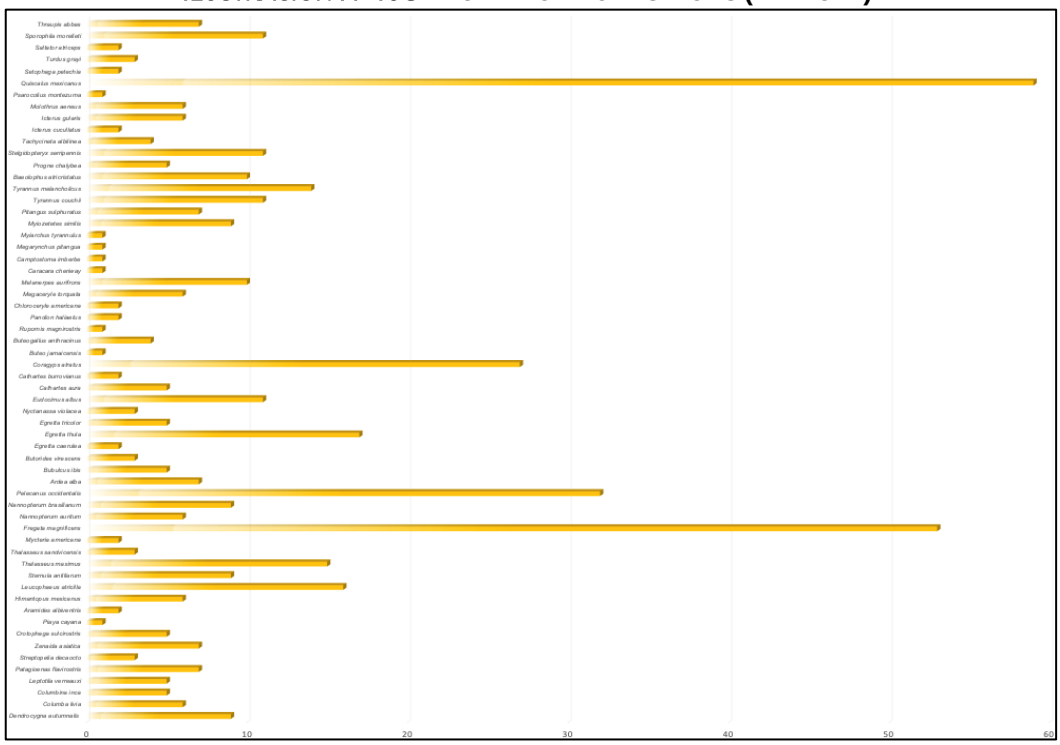
Genero/especie	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Dendrocygna autumnalis	Pijije ala blanca	9	Frecuente
Columba livia	Paloma doméstica	6	Frecuente
Columbina inca	Tórtola cola larga	5	Frecuente
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	5	Frecuente
Patagioenas flavirostris	Paloma morada	7	Frecuente
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	*3*	Rara
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	7	Frecuente
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	5	Frecuente
Piaya cayana	Cuclillo canelo	1	Rara
Aramides albiventris	Rascón nuca canela	2	Rara
Himantopus mexicanus	Monjita americana	6	Frecuente
Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora	16	Abundante
Sternula antillarum	Charrán mínimo	9	Frecuente
Thalasseus maximus	Charrán real	15	Abundante
Thalasseus sandvicensis	Charrán de Sandwich	3	Rara
Mycteria americana	Cigüeña americana	2	Rara
Fregata magnificens	Fragata tijereta	53	Abundante
Nannopterum auritum	Cormorán orejón	6	Frecuente
Nannopterum brasilianum	Cormorán neotropical	9	Frecuente
Pelecanus occidentalis	Pelícano café	32	Abundante
Ardea alba	Garza blanca	7	Frecuente
Bubulcus ibis	Garza ganadera	5	Frecuente
Butorides virescens	Garcita verde	3	Rara
Egretta caerulea	Garza azul	2	Rara
Egretta thula	Garza dedos dorados	17	Abundante

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Genero/especie	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Egretta tricolor	Garza tricolor	5	Frecuente
Nyctanassa violacea	Grza nocturna corona clara	3	Rara
Eudocimus albus	Ibis blanco	11	Abundante
Cathartes aura	Zopilote aura	5	Frecuente
Cathartes burrovianus	Zopilote sabanero	2	Rara
Coragyps atratus	Zopilote común	27	Abundante
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	Rara
Buteogallus anthracinus	Aguililla-negra menor	4	Rara
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	1	Rara
Pandion haliaetus	Águila pescadora	2	Rara
Chloroceryle americana	Martín pescador verde	2	Rara
Megaceryle torquata	Martín pescador de collar	6	Frecuente
Melanerpes aurifrons	Carpintero chefe	10	Abundante
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos	1	Rara
Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño	1	Rara
Megarynchus pitangua	Luis pico grueso	1	Rara
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	1	Rara
Myiozetetes similis	Luis gregario	9	Frecuente
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	7	Frecuente
Tyrannus couchii	Tirano silbador	11	Abundante
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	14	Abundante
Baeolophus atricristatus	Carbonero cresta negra	10	Abundante
Progne chalybea	Golondrína pecho gris	5	Frecuente
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina ala aserrada	11	Abundante
Tachycineta albilinea	Golondrina manglera	4	Rara
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	2	Rara
Icterus gularis	Bolsero de Altamira	6	Frecuente
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	6	Frecuente
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	1	Rara
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	59	Abundante
Setophaga petechia	Chipe amarillo	2	Rara
Turdus grayi	Mirlo café	3	Rara
Saltator atriceps	Saltador cabeza negra	2	Rara
Sporophila morelleti	Semillero de collar	11	Abundante
Thraupis abbas	Tangara alas amarillas	7	Frecuente

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-108 ABUNDANCIA POR ESPECIES (AVIFAUNA).



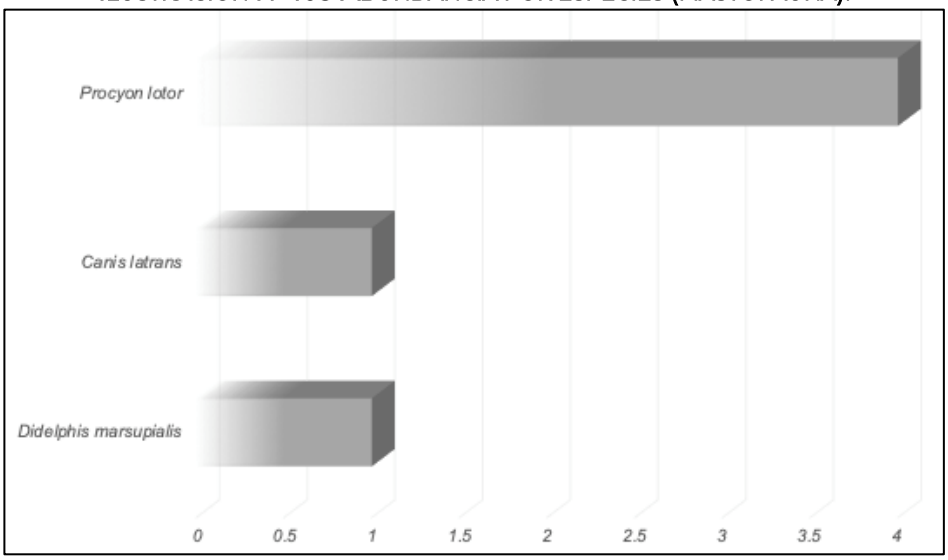
Mastofauna. Para el Sistema Ambiental Regional se registraron un total de seis individuos de mamíferos silvestres, siendo el mapache (*Procyon lotor*) la especie con mayor abundancia (cuatro individuos registrados.)

CUADRO IV-82 ABUNDANCIA OBSERVADA DE MASTOFAUNA.

Genero/especie	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	1	Rara
Canis latrans	Coyote	1	Rara
Procyon lotor	Mapache	4	Frecuente

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-109 ABUNDANCIA POR ESPECIES (MASTOFAUNA).



IV.3.2.4.8 Diversidad de especies

Diversidad de herpetofauna. Para el Sistema Ambiental Regional se considera una diversidad media – baja con un índice de 1.385, y una riqueza de seis especies. El índice de diversidad Simpson tiene un valor de 0.756 el cual infiere que existen especies con mayor representatividad en el SAR como es el abaniquillo pardo del Caribe (*Anolis sagrei*). Conforme a los resultados del índice de Equidad (J) tiene un valor de 0.848 existiendo especies mejor representadas a lo largo del SAR. El índice de Margalef tuvo un resultado de 1.395 considerándose como una diversidad baja.

CUADRO IV-83 ÍNDICE DE SHANNON-WIENER PARA REPTILES DEL SAR.

Especies	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Smilisca baudinii	1	0.035714286	3.33220451	0.119007304
Crocodylus moreletii	1	0.035714286	3.33220451	0.119007304
Anolis sagrei	12	0.428571429	0.84729786	0.363127654
Ctenosaura acanthura	1	0.035714286	3.33220451	0.119007304
Iguana	5	0.178571429	1.722766598	0.307636892
Sceloporus variabilis	8	0.285714286	1.252762968	0.357932277
Riqueza S = 6	28	1		**1.385**
			S-1D	**0.756**
			Equidad (J)	**0.848**
			Margalef	**1.395**

Diversidad de Avifauna. Para el caso de las aves registradas, el SAR se considera con una diversidad alta, contando con una riqueza de 60 especies y un índice de diversidad de 3.566.

El índice de Simpson arrojo un resultado de 0.954, considerándose alto, la mayor parte de las especies registradas cuentan con dominancias similares, sin embargo, el zanate

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

mexicano (*Quiscalus mexicanus*) tiene un mayor número de individuos. Conforme al índice de Equidad (J) el SAR conto con un valor de 0.871, existiendo especies que tienen mayor abundancia.

El índice de Margalef tuvo un resultado de 9.531, considerándose alto se puede inferir que en la zona existe una alta riqueza de especies de aves.

CUADRO IV-84 ÍNDICE DE SHANNON-WIENER PARA AVES DEL SAR.

Especies	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Dendrocygna autumnalis	9	0.018442623	3.993090829	0.073643069
Columba livia	6	0.012295082	4.398555937	0.054080606
Columbina inca	5	0.010245902	4.580877493	0.04693522
Leptotila verreauxi	5	0.010245902	4.580877493	0.04693522
Patagioenas flavirostris	7	0.014344262	4.244405257	0.060882862
Streptopelia decaocto	*3*	0.006147541	5.091703117	0.031301454
Zenaida asiatica	7	0.014344262	4.244405257	0.060882862
Crotophaga sulcirostris	5	0.010245902	4.580877493	0.04693522
Piaya cayana	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Aramides albiventris	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Himantopus mexicanus	6	0.012295082	4.398555937	0.054080606
Leucophaeus atricilla	16	0.032786885	3.417726684	0.112056613
Sternula antillarum	9	0.018442623	3.993090829	0.073643069
Thalasseus maximus	15	0.030737705	3.482265205	0.10703684
Thalasseus sandvicensis	3	0.006147541	5.091703117	0.031301454
Mycteria americana	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Fregata magnificens	53	0.108606557	2.220023492	0.241109109
Nannopterum auritum	6	0.012295082	4.398555937	0.054080606
Nannopterum brasilianum	9	0.018442623	3.993090829	0.073643069
Pelecanus occidentalis	32	0.06557377	2.724579503	0.178660951
Ardea alba	7	0.014344262	4.244405257	0.060882862
Bubulcus ibis	5	0.010245902	4.580877493	0.04693522
Butorides virescens	3	0.006147541	5.091703117	0.031301454
Egretta caerulea	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Egretta thula	17	0.034836066	3.357102062	0.116948228
Egretta tricolor	5	0.010245902	4.580877493	0.04693522
Nyctanassa violacea	3	0.006147541	5.091703117	0.031301454
Eudocimus albus	11	0.022540984	3.792420133	0.08548488

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Especies	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Cathartes aura	5	0.010245902	4.580877493	0.04693522
Cathartes burrovianus	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Coragyps atratus	27	0.055327869	2.89447854	0.160145329
Buteo jamaicensis	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Buteogallus anthracinus	4	0.008196721	4.804021045	0.039377222
Rupornis magnirostris	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Pandion haliaetus	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Chloroceryle americana	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Megaceryle torquata	6	0.012295082	4.398555937	0.054080606
Melanerpes aurifrons	10	0.020491803	3.887730313	0.079666605
Caracara cheriway	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Camptostoma imberbe	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Megarynchus pitangua	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Myiarchus tyrannulus	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Myiozetetes similis	9	0.018442623	3.993090829	0.073643069
Pitangus sulphuratus	7	0.014344262	4.244405257	0.060882862
Tyrannus couchii	11	0.022540984	3.792420133	0.08548488
Tyrannus melancholicus	14	0.028688525	3.551258076	0.101880355
Baeolophus atricristatus	10	0.020491803	3.887730313	0.079666605
Progne chalybea	5	0.010245902	4.580877493	0.04693522
Stelgidopteryx serripennis	11	0.022540984	3.792420133	0.08548488
Tachycineta albilinea	4	0.008196721	4.804021045	0.039377222
Icterus cucullatus	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Icterus gularis	6	0.012295082	4.398555937	0.054080606
Molothrus aeneus	6	0.012295082	4.398555937	0.054080606
Psarocolius montezuma	1	0.00204918	6.190315406	0.012685073
Quiscalus mexicanus	59	0.120901639	2.112777962	0.255438319
Setophaga petechia	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Turdus grayi	3	0.006147541	5.091703117	0.031301454
Saltator atriceps	2	0.004098361	5.497168225	0.022529378
Sporophila morelleti	11	0.022540984	3.792420133	0.08548488
Thraupis abbas	7	0.014344262	4.244405257	0.060882862
Riqueza S = 60	488	1		**3.566**
			S-1D	**0.954**
			Equidad (J)	**0.871**
			Margalef	**9.531**

Diversidad de Mastofauna. Para el SAR la diversidad se puede considerar baja con un índice de 0.867 y una riqueza de tres especies.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Conforme al índice de diversidad Simpson para el SAR se obtuvo un resultado de 0.50, se puede inferir que la mayor parte de las especies se encuentran igualmente representadas en la zona.

Conforme a los resultados del índice de Equidad (J) el SAR conto con un valor de 0.789, existiendo una uniformidad alta entre las especies registradas.

El índice de Margalef tuvo un resultado de 1.116 considerándose bajo.

CUADRO IV-85 ÍNDICE DE SHANNON-WIENER PARA AVES DEL SAR.

Especies	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Didelphis marsupialis	1	0.166666667	1.791759469	0.298626578
Canis latrans	1	0.166666667	1.791759469	0.298626578
Procyon lotor	4	0.666666667	0.405465108	0.270310072
Riqueza S = 3	6	1		**0.867**
			S-1D	**0.5**
			Equidad (J)	**0.789**
			Margalef	**1.116**

IV.3.2.4.9 Modelos de nicho ecológico

Se consideran como especies prioritarias para conservar aquellas catalogadas como en peligro de extinción y después a las que no están consideradas como tal pero que presentan características que las hacen inherentemente vulnerables. En este esquema de priorización, la mayor jerarquía se otorga a las especies endémicas de distribución restringida, seguidas de las endémicas de distribución amplia y las no endémicas de distribución restringida, aunque todavía no se considere a estas últimas oficialmente en riesgo. Dada su distribución limitada, tales especies son más susceptibles a la extinción (Gaston y Blac-kburn, 1996 en Santos-Barrera et al., 2004).

Los modelos predictivos sobre el Nicho Ecológico de las especies se basan en el análisis de las condiciones ambientales de los sitios con presencias conocidas. Las implicaciones de este tipo de técnicas, basándose en las condiciones ambientales de los sitios de ocurrencia conocida, constituye una técnica importante en la biología, con implicaciones y aplicaciones en la conservación y planeación de Áreas Naturales Protegidas (Monterrubio, 2009).

Actualmente la CONABIO en México reconoce el uso de los modelos de nicho ecológico como una herramienta de suma utilidad para el conocimiento de la biodiversidad y para predecir las dinámicas poblacionales presentes y futuras. CONABIO ha publicado mapas a nivel nacional para anfibios, reptiles, aves y mamíferos mostrando claramente que la mayor concentración de especies se encuentra en el este y sureste del país, en los estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas (Koleff *et al.,* 2008).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Debido a la importancia de identificar con mayor precisión zonas de concentración de especies endémicas, especies protegidas y tipos de vegetación que cuentan con la mayor riqueza, recientemente se ha implementado el uso de los modelos de áreas de distribución potencial de especies que permitan llegar más allá que aquellos análisis basados solo en datos de colecciones (Koleff *et al.,* 2008).

Los modelos de distribución potencial, en el marco del concepto de nicho (Ceballos, 2008), junto con las bases de datos de registros georreferenciados y cartografía del medio físico son la base para los análisis de vacíos y omisiones de información (Koleff *et al.* 2009). En general esta herramienta permite evaluar el riesgo de extinción de especies, reintroducción, cambio climático y planeación de la conservación (Peterson *et al.* 2011) y determinar la riqueza potencial de una zona o región (Graham y Hijmans, 2006).

Para conocer el concepto de Nicho en el año de 1957 Hutchinson lo define como un espacio de "N" dimensiones, donde cada dimensión representa la respuesta de una especie a la variación de una determinada variable. Las variables son independientes unas de otras y estarían representadas por todas aquellas condiciones ambientales y recursos que afectan al rendimiento de las especies en un determinado instante de tiempo.

Se utiliza el enfoque de máxima entropía (MAXENT) para modelar el nicho ecológico y predecir la distribución potencial de las especies que conforman la fauna reportada para el Área de influencia del Proyecto.

Feria-Arroyo *et al.* (2013) señala que el algoritmo más utilizado para modelar nicho ecológico por investigadores mexicanos es MaxEnt que es empleado en un 87%, seguido del Garp empleado en un 50%, estos algoritmos se han empleado en investigación sobre el efecto que tiene el cambio climático en las aves de México.

En general, MAXENT identifica asociaciones no aleatorias entre presencias conocidas de cada una de las especies y características ambientales, en una determinada área de estudio, para generar un modelo de nicho ecológico (es decir, un conjunto de condiciones ecológicas habitables por la especie); luego MAXENT identifica el conjunto de tales condiciones en el área de estudio y produce un mapa de presencia-ausencia.

MAXENT ha sido utilizado ampliamente para estimar la distribución potencial de los grupos de fauna terrestres con una gran precisión (Anderson *et al.* 2002; Peterson *et al.* 2002).

Las capas ambientales fueron obtenidas de la base de datos de WorldClim (http://www.worldclim.org,) Esta base contiene datos climáticos que corresponde a capas climáticas globales (grids de 20 X 20 km), con una resolución de 1 km, obtenidas de la interpolación de los registros de las estaciones climáticas de 1950-2000 procedentes de diversas fuentes a nivel global, regional, nacional y local. Las variables bioclimáticas son 19 derivadas, además de elevación, pendiente y aspecto.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

CUADRO IV-86 VARIABLES CLIMÁTICAS UTILIZADAS PARA MODELO DE NICHO ECOLÓGICO.

Variables climáticas (WorldClim 1.4; Hijmans *et al.* 2005)
1. Temperatura promedio anual (°C)
2. Oscilación diurna de la temperatura (°C)
3. Isotermalidad (°C)
4. Estacionalidad de la temperatura (°C)
5. Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C)
6. Temperatura mínima promedio del periodo más frio (°C)
7. Oscilación anual de la temperatura (°C)
8. Temperatura promedio del trimestre más lluvioso (°C)
9. Temperatura promedio del trimestre más seco (°C)
10. Temperatura promedio del trimestre más cálido (°C)
11. Temperatura promedio del trimestre más frio (°C)
12. Precipitación anual (mm)
13. Precipitación del periodo más lluvioso (mm)
14. Precipitación del periodo más seco (mm)
15. Estacionalidad de la precipitación (mm)
16. Precipitación del trimestre más lluvioso (mm)
17. Precipitación del trimestre más seco (mm)
18. Precipitación del trimestre más cálido (mm)
19. Precipitación del trimestre más frio (mm)

Las capas bioclimáticas fueron cargadas en formato ASCII y los datos de presencia con el nombre de la especie y coordenadas en decimales se guardaron en formato CSV. Se mantuvieron los valores predeterminados con un umbral de convergencia = 10^{-5} y con 500 interacciones. El formato de salida del modelo fue la extensión.bil que permite ser visualizado en el SIG y de esta forma comparar el resultado con el polígono de estudio.

IV.3.2.4.9.1 Especies clave para el modelo de nicho ecológico.

La tolerancia biológica a los distintos parámetros ambientales es un aspecto clave para definir los factores que determinan la distribución geográfica de las especies, y representa además un indicador adecuado para poder determinar de manera indirecta el tipo de taxá que pueden estar presentes en una localidad (Bonilla *et al.,* S/A).

Se modelaron las especies de vertebrados que se encuentran dentro de alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se tomaron en cuenta estas especies por tener un mayor enfoque de estudio, y según con Paredes-García *et al.,* 2011, este tipo de especies se encuentran presentes dentro de las ANP. Algunos de los criterios que se tomaron en cuenta para seleccionar a estas especies fueron su riesgo de extinción, la factibilidad de recuperarlas y manejarlas, los posibles efectos adicionales que produciría su conservación directa (por ejemplo, la conservación de otras especies o hábitat) y su valor por ser especies carismáticas (SEMARNAT 2005).

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.4.9.2 Importancia de las especies de herpetofauna

Los anfibios y reptiles juegan un papel fundamental, tanto en el aspecto ecológico, como en el aspecto social. Algunas de estas especies son consideradas importante controladores poblaciones de roedores e insectos, de igual forma su importancia representa un valor de uso directo en cuestiones de salud pública, como es la creación de medicamentos con base en algunos venenos de serpientes (Tay 2002).

Los anfibios y reptiles como modelos de estudio tienen gran importancia debido al rol que desempeñan en el mantenimiento de la diversidad, considerando sus espacios reducidos de ámbito hogareño, características fisiológicas, ciclos vitales, modos reproductivos y la sensibilidad a diferentes tipos de perturbaciones, permiten utilizarlos como indicadores de calidad ambiental (Soto 2009). Algunas especies de reptiles, por sus características fisiológicas y biológicas, son muy sensibles a las modificaciones que se dan en el medio natural y por eso son organismos ideales para detectar los efectos de la perdida de hábitat de manera temporal y espacial (Carvajal, Urbina 2008).

Para el presente proyecto, se realizaron Modelos de Nicho Ecológico de ocho especies de herpetofauna, dos especies de anfibios (especies potenciales), y seis especies de reptiles tres especies registradas en campo y tres especies potenciales.

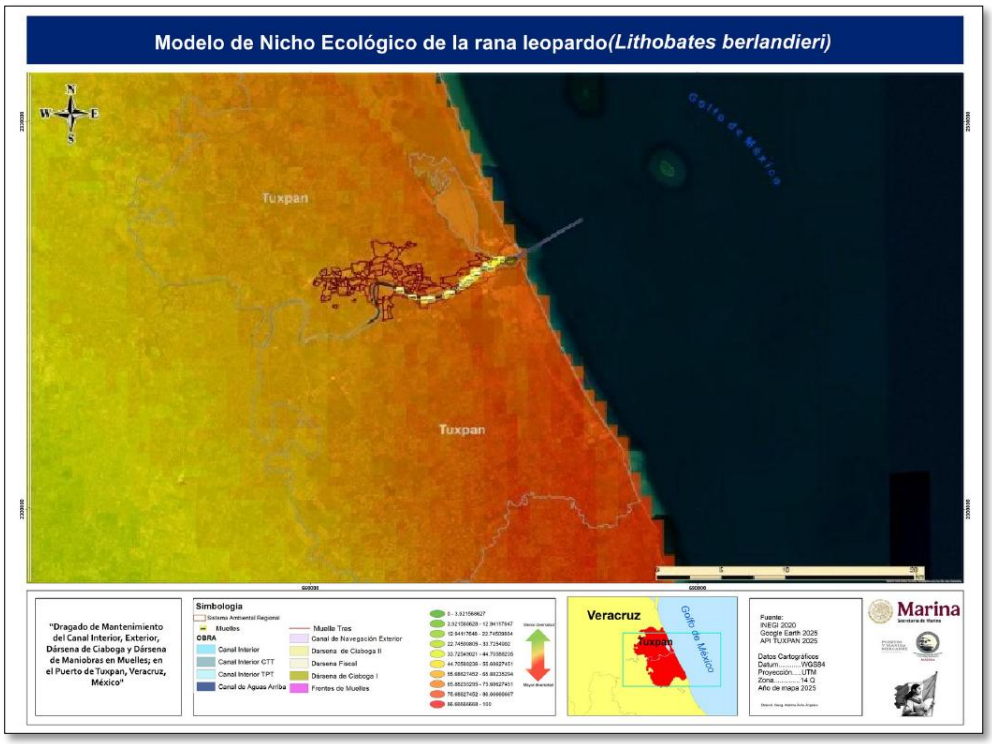
CUADRO IV-87 ESPECIES DE HERPETOFAUNA CON MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO.

Especie	Nombre común	NOM-059	Presencia SAR	Observaciones
Lithobates berlandieri	Rana leopardo	Pr	Alta 65.88 – 77.68	Especie potencial
Gastrophryne elegans	Sapo boca angosta elegante	Pr	Media 28- - 39	Especie potencial
Crocodylus moreletii	Cocodrilo de pantano	Pr	Media 46.66 – 57.64	Especie registrada en campo
Laemanctus serratus	Lemacto coronado	Pr	Media 66.66 – 77.64	Especie potencial
Ctenosaura acanthura	Iguana de cola espinosa del Golfo	Pr	Media 57.64 – 71.76	Especie registrada en campo
Iguana	Iguana verde	Pr	Alta 78.82 – 89.90	Especie registrada en campo
Leptophis mexicanus	Culebra perico mexicana	A	Media baja 55.68 – 66.66	Especie potencial
Thamnophis proximus	Culebra listonada occidental	A	Alta 78.82 – 88.62	Especie potencial

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Conforme al MNE para la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) especie potencial, tiene una probabilidad alta 65.88-77.68% de registrarse en el SAR en especial en la zona sur.

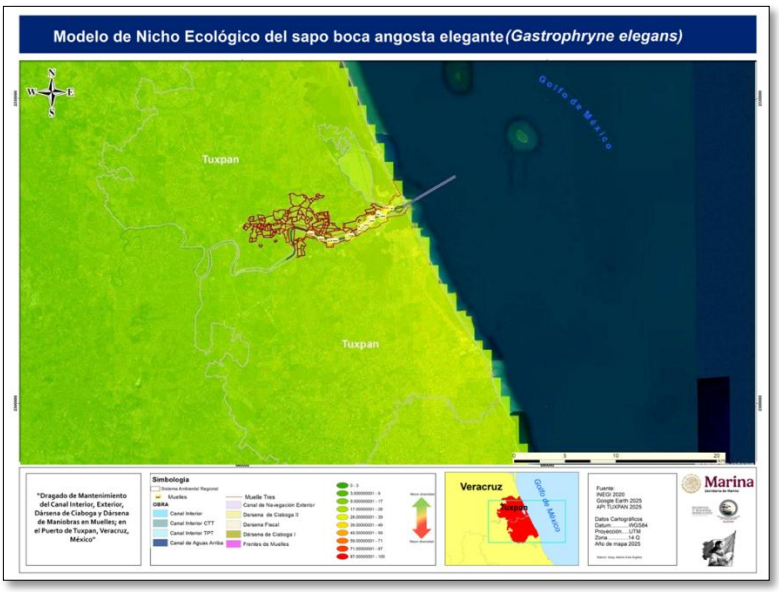
MAPA IV-30 MNE DE LA RANA LEOPARDO (*LITHOBATES BERLANDIERI*).



Conforme al MNE el sapo de boca angosta elegante (*Gastrophryne elegans*), tiene una probabilidad media 28-39 % de registrarse en el SAR.

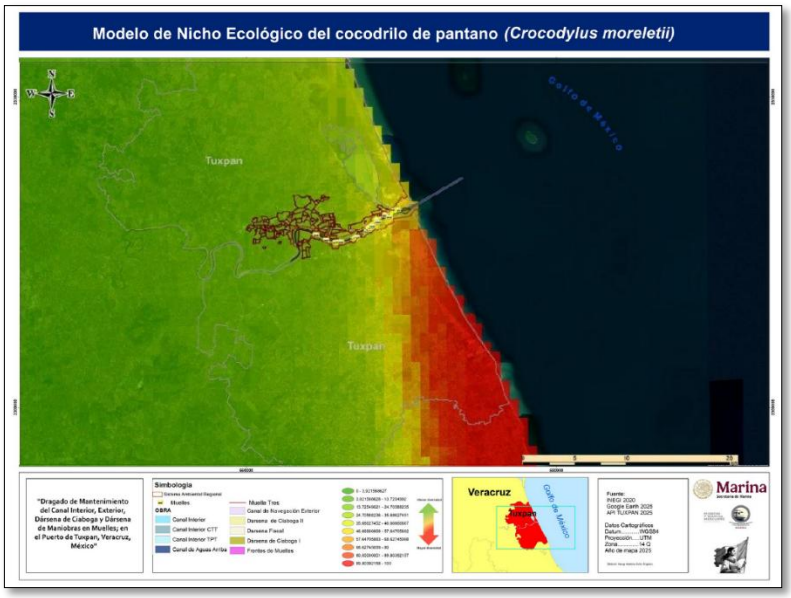
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-31 MNE DEL SAPO DE BOCA ANGOSTA ELEGANTE (GASTROPHRYNE ELEGANS).



Para el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) la probabilidad de ocurrencia en el SAR es media con un 46.66 -57.64%, sin embargo, durante la prospección a campo solo se pudo observar un ejemplar en la zona sureste del SAR en la zona de manglar, sin embargo, la zona de mayor presencia de esta especie se encuentra en los manglares mejor conservados que se encuentran al sur constatando esto en campo pues en esta zona se observaron un mayor número de individuos.

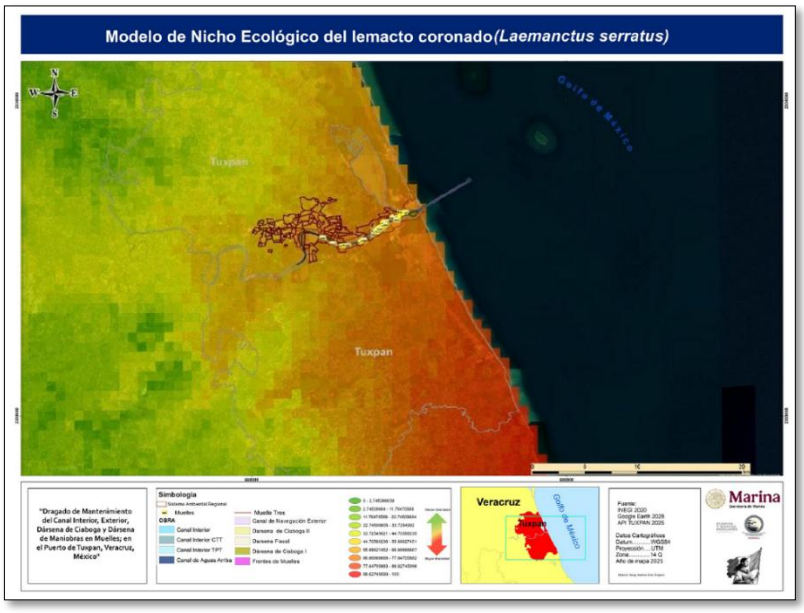
MAPA IV-32 MNE DEL COCODRILO DE PANTANO (CROCODYLUS MORELETII)



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

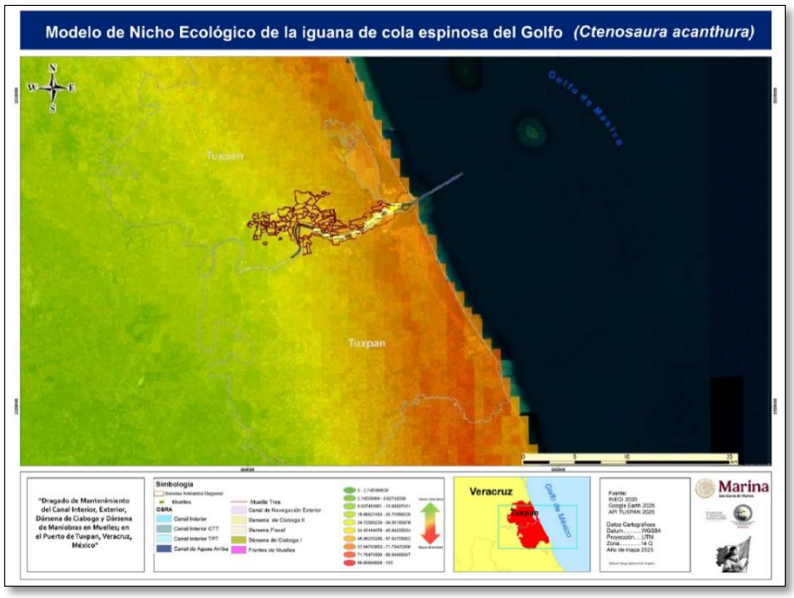
El lemacto coronado (*Laemanctus serratus*) tiene una probabilidad de ocurrencia en el SAR media con un 66.66 – 76.64%, conforme al MNE se puede observar que esta especie se puede observar al sur de los manglares.

MAPA IV-33 MNE DEL LEMACTO CORONADO (LAEMANCTUS SERRATUS).



Conforme al MNE se observa que la iguana de cola espinosa del Golfo (*Ctenosaura acanthura*) tiene una probabilidad media de registrarse en el SAR con un porcentaje e 57.64 – 71.76%, en campo solo se pudo identificar a un individuo de esta especie.

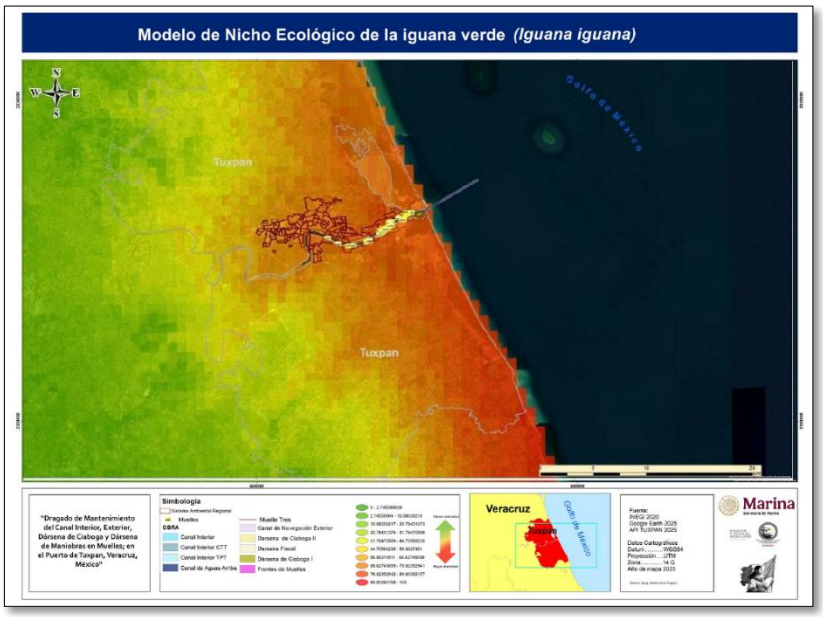
MAPA IV-34MNEDE LA IGUANA DE COLA ESPINOSA DEL GOLFO (CTENOSAURA ACANTHURA).



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

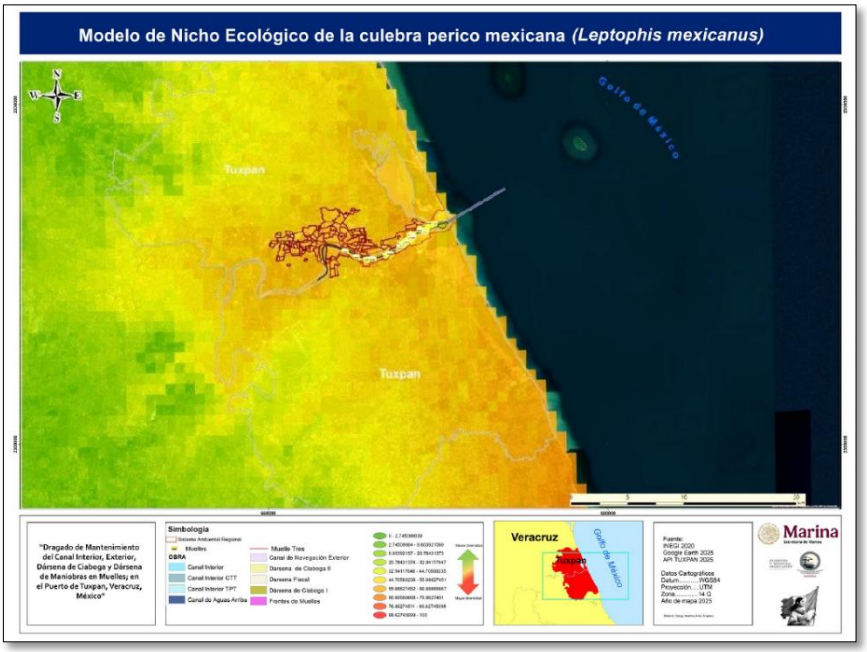
Conforme al MNE se observa que la iguana verde (*Iguana iguana*) tiene una probabilidad alta de registrarse en el SAR con una probabilidad de 78.82 – 89.90%, en campo solo se pudieron identificar a cinco individuos.

MAPA IV-35 MODELO DE NICHO ECOLÓGICO DE LA IGUANA VERDE (IGUANA IGUANA).



Conforme al MNE para la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*) tiene una probabilidad media de registrarse en el SAR con una probabilidad de 55.68 – 66.66%, la zona de mayor confort se encuentra en los manglares al sur del SAR.

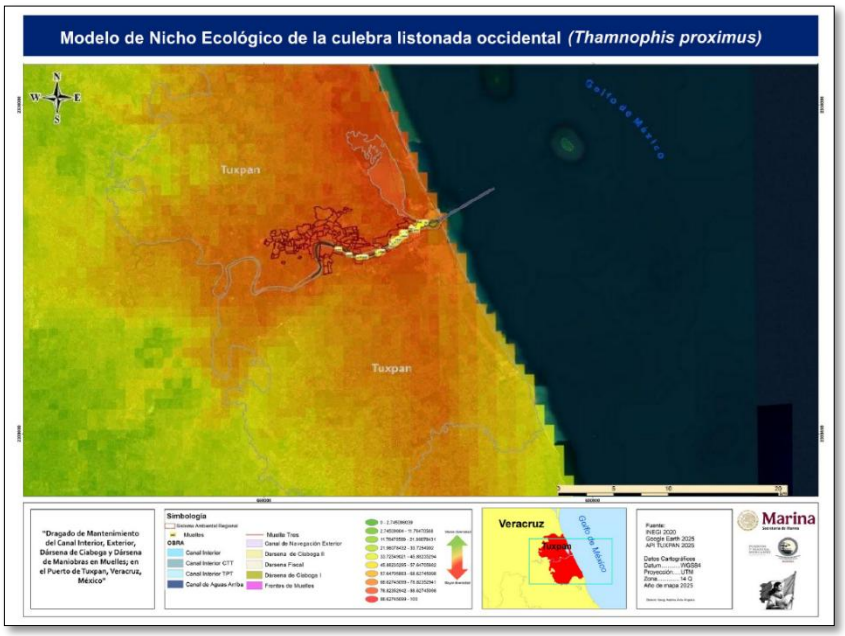
MAPA IV-36 MNE DE LA CULEBRA PERICO MEXICANA (LEPTOPHIS MEXICANUS).



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Para la culebra listonada occidental (*Thamnophis proximus*) la probabilidad de ocurrencia en el SAR es alta con un valor de 78.82 – 88.62%.

MAPA IV-37 MNE DE LA CULEBRA LISTONADA OCCIDENTAL (*THAMNOPHIS PROXIMUS*)



IV.3.2.4.9.3 Importancia de las especies de avifauna

Las aves representan una de las especies de mayor importancia en las dinámicas de los ecosistemas, ya que cumplen funciones ecológicas como la dispersión de semillas, y la polinización en las plantas, lo cual es de gran importancia para asegurar la variabilidad genética y la reproducción en una amplia área del ecosistema. También, cumplen funciones como controladoras de poblaciones de otros animales, como insectos, reptiles, peces y mamíferos; como también de limpiar el ecosistema de cadáveres en descomposición para así evitar la proliferación de agentes patógenos al interior de éste (Berlanga, 2010).

Para el presente proyecto, se realizaron Modelos de Nicho Ecológico para cuatro especies de aves, que se encuentran enlistadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CUADRO IV-88 ESPECIES DE AVIFAUNA CON MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO.

Especie	Nombre común	NOM-059	Presencia SAR	Observaciones
Mycteria americana	Cigüeña americana	Pr	Baja 9.80 – 18.82	Especie registrada en campo
Cathartes burrovianus	Zopilote sabanero	Pr	Baja 8.62 – 18.82	Especie registrada en campo
Buteogallus anthracinus	Aguililla-negra menor	Pr	Alta 71.76 – 85.88	Especie registrada en campo
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr	Baja 20.78 – 33.72	Especie registrada en campo

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

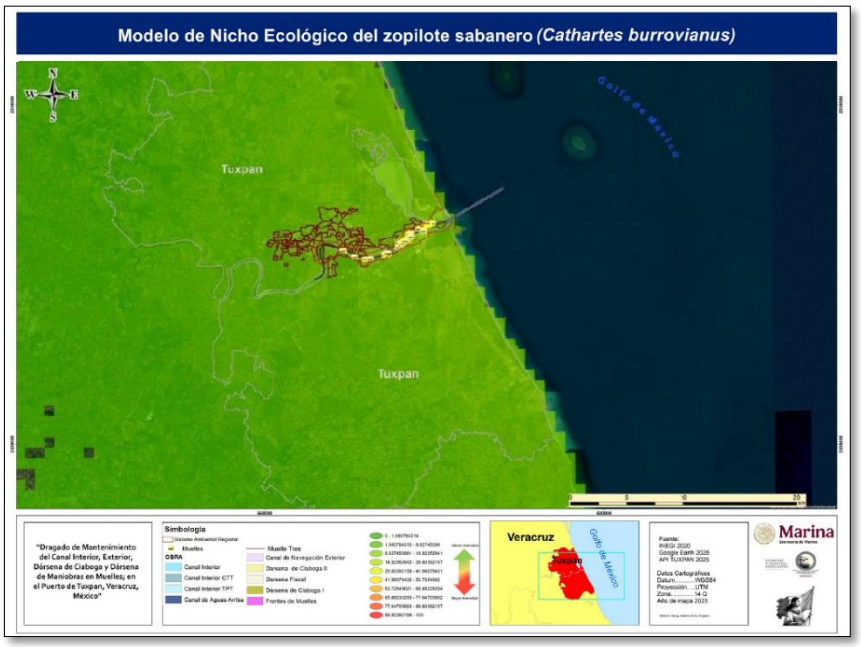
Como se puede observar en el Modelo de Nicho Ecológico para la cigüeña americana (*Mycteria americana*) la probabilidad de presencia en el SAR es baja con un valor de 9.80 – 18.82%, en campo solo se registró a un individuo de esta especie.

MAPA IV-38 MNE DE LA CIGÜEÑA AMERICANA (*MYCTERIA AMERICANA*).



Para el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*) el MNE predijo una baja presencia en el SAR con una probabilidad de 8.62-18.82%, en campo solo se registró a un individuo.

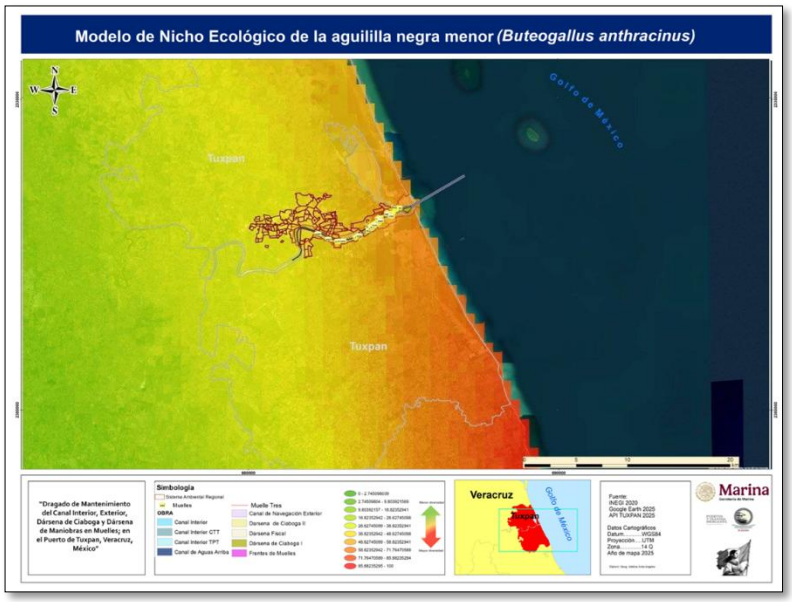
MAPA IV-39 MNE DEL ZOPILOTE SABANERO (CATHARTES BURROVIANUS).



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

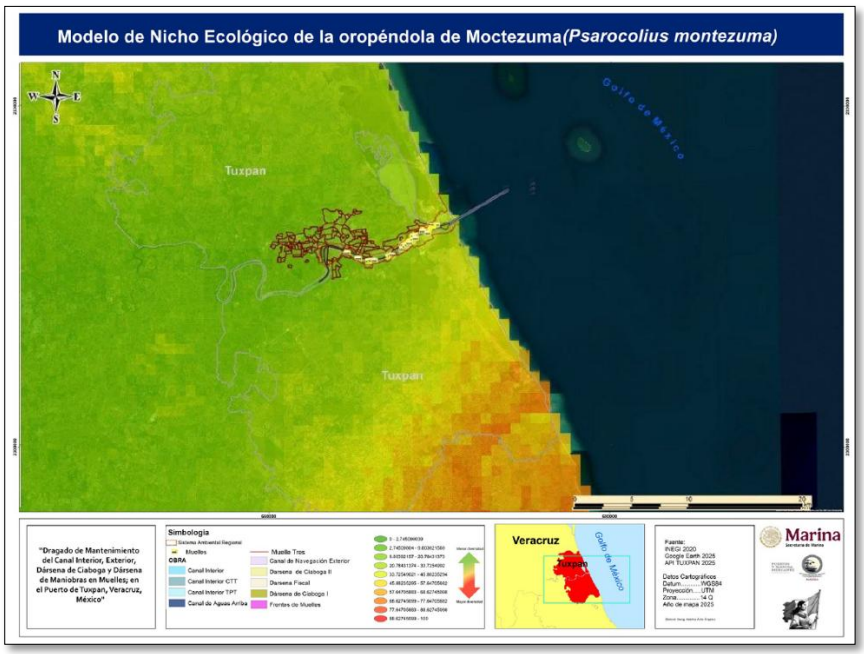
Conforme al MNE la aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*) tiene una probabilidad alta de encontrarse en el SAR con un valor de 71.76 – 85.8%, durante la prospección a campo se registraron a cuatro individuos de esta especie.

MAPA IV-40 MNE DE LA AGUILILLA NEGRA MENOR (BUTEOGALLUS ANTHRACINUS).



Para la oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*) la probabilidad de ocurrencia en el SAR es baja con una 20.78 – 33.72%, durante la prospección a campo solo se registró a un individuo de esta especie.

MAPA IV-41 MNE DE LA OROPÉNDOLA DE MOCTEZUMA (PSAROCOLIUS MONTEZUMA).



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.4.9.4 Importancia de las especies de mastofauna

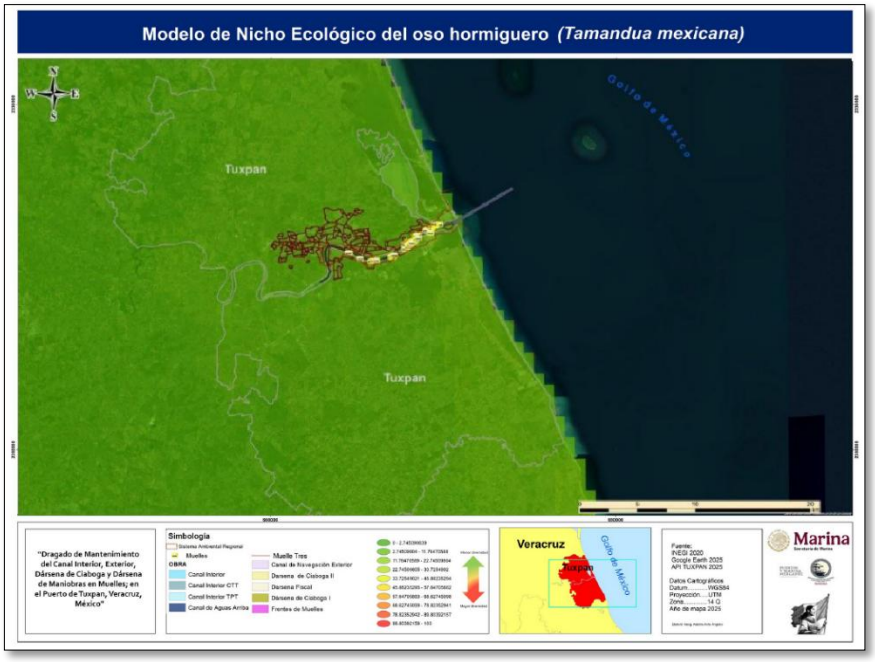
Para el presente proyecto, se realizaron Modelos de Nicho Ecológico para dos especies de mamíferos que se encuentran enlistadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CUADRO IV-89 ESPECIES DE MASTOFAUNA CON MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO.

Especie	Nombre común	NOM-059	Presencia SAR	Observaciones
Tamandua mexicana	Oso hormiguero	P	Baja 2.74 – 11.76	Especie potencial
Sphiggurus mexicanus	Puerco espín tropical	A	Baja 11.76 – 22.74	Especie potencial

Conforme al MNE para el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) la probabilidad de ocurrencia en el SAR es baja con un valor de 2.74 – 11.76%.

MAPA IV-42 MNE DEL OSO HORMIGUERO (TAMANDUA MEXICANA).



Para el puerco espín tropical (*Sphiggurus mexicanus*) la probabilidad de registrarse en el SAR es baja con 11.76 – 22.74%.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

MAPA IV-43 MNE DEL PUERCO ESPÍN TROPICAL (SPHIGGURUS MEXICANUS).



IV.3.2.4.10 Estacionalidad de aves

Las aves migratorias conforman un grupo particularmente sensible a los cambios de hábitat, pues dependen de un limitado número de sitios de alimentación y descanso durante sus largas migraciones entre las áreas reproductivas y las de invernada, donde se concentran en grandes cantidades en un momento dado (Myers et al. 1987). Durante sus escalas migratorias, utilizan hábitats altamente productivos, ejemplo de ellos comunidades bentónicas de las que dependen para su alimentación (Blanco y Canevari 1995).

Del total de especies registradas en el SAR, se identificaron tres tipos de estacionalidad:

- Residentes
- Migratoria de Invierno
- Migratoria de Verano
- Transitorio

La mayoría de las especies llevan a cabo movimientos de diferente magnitud como parte de sus actividades diarias, ejemplo de ello tenemos la búsqueda de alimento esto conlleva a los individuos de una especie de un lugar a otro, y lo mismo sucede con la búsqueda de parejas sexuales, refugios temporales o permanentes, o para escapar de los depredadores (Naranjo et al 2012).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

La migración involucra el desplazamiento persistente de una población o de un grupo de individuos de la misma especie, el cual tiene una duración y alcance muy superiores a las que tienen normalmente aquellos movimientos que se efectúan para la dispersión de individuos juveniles, para el mantenimiento de un territorio o durante los recorridos rutinarios alrededor de un ámbito hogareño (Naranjo et al 2012).

A pesar de que el patrón de migración con el que estamos más familiarizados comprende el movimiento de las poblaciones norte-sur, no todas las especies lo siguen. A los movimientos norte-sur se les llama migración latitudinal y son los desarrollados por la mayoría de las especies que viven en las latitudes situadas al norte, como la gran variedad de aves playeras y gorriones de Norteamérica, o muy al sur, como las especies de aves que habitan en el extremo sur de Sudamérica.

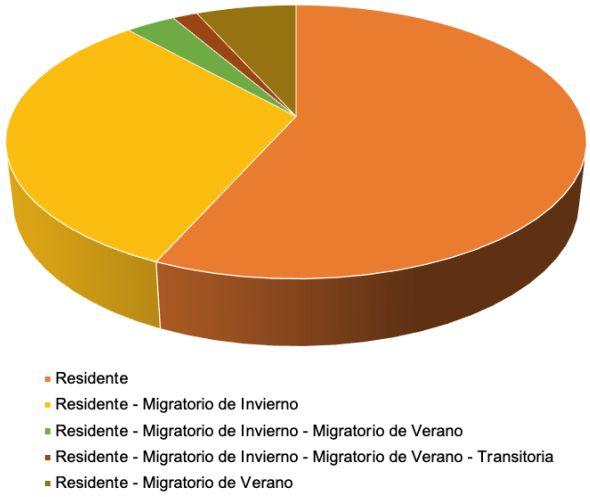
Un segundo patrón lo constituye la migración longitudinal y es realizado en dirección este-oeste, siendo practicado por algunas aves que se mueven de las regiones centrales de los continentes, de clima más extremoso, hacia las costas. Por último, se presenta la migración altitudinal que es realizada por algunas especies que se mueven arriba o abajo de las montañas de manera estacional, ya sea siguiendo algún tipo de recurso como lo hacen varias especies de colibrí en Costa Rica que siguen a las flores o los arroceros que se mueven siguiendo las semillas, o evitando las temperaturas rigurosamente bajas de la cumbre de las altas montañas.

De las especies potenciales de aves 17 se consideran Migratorio de Invierno lo que corresponde al 10.82%, tres especies se consideran Migratorio de Invierno - Migratorio de Verano 1.91%, una especie se considera Migratorio de Verano (lo que corresponde al 0.63% del total de especies), 78 especies son Residentes 49.68%, 38 especies se consideran Residente - Migratorio de Invierno 24.20%, seis especies se consideran Residente - Migratorio de Invierno - Migratorio de Verano 3.8%2%, dos especies se consideran Residente - Migratorio de Invierno - Migratorio de Verano – Transitoria 1.27%, una especie es Residente - Migratorio de Invierno – Transitoria (0.63%), tres especies se consideran Residente - Migratorio de Verano y Transitorio respectivamente lo que corresponde al 1.91%, dos especies son Transitorio - Migratorio de Invierno (1.27%), una especie se considera Transitorio - Migratorio de Invierno - Migratorio de Verano (0.63%) y dos especies se consideran como Transitorio - Migratorio de Verano 1.7% del total de especies potenciales.

De las 60 especies de aves registradas en el Sistema Ambiental Regional 34 se consideran como Residentes lo que corresponde al 56.6% del total de las especies, 19 se consideran Residente - Migratorio de Invierno 31.66%, dos especies se consideran Residente - Migratorio de Invierno - Migratorio de Verano 3.33%, una especie se considera Residente - Migratorio de Invierno - Migratorio de Verano – Transitoria 1.66% y cuatro especies se consideran Residente - Migratorio de Verano 6.66% del total de las especies registradas.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-110 RESIDENCIA DE AVES REGISTRADAS EN EL SAR



CUADRO IV-90 LISTADO DE AVES CON RESIDENCIA, DEL SAR

Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Residencia
Dendrocygna autumnalis	Pijije ala blanca	S/C	R
Columba livia	Paloma doméstica	S/C	R
Columbina inca	Tórtola cola larga	S/C	R
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	S/C	R
Patagioenas flavirostris	Paloma morada	S/C	R
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	S/C	R
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	S/C	R - MI
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	S/C	R
Piaya cayana	Cuclillo canelo	S/C	R
Aramides albiventris	Rascón nuca canela	S/C	R
Himantopus mexicanus	Monjita americana	S/C	R - MI
Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora	S/C	R - MI
Sternula antillarum	Charrán mínimo	S/C	R - MV
Thalasseus maximus	Charrán real	S/C	R - MI
Thalasseus sandvicensis	Charrán de Sandwich	S/C	R - MI
Mycteria americana	Cigüeña americana	Pr	R - MI
Fregata magnificens	Fragata tijereta	S/C	R
Nannopterum auritum	Cormorán orejón	S/C	R - MI
Nannopterum brasilianum	Cormorán neotropical	S/C	R
Pelecanus occidentalis	Pelícano café	S/C	R - MI
Ardea alba	Garza blanca	S/C	R - MI
Bubulcus ibis	Garza ganadera	S/C	R - MI
Butorides virescens	Garcita verde	S/C	R - MI
Egretta caerulea	Garza azul	S/C	R - MI
Egretta thula	Garza dedos dorados	S/C	R - MI
Egretta tricolor	Garza tricolor	S/C	R - MI
Nyctanassa violacea	Garza nocturna corona clara	S/C	R - MI
Eudocimus albus	Ibis blanco	S/C	R - MI
Cathartes aura	Zopilote aura	S/C	R
Cathartes burrovianus	Zopilote sabanero	Pr	R

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Genero/especie	Nombre común	NOM-059	Residencia
Coragyps atratus	Zopilote común	S/C	R
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	S/C	R - MI
Buteogallus anthracinus	Aguililla-negra menor	Pr	R - MV
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	S/C	R
Pandion haliaetus	Águila pescadora	S/C	R - MI
Chloroceryle americana	Martín pescador verde	S/C	R
Megaceryle torquata	Martín pescador de collar	S/C	R
Melanerpes aurifrons	Carpintero chefe	S/C	R
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos	S/C	R
Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño	S/C	R
Megarynchus pitangua	Luis pico grueso	S/C	R
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	S/C	R - MV
Myiozetetes similis	Luis gregario	S/C	R
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	S/C	R
Tyrannus couchii	Tirano silbador	S/C	R
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	S/C	R
Baeolophus atricristatus	Carbonero cresta negra	S/C	R
Progne chalybea	Golondrína pecho gris	S/C	R - MV
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina ala aserrada	S/C	R - MI
Tachycineta albilinea	Golondrina manglera	S/C	R
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	S/C	R - MI - MV
Icterus gularis	Bolsero de Altamira	S/C	R
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	S/C	R - MI - MV
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr	R
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	S/C	R
Setophaga petechia	Chipe amarillo	S/C	R - MI - MV - T
Turdus grayi	Mirlo café	S/C	R
Saltator atriceps	Saltador cabeza negra	S/C	R
Sporophila morelleti	Semillero de collar	S/C	R
Thraupis abbas	Tangara alas amarillas	S/C	R

IV.3.2.4.11 Calidad ambiental

Las especies suelen presentar patrones de distribución discontinuos producidos por la variación espacial de las condiciones ambientales que determinan la calidad de sus hábitats.

La reducción en el tamaño de los fragmentos da lugar a una progresiva pérdida de las especies que albergan, tanto más acusada en cuanto menor sea su superficie. Dicha pérdida suele ajustarse a un patrón encajado (Patterson y Atmar, 1986); es decir, las especies se pierden según un determinado orden, de modo que cada una de ellas desaparece al alcanzar los fragmentos un umbral de tamaño dado

La alteración y degradación de los hábitats se da principalmente por las actividades antropogénicas, su efecto se refleja en los cambios de uso de suelo que provocan desde modificaciones hasta la pérdida total de la cobertura vegetal (Garza de León *et al.* 2007).

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Como **se pudo observar en la prospección a campo, la mayor parte del SAR se encuentra en una zona altamente impactada por usos urbanos**, sin embargo, aún quedan remanentes de mangle en algunas zonas, la zona más conservada se encuentra al sureste del SAR, y conecta con los Manglares de Tuxpan, siendo la zona en donde se registró a un mayor número de especies.

ILUSTRACIÓN IV-111 VISTA REMANENTES DE MANGLE EN ZONA URBANA.



ILUSTRACIÓN IV-112 VISTA DE ZONA CONSERVADA DE MANGLE.



En síntesis, en el SAR, se registraron un total de 69 especies de vertebrados lo que equivale al 31% del total de las especies potenciales para esta zona.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

- De las 69 especies registradas, una pertenece al grupo de anfibios (10% del total de especies potenciales), cinco corresponden a reptiles (19.2% del total), 60 son especies de aves (38.2%) y tres especies corresponden a mamíferos (10.3% del total de especies potenciales para este grupo).
- Se registraron a siete especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que corresponden a tres especies de reptiles y cuatro especies de aves.
- Se registro a una especie de reptil con poblaciones Endémicas para México.

ILUSTRACIÓN IV-113 DIFERENTES INDIVIDUOS DE DISTINTAS EDADES OBSERVADOS EN LOS MANGLARES DE TEXPA.



Aunque durante la prospección a campo se registró un individuo de cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), este registro se realizó cerca de la zona de mangle, esta especie prefiere estar en zonas tranquilas con vegetación o cercanos a las orillas en donde también llegan a realizar sus nidos, esto se pudo observar en campo en el recorrido que se realizó en los manglares de Texpa, donde observaron individuos jóvenes y crías de cocodrilos, la zona con mangle funciona de protección y alimentación para esta especie. Conforme a la entrevista que se realizó al C. Carlos Montiel lanchero y pescador, mencionó que existen bajas probabilidades de encontrarse cocodrilos en el Canal de del Río Tuxpan, y que los avistamientos se hacen en zonas de manglares. Por lo cual se infiere que el desarrollo del dragado y de la construcción del Muelles Tres. no afectarán o interferirán sobre las poblaciones de dicha especie.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.5 Caracterización de fitoplancton, zooplancton y organismos bentónico en el Rio Tuxpan

La evaluación de la calidad de agua y sedimento del Canal de Tuxpan mediante el análisis de los índices de diversidad de fitoplancton, zooplancton y bentos proporciona información importante sobre la estructura y composición de las comunidades biológicas presentes en este ecosistema estuarino. A continuación, se presenta una interpretación detallada de los resultados obtenidos, contextualizada con estudios recientes que respaldan las observaciones realizadas.

En esta sección, se presentan los principales resultados obtenidos a partir del análisis de las comunidades fitoplanctónicas, zooplactonica y bentónicas obtenidas en 20 diferentes estaciones de muestreo cuyas coordenadas y ubicación coinciden con los sitios de muestreo de sedimentos señalados en el Mapa IV-16 y Cuadro IV-91. Los trabajos de campo fueron realizados los días 28 y 29 de junio del año 2025 en el canal de Tuxpan a diferentes profundidades.

El propósito que se persigue es poder saber las condiciones bióticas en que se encuentra el cuerpo de agua y sedimentos respecto de su composición, riqueza y diversidad y determinar las posibles implicaciones ecológicas y los factores ambientales que podrían estar influyendo en las dinámicas observadas, con énfasis en las interacciones entre las especies y su relación con el ambiente físico-químico.

IV.3.2.5.1 Fitoplancton en Canal de Tuxpan

IV.3.2.5.1.1 Métodos y resultados

Las muestras de agua para analizar la composición de comunidades de fitoplancton fueron obtenidas de 20 sitios a diferentes profundidades tal como se indica en el Cuadro IV-91.

CUADRO IV-91 SITIOS DE MUESTREO, EQUIPO, FIJADOR Y CLAVE PARA EL FITOPLANCTON

ID	Coordenadas UTM Zona 14		Equipo de Muestreo	Descripción	Fijador	Clave
	X	Y				
Muestreos por arrastre						
1	666387.0358	2317253.2208	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	**FITO-RED-P1**
2	666903.0689	2316994.6465	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	**FITO-RED-P2**
3	667521.3574	2316789.8330	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	**FITO-RED-P3**
4	668003.1157	2316431.1295	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	**FITO-RED-P4**
5	668634.7288	2316454.1060	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	**FITO-RED-P5**
6	669317.1025	2316377.2492	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	**FITO-RED-P6**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



ID	Coordenadas UTM Zona 14		Equipo de Muestreo	Descripción	Fijador	Clave
	X	Y				
7	669889.2815	2316549.8345	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P7
8	670448.1760	2316713.6105	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P8
9	670936.0375	2317086.2715	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P9
10	671555.6574	2317390.4499	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P10
11	671978.0954	2317823.1761	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P11
12	672462.9105	2318180.6871	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P12
13	672958.6594	2318555.7154	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P13
14	673614.5081	2318739.5821	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P14
15	674148.1413	2319037.5894	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P15
16	674737.7272	2319166.2748	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P16
17	675324.4211	2319357.3902	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P17
18	675876.2825	2319541.8362	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P18
19	676302.7865	2319832.4632	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P19
20	676943.6867	2320158.3136	RED DE PLANCTON	ARRASTRE	FORMOL	FITO-RED-P20
Muestreo con botella de Van Dorm en superficie						
1	666387.0358	2317253.2208	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P1
2	666903.0689	2316994.6465	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P2
3	667521.3574	2316789.8330	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P3
4	668003.1157	2316431.1295	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P4
5	668634.7288	2316454.1060	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P5
6	669317.1025	2316377.2492	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P6
7	669889.2815	2316549.8345	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P7
8	670448.1760	2316713.6105	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P8
9	670936.0375	2317086.2715	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P9
10	671555.6574	2317390.4499	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P10
11	671978.0954	2317823.1761	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P11
12	672462.9105	2318180.6871	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P12

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



ID	Coordenadas UTM Zona 14		Equipo de Muestreo	Descripción	Fijador	Clave
	X	Y				
13	672958.6594	2318555.7154	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P13
14	673614.5081	2318739.5821	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P14
15	674148.1413	2319037.5894	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P15
16	674737.7272	2319166.2748	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P16
17	675324.4211	2319357.3902	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P17
18	675876.2825	2319541.8362	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P18
19	676302.7865	2319832.4632	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P19
20	676943.6867	2320158.3136	BOTELA VAN DOR	SUPERFICIE	LUGOL	FITO-BOTELLA-SUP-P20
Muestreo con botella de Van Dorm a nivel medio de la columna de agua						
1	666387.0358	2317253.2208	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P1
2	666903.0689	2316994.6465	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P2
3	667521.3574	2316789.8330	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P3
4	668003.1157	2316431.1295	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P4
5	668634.7288	2316454.1060	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P5
6	669317.1025	2316377.2492	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P6
7	669889.2815	2316549.8345	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P7
8	670448.1760	2316713.6105	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P8
9	670936.0375	2317086.2715	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P9
10	671555.6574	2317390.4499	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P10
11	671978.0954	2317823.1761	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P11
12	672462.9105	2318180.6871	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P12
13	672958.6594	2318555.7154	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P13
14	673614.5081	2318739.5821	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P14
15	674148.1413	2319037.5894	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P15
16	674737.7272	2319166.2748	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P16
17	675324.4211	2319357.3902	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P17
18	675876.2825	2319541.8362	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P18
19	676302.7865	2319832.4632	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P19

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

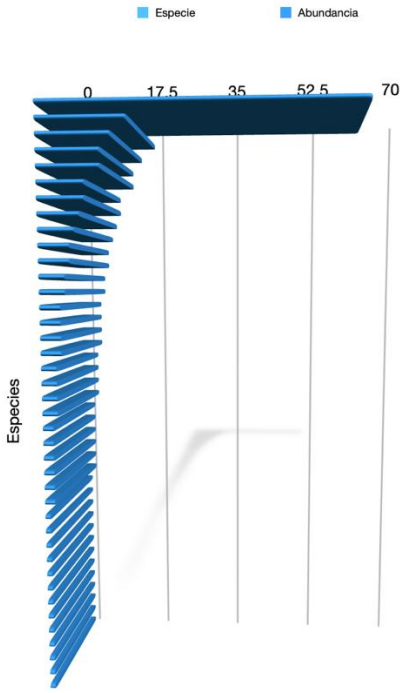
ID	Coordenadas UTM Zona 14		Equipo de Muestreo	Descripción	Fijador	Clave
	X	Y				
20	676943.6867	2320158.3136	BOTELLA VAN DOR	MEDIA	LUGOL	FITO-BOTELLA-MED-P20
Muestreo con botella de Van Dorm en fondo de la columna de agua						
1	666387.0358	2317253.2208	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P1
2	666903.0689	2316994.6465	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P2
3	667521.3574	2316789.8330	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P3
4	668003.1157	2316431.1295	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P4
5	668634.7288	2316454.1060	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P5
6	669317.1025	2316377.2492	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P6
7	669889.2815	2316549.8345	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P7
8	670448.1760	2316713.6105	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P8
9	670936.0375	2317086.2715	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P9
10	671555.6574	2317390.4499	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P10
11	671978.0954	2317823.1761	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P11
12	672462.9105	2318180.6871	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P12
13	672958.6594	2318555.7154	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P13
14	673614.5081	2318739.5821	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P14
15	674148.1413	2319037.5894	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P15
16	674737.7272	2319166.2748	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P16
17	675324.4211	2319357.3902	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P17
18	675876.2825	2319541.8362	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P18
19	676302.7865	2319832.4632	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P19
20	676943.6867	2320158.3136	BOTELLA VAN DOR	FONDO	LUGOL	FITO-BOTELLA-FONDO-P20

Acorde a los análisis se determinó la presencia de 41 especies de fitoplancton Tal como se muestra en el Cuadro IV-92. La gráfica de la Ilustración IV-117 muestra la importancia de las especies encontradas. La mayor abundancia fue para la diatomea, Chaetoceros didymus con 62 ind/ ml, seguido de Guinardia striata (Stolterfoth) con 17 ind/ ml, después Ceratium tripos con14 ind/ ml, seguido de Chaetoceros curvisetus con 12 ind/ ml y Chaetoceros sp.con 12 ind/ ml. Los sitios con mayor riqueza son el 1, seguido del 2 y 3, 6y 16.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-114 IMPORTANCIA DE LA PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON

Especie	Abun-dancia
Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845	62
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996	17
Ceratium tripos (O. F. Müll.) Nitzsch, 1817	14
Chaetoceros curvisetus Cleve, 1889	12
Chaetoceros sp.	12
Ceratium trichoceros (Ehrenb.) Kof., 1908	9
Tripos macroceros (Ehrenberg) F.Gómez, 2013	9
Tripos furca (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	8
Rhizosolenia robusta G. Norman ex Ralfs, 1861	7
Leptocylindrus danicus Cleve, 1889	6
Tripos fusus (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	6
Isthmia sp.	5
Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G. Sundström, 1986	5
Chaetoceros danicus Cleve, 1889	4
Coscinodiscus sp.	4
Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo, 1892	4
Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky, 1902	4
Chaetoceros decipiens Cleve, 1873	3
Oscillatoria sp.	3
Proboscia alata f. gracillima (Cleve) Gran	3
Tripos trichoceros (Ehrenberg) Gómez, 2013	3
Ceratium inflatum (Kofoid) EGJørgensen, 1911	2
Ceratocorys horrida Stein, 1883	2
Chaetoceros diversus Cleve, 1873	2
Dinofisis caudata Kent, 1881	2
Neocalyptrella robusta (G. Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo, 1997	2
Pinnularia sp.	2
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Ronda, 1990	1
Bacteriastrum hyalinum Lauder, 1864	1
Gyrosigma sp.	1
Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck, 1882	1
Leptocylindrus sp. Cleve, 1889	1
Pleurosigma sp.	1
Prorocentrum escutelo Schröder, 1900	1
Protoperidinium claudicans (Paulsen) Balech, 1974	1
Protoperidinium sp. 2	1
Protoperidinium sp.1	1
Rhizosolenia bergonii H. Peragallo, 1892	1
Rhizosolenia sp. 1	1
Rhizosolenia sp. 2	1
Ceratium pentagonum Gourret, 1883	0



Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



CUADRO IV-92 PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON EN LOS SITOS DE MUESTREO

N°	Especies	Muestras																			
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
1	*Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Ronda, 1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	*Bacteriastrum hyalinum* Lauder, 1864	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	*Ceratium inflatum (*Kofoid) EGJørgensen, 1911	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	*Ceratium pentagonum* Gourret, 1883	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	*Ceratium trichoceros* (Ehrenb.) Kof., 1908	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	*Ceratium tripos (*O. F. Müll.) Nitzsch, 1817	4	3	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2
7	*Ceratocorys horrida* Stein, 1883	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	*Chaetoceros curvisetus* Cleve, 1889	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
9	*Chaetoceros danicus* Cleve, 1889	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
10	*Chaetoceros decipiens* Cleve, 1873	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
11	*Chaetoceros didymus* Ehrenberg, 1845	8	7	8	7	0	5	0	0	0	4	0	0	0	4	0	5	6	4	0	4
12	*Chaetoceros diversus* Cleve, 1873	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	*Chaetoceros sp.*	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0
14	*Coscinodiscus sp.*	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	*Dinofisis caudata* Kent, 1881	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	*Guinardia flaccida (*Castracane) H. Peragallo, 1892	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
17	*Guinardia striata* (Stolterfoth) Hasle, 1996	0	2	0	0	0	0	2	3	1	0	0	2	0	3	2	0	2	0	0	0
18	*Gyrosigma* sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	*Hemiaulus hauckii* Grunow ex Van Heurck, 1882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20	*Isthmia* sp.	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21	*Leptocylindrus danicus* Cleve, 1889	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	*Leptocylindrus* sp. Cleve, 1889	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	*Neocalyptrella robusta* (G. Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo, 1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

N°	Especies	Muestras																			
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
24	*Oscillatoria* sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
25	*Pinnularia* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
26	*Pleurosigma sp.*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	*Proboscia alata* f. gracillima (Cleve) Gran	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
28	*Prorocentrum escutelo* Schröder, 1900	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	*Protoperidinium claudicans* (Paulsen) Balech, 1974	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	*Protoperidinium* sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	*Protoperidinium* sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
32	*Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) B.G.Sundström, 1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0
33	*Rhizosolenia bergonii* H. Peragallo, 1892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
34	*Rhizosolenia robusta* G. Norman ex Ralfs, 1861	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
35	*Rhizosolenia* sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	*Rhizosolenia* sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
37	*Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky, 1902	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	*Tripos furca* (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0
39	*Tripos fusus* (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
40	*Tripos macroceros* (Ehrenberg) F. Gómez, 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
41	*Tripos trichoceros* (Ehrenberg) Gómez, 2013	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales		**29**	**19**	**19**	**12**	**8**	**15**	**11**	**8**	**9**	**6**	**13**	**6**	**3**	**7**	**16**	**11**	**12**	**9**	**3**	**9**

IV.3.2.5.1.2 Índice de Diversidad

La comunidad Fitoplanctónica presentó una riqueza de 41 especies (Cuadro IV-93). Los valores de diversidad de Shannon-Wiener (H') varían de 0.6792 a 2.138 con un promedio H de 1.138 indicando una diversidad media, mientras que la diversidad de Margalef presentó rangos de 0.1149 a 0.8445 indicando una baja diversidad. Sin embargo, la equitatividad fue alta, con un 93.17 %, y la dominancia según Berger-Parker alcanzó 0.3906, indicando que, aunque la especie *Chaetoceros didymus* se presentó como dominante, el resto de las especies mantenía una presencia significativa. Estos valores sugieren una comunidad con

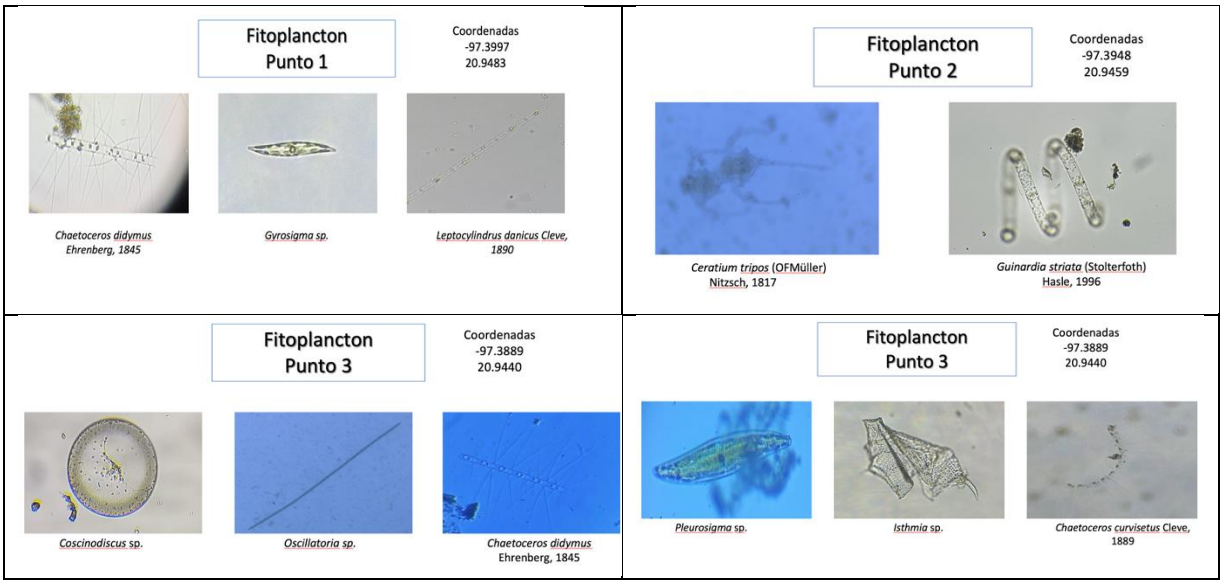
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

diversidad moderada y cierta estabilidad en la distribución de individuos, pero con tendencia a la dominancia de especies tolerantes a variaciones ambientales, lo que podría reflejar la influencia de factores como la disponibilidad de nutrientes, la turbidez y las fluctuaciones de salinidad propias de los sistemas estuarinos (Chávez-Veintemilla *et al., 2*020; Hall *et al.,* 2015).

Estudios en estuarios del Golfo de México muestran patrones semejantes. En Sontecomapan, por ejemplo, se reportaron valores de Shannon-Wiener de fitoplancton entre 1 y 2, asociados a la influencia de aportes fluviales y variaciones de salinidad (Castillo-Rivera *et al.,* 2014). De manera similar, en el Beibu Gulf (China), se ha encontrado que valores bajos de diversidad se asocian a incrementos de nutrientes y cambios de temperatura, lo cual provoca comunidades menos diversas (Guo *et al*., 2024). En el Canal de Tuxpan, los valores bajos de Margalef sugieren limitación de la riqueza efectiva, posiblemente debido a descargas urbanas, agrícolas e industriales, que generan enriquecimiento, pero restringen la colonización de especies más sensibles.

La abundancia de la diatomea *Chaetoceros didymus* indica condiciones de enriquecimiento trófico, este género se asocia frecuentemente a aguas con aportes de nutrientes y a zonas costeras con influencia continental (Hallegraeff, 2010). La frecuencia de aparición sugiere que el Canal de Tuxpan mantiene un nivel de productividad elevada, aunque posiblemente a expensas de contaminación orgánica o aportes agrícolas.

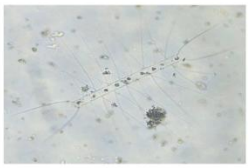
ILUSTRACIÓN IV-115 FOTOGRAFÍAS DE SP FITOPLANCTON SITIOS DE MUESTREO



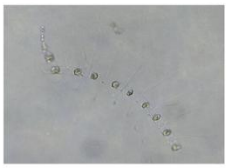
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Fitoplancton Punto 4

Coordenadas
-97.3843
20.9407



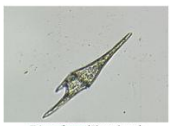
Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845



Chaetoceros curvisetus Cleve, 1889

Fitoplancton Punto 5

Coordenadas
-97.3782 20.9408



Tripos furca (Ehrenberg) F.Gómez, 2013



Leptocylindrus danicus Cleve, 1889



Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky, 1902

Fitoplancton Punto 5

Coordenadas
-97.3782 20.9408



Protoperidinium claudicans (Paulsen) Balech, 1974



Prorocentrum escutelo Schröder, 1900



Ceratocorys horrida Stein, 1883

Fitoplancton Punto 6

Coordenadas
-97.3716 20.9401



Chaetocero danicus Cleve, 1889



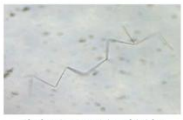
Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845



Chaetoceros sp.

Fitoplancton Punto 6

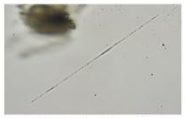
Coordenadas
-97.3716 20.9401



Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky, 1902



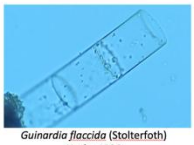
Chaetoceros diversus Cleve, 1873



Proboscia alata f. gracillima (Cleve) Gran

Fitoplancton Punto 7

Coordenadas
-97.3661
20.9416



Guinardia flaccida (Stolterfoth) Hasle, 1996



Proboscia alata f. gracillima (Cleve) Gran



Tripos trichoceros (Ehrenberg) Gómez, 2013



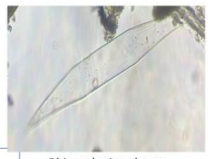
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996

Fitoplancton Punto 8

Coordenadas
-97.3607
20.9430



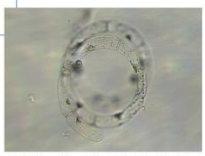
Dinofisis caudata Kent, 1881



Rhizosolenia robusta G. Norman ex Ralfs, 1861



Leptocylindrus sp. Cleve, 1889



Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996

Fitoplancton Punto 9

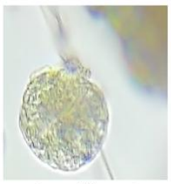
Coordenadas
-97.3560 20.9463



Tripos macroceros (Ehrenberg) F.Gómez, 2013



Ceratium tripos (OFMüller) Nitzsch, 1817



Protoperidinium sp. 1

Fitoplancton Punto 9

Coordenadas
-97.3560 20.9463



Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky, 1902



Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996

Fitoplancton Punto 10

Coordenadas
-97.3500 20.9490



Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845



Coscinodiscus sp.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Fitoplancton Punto 11

Coordenadas
-97.3459 20.9529



Asterionellopsis glacialis (Castracane) Ronda, 1990



Ceratium pentagonum Gourret, 1883



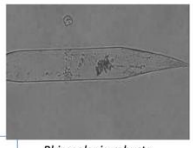
Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström, 1986

Fitoplancton Punto 12

Coordenadas
-97.3412 20.9561



Protoperidinium sp. 2



Rhizosolenia robusta G. Norman ex Ralfs, 1861



Tripos furca (Ehrenberg) F.Gómez 2013: 7



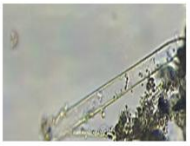
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996

Fitoplancton Punto 13

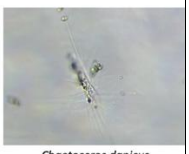
Coordenadas
-97.3364 20.9594



Rhizosolenia bergonii H. Peragallo, 1892



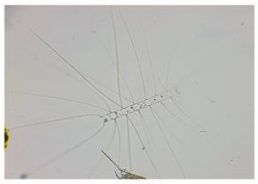
Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström, 1986



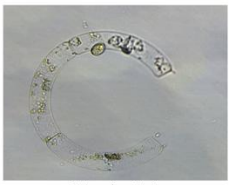
Chaetoceros danicus Cleve, 1889

Fitoplancton Punto 14

Coordenadas
-97.3301 20.9610



Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845



Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996

Fitoplancton Punto 15

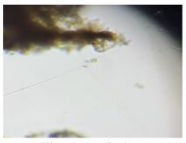
Coordenadas
-97.3249 20.9637



Neocalyptrella robusta (G.Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo, 1997



Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996



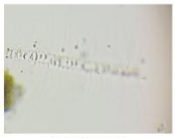
Chaetocero danicus Cleve, 1889

Fitoplancton Punto 15

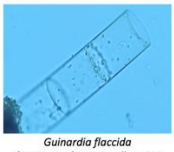
Coordenadas
-97.3249 20.9637



Tripos furca (Ehrenberg) F.Gómez 2013: 7



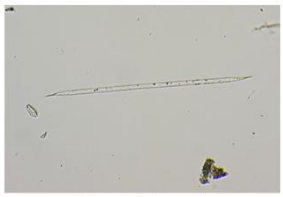
Chaetoceros sp.



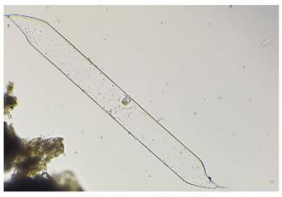
Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo, 1892

Fitoplancton Punto 15

Coordenadas
-97.3249 20.9637



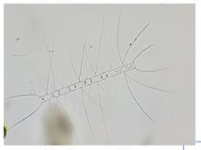
Rhizosolenia bergonii H. Peragallo, 1892



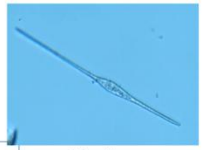
Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström, 1986

Fitoplancton Punto 16

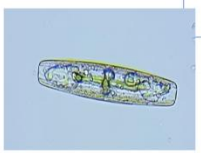
Coordenadas
-97.3193 20.9648



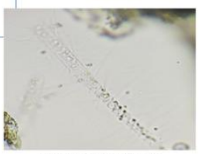
Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845



Tripos fusus (Ehrenberg) F.Gómez, 2013

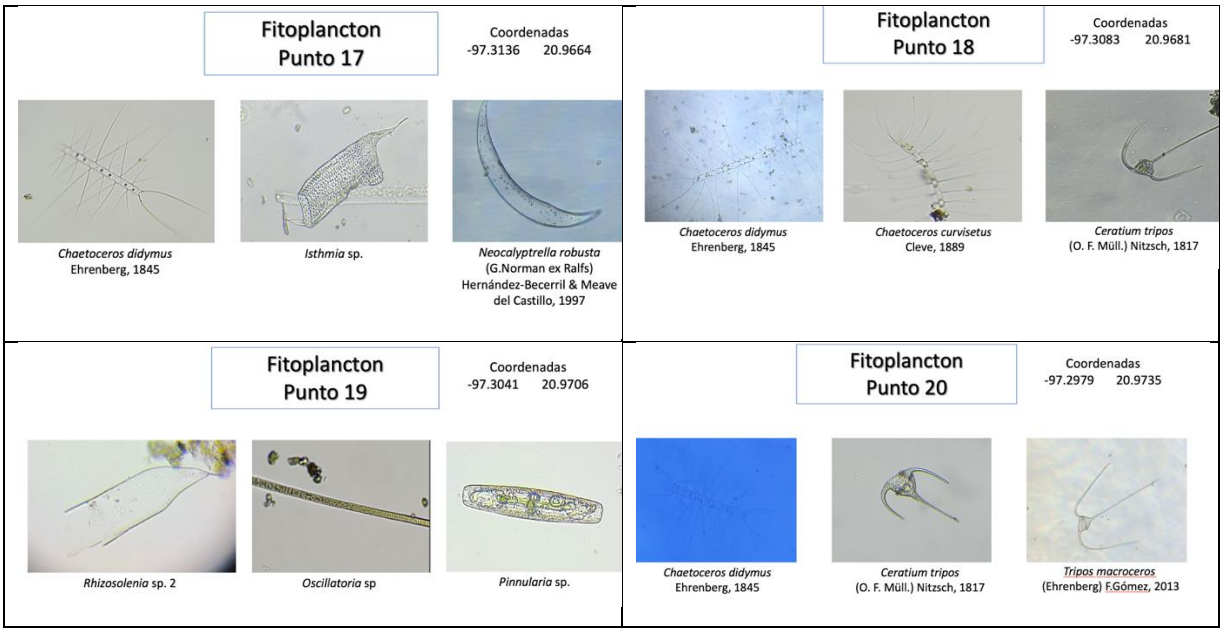


Pinnularia sp.



Chaetoceros decipiens Cleve, 1873

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



Nota. *Se encuentra en el anexo Biotico*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



CUADRO IV-93 VALORES DE DIVERSIDAD DE FITOPLANCTON POR SITIO DE MUESTREO

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
S	8	5	6	2	6	6	7	4	5	2	9	4	3	2	8	4	6			
N	29000	19000	19000	12000	8000	15000	11000	8000	9000	6000	13000	6000	3000	7000	16000	11000	12000			
H'	1.915	1.485	1.472	0.6792	1.733	1.675	1.846	1.255	1.427	0.6365	2.138	1.33	1.099	0.6829	1.96	1.241	1.474	1.427	1.099	1.061
DM	0.6813	0.406	0.5075	0.1065	0.5563	0.52	0.6448	0.3338	0.4393	0.1149	0.8445	0.3448	0.2498	0.1129	0.7231	0.3224	0.5323	0.4393	0.2498	0.2197
J'	0.921	0.9224	0.8215	0.9799	0.9671	0.9346	0.9488	0.9056	0.8867	0.9183	0.9732	0.9591	1	0.9852	0.9426	0.895	0.8224	0.8867	1	0.9656
D	0.2759	0.3684	0.4211	0.5833	0.25	0.3333	0.2727	0.375	0.4444	0.6667	0.1538	0.3333	0.3333	0.5714	0.25	0.4545	0.5	0.4444	0.3333	0.4444

S.- Riqueza, N. Abundancia, H' Diversidad de Shanon, DM. - Indice de Margalef, J Equitatividad y D.- Dominancia de Berger

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.5.2 Zooplancton en la zona del canal de Tuxpan

IV.3.2.5.2.1 Métodos y resultados

Se colectaron 20 muestras de agua para analizar la composición de comunidades de zooplancton tal como se indica en el Cuadro IV-94.

CUADRO IV-94 SITIOS DE MUESTREO DE ZOOPLANCTON Y EQUIPO

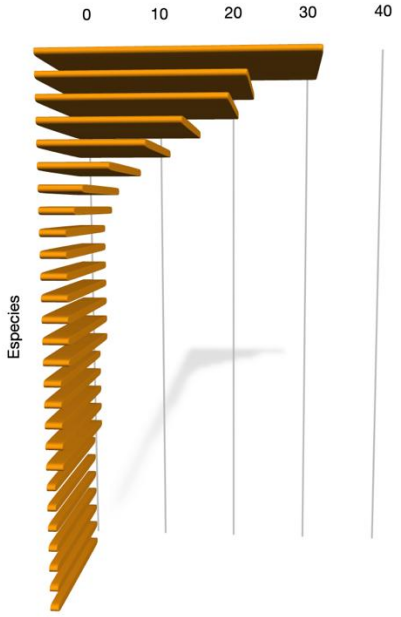
ID	Coordenadas UTM Zona 14		EQUIPO DE MUESTREO	FIJADOR	CLAVE
	X	Y			
1	666387.0358	2317253.2208	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P1
2	666903.0689	2316994.6465	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P2
3	667521.3574	2316789.8330	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P3
4	668003.1157	2316431.1295	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P4
5	668634.7288	2316454.1060	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P5
6	669317.1025	2316377.2492	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P6
7	669889.2815	2316549.8345	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P7
8	670448.1760	2316713.6105	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P8
9	670936.0375	2317086.2715	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P9
10	671555.6574	2317390.4499	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P10
11	671978.0954	2317823.1761	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P11
12	672462.9105	2318180.6871	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P12
13	672958.6594	2318555.7154	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P13
14	673614.5081	2318739.5821	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P14
15	674148.1413	2319037.5894	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P15
16	674737.7272	2319166.2748	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P16
17	675324.4211	2319357.3902	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P17
18	675876.2825	2319541.8362	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P18
19	676302.7865	2319832.4632	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P19
20	676943.6867	2320158.3136	RED DE PLANCTON	FORMOL	ZOO-RED-P20

Acorde a los análisis se determinó la presencia de 28 especies de zooplancton Tal como se muestra en el Cuadro IV-95. La gráfica de la Ilustración IV-119 muestra la importancia de las especies encontradas La mayor abundancia fue para la diatomea, *Acartia tonsa* con 31 ind/ ml, seguido de Temoropia sp con 23 ind/ ml, después *Artemia franciscana* con16 ind/ ml, seguido de *Copepóda - Larva nauplio*, con 16 ind/ ml y *Centropages s.con* 12 ind/ ml. Los sitios con mayor riqueza son el 1, seguido del 2, 11, 18, 20 y 7.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

ILUSTRACIÓN IV-116 IMPORTANCIA DE LA PRESENCIA DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON

Especies	Abundancia
Acartia tonsa (Dana, 1848)	31
Temoropia sp.(Scott, 1894)	23
Artemia franciscana (Kellogg, 1906)	21
Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830.	16
Centropages sp. (Krøyer, 1849)	12
Eufásidosp. (Milne-Edwards en 1830)	8
Chromadorea	5
Oithona robusta Giesbrecht, 1891	4
Agetus typicus Krøyer, 1849	3
Brachionus sp. (Müller 1786)	3
Calocalanus minor Shmeleva, 1980	3
Megacalanus princeps Wolfenden, 1904	3
Oithona setigera (Dana, 1849)	3
Oncaea venusta Philippi, 1843	3
Tectocepheus sp.	3
Macrosetella gracilis (Dana, 1846)	2
Mecynocera clausi Thompson I.C., 1888	2
Oithona similis Claus, 1866	2
Paracalanus aculeatus Giesbrecht, 1888	2
Parvocalanus crassirostris (Dahl F., 1894)	2
Corycaeus speciosus Dana, 1849	1
Emerita sp.	1
Neocalanus gracilis (Dana, 1849-1852)	1
Oithona plumifera Baird, 1843	1
Oncaea media Giesbrecht, 1891	1
Penaeus sp.	1
Subeucalanus monachus (Giesbrecht, 1888)	1



CUADRO IV-95 PRESENCIA DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON EN LOS SITIOS DE MUESTREO

Especies	Muestras																			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P1	P11	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2
Artemia franciscana (Kellogg, 1906)	4	0	2	0	0	1	4	1	0	0	1	4	1	0	1	0	0	1	0	1
Acartia tonsa (Dana, 1848)	4	4	1	2	0	1	0	1	2	0	1	3	1	1	0	2	1	3	1	3
Agetus typicus Krøyer, 1849	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Brachionus sp. (Müller 1786)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Calocalanus minor Shmeleva, 1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Centropages sp. (Krøyer, 1849)	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	0	1	0	2
Chromadorea	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830.	1	2	0	1	0	1	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	1
Corycaeus speciosus Dana, 1849	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emerita sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*Eufásido*sp. (Milne-Edwards en 1830)	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
*Macrosetella gracilis (*Dana, 1846)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

Especies	Muestras																			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P1	P11	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2
Mecynocera clausi Thompson I.C., 1888	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megacalanus princeps Wolfenden, 1904	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Neocalanus gracilis (Dana, 1849-1852)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oithona plumifera Baird, 1843	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Oithona robusta Giesbrecht, 1891	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
*Oithona setigera (*Dana, 1849)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Oithona similis Claus, 1866	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Oncaea media Giesbrecht, 1891	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oncaea venusta Philippi, 1843	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paracalanus aculeatus Giesbrecht, 1888	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parvocalanus crassirostris (Dahl F., 1894)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penaeus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subeucalanus monachus (Giesbrecht, 1888)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tectocepheus sp.	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temoropia sp.(Scott, 1894)	0	4	1	1	0	0	0	1	1	2	3	0	2	2	0	0	2	1	2	1
Totales	**17**	**15**	**6**	**5**	**5**	**6**	**10**	**5**	**6**	**6**	**8**	**11**	**5**	**7**	**6**	**6**	**8**	**11**	**5**	**10**

IV.3.2.5.2.2 Índice de Diversidad

En el Cuadro IV-96 se concentran los datos de diversidad, muestra una riqueza de 27 especies, el índice de Shannon-Wiener (H') varia de 0.673 a 1.905 con un promedio H de 1.472 y de Margalef de 0.2556 a 1.363, indicando una diversidad media de especies, y una Equidad (J) 94.9 % lo cual indica una equitatividad elevada. La dominancia de Berger-Parker fue de 0.3457, donde la especie dominante es *Acartia tonsa,* la cual predominó en la mayoría de las muestras, aunque sin acaparar la totalidad de la abundancia, lo que indica que la comunidad mantiene una cierta heterogeneidad, a pesar de la presencia de especies dominantes. Esta estructura comunitaria sugiere que el canal mantiene condiciones ambientales que permiten la coexistencia de varias especies, aunque la riqueza total no sea elevada, probablemente como resultado de presiones ambientales moderadas y de la influencia de descargas orgánicas o variaciones en la calidad del agua (Chávez-Veintemilla *et al.*, 2020; Hall *et al.*, 2015).

La especie dominante *Acartia tonsa*, es una especie reconocida como un copépodo eurihalino y oportunista, común en estuarios del Golfo de México (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007). Su amplia distribución y alta abundancia reflejan su capacidad de tolerar condiciones variables de salinidad y oxigenación, así como ambientes con cierto grado de perturbación.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

La dominancia de *A. tonsa* es típica en sistemas estuarinos sujetos a descargas urbanas y fluviales, funcionando como indicador de resiliencia y de impacto moderado.

En ambientes estuarinos tropicales, la diversidad del zooplancton se ve influenciada principalmente por la salinidad, el aporte de nutrientes y la disponibilidad de fitoplancton como recurso trófico (Suárez-Morales *et al.*, 2017). En estudios realizados en sistemas costeros del Golfo de México, se ha observado que los copepodos constituyen el grupo dominante y responden rápidamente a variaciones de calidad del agua (Hernández-Trujillo *et al.,* 2010). La similitud de los valores de Shannon con los reportados en otros estuarios mexicanos sugiere que el Canal de Tuxpan mantiene comunidades funcionalmente estables, aunque con limitaciones de riqueza posiblemente relacionadas a presiones ambientales antrópicas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466



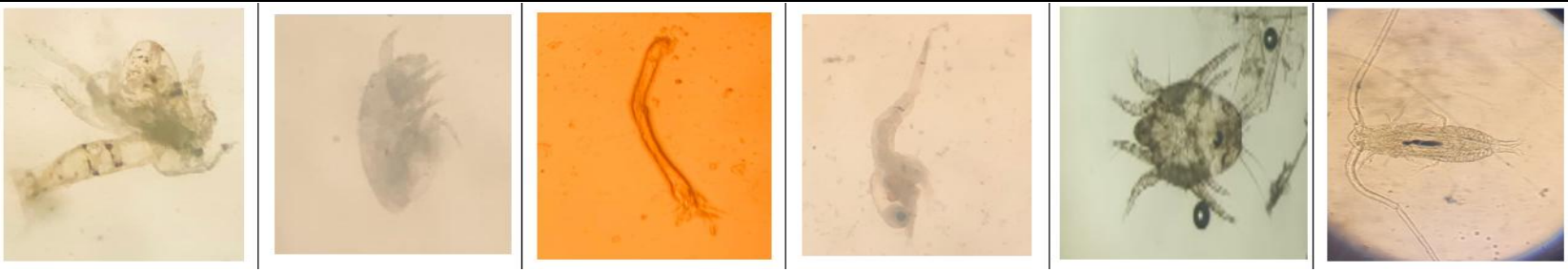
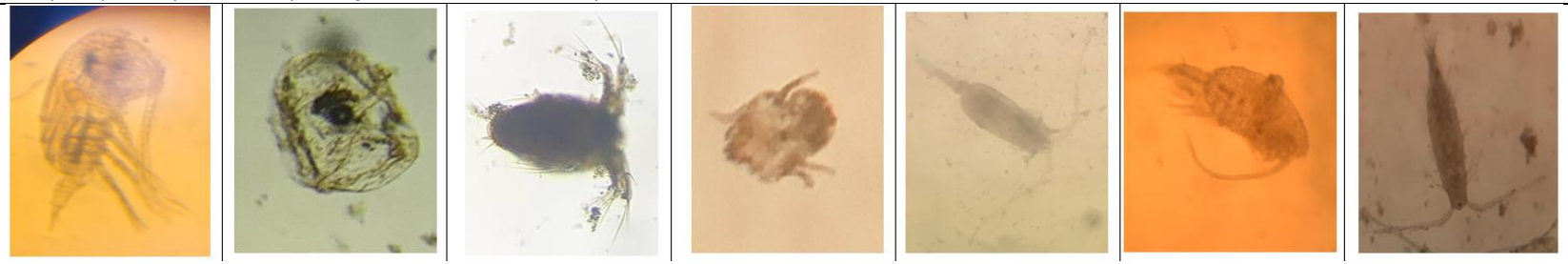
CUADRO IV-96 ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE ZOOPLANCTON

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
S	8	7	5	4	2	5	5	5	5	5	6	5	4	5	4	3	5	6	4	6
N	170	150	60	50	50	60	100	50	60	60	80	110	50	70	60	60	80	110	50	100
H'	1.905	1.784	1.561	1.332	0.673	1.561	1.418	1.609	1.561	1.561	1.667	1.468	1.332	1.55	1.33	1.011	1.56	1.673	1.332	1.696
DMg	1.363	1.197	0.977	0.7669	0.2556	0.977	0.8686	1.022	0.977	0.977	1.141	0.851	0.7669	0.9415	0.7327	0.4885	0.9128	1.064	0.7669	1.086
J'	0.9163	0.9167	0.9697	0.961	0.971	0.9697	0.8814	1	0.9697	0.9697	0.9306	0.9122	0.961	0.963	0.9591	0.9206	0.969	0.9335	0.961	0.9464
D	0.2353	0.2667	0.3333	0.4	0.6	0.3333	0.4	0.2	0.3333	0.3333	0.375	0.3636	0.4	0.2857	0.3333	0.5	0.25	0.2727	0.4	0.3

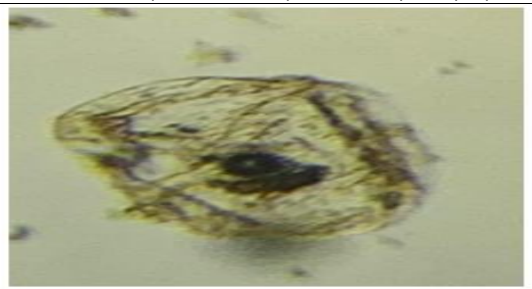
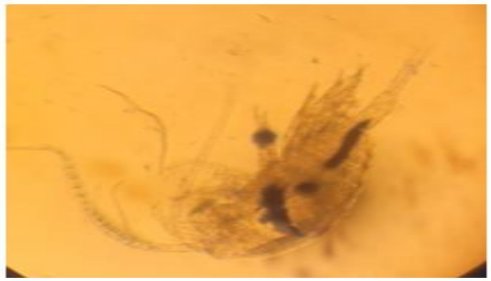
S.- Riqueza, N. Abundancia, H' Diversidad de Shanon, DM,- Indice de Margalef, J Equitatividad y D.- Dominancia de Berger

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

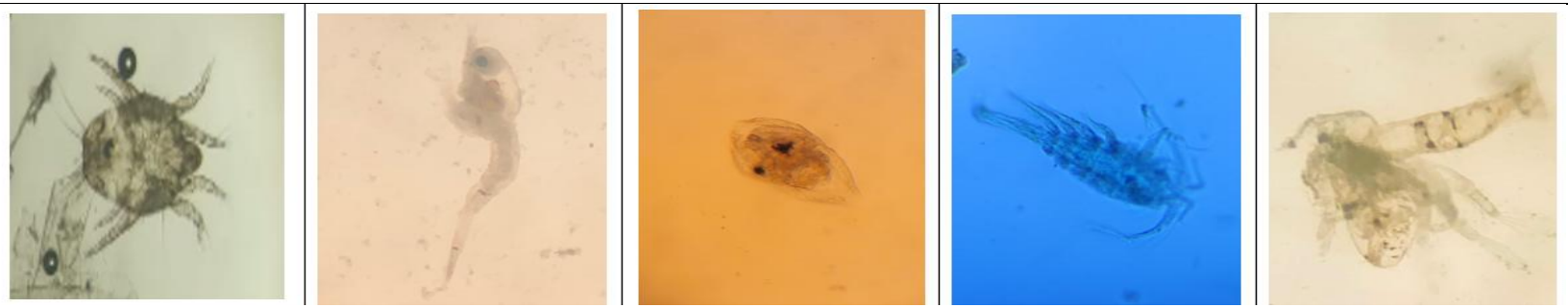
ILUSTRACIÓN IV-117 FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON

1	 *Artemia* franciscana (Kellogg, 1906), *Acartia tonsa* (Dana, 1848), *Chromadorea, Eufásido* sp. (Milne-Edwards en 1830), *Copepóda* - Larva nauplio (Thompson, 1830), *Mecynocera clau*si Thompson I.C., 1888.
2	 *Acartia tonsa* (Dana, 1848), *Temoropia sp.* (Scott, 1894), *Centropages sp.* (Krøyer, 1849, *Tectocepheus sp.* (Michael, 1880), *Copepóda* - Larva nauplio, (Thompson 1830), *Brachionus sp.* (Müller 1786), *Parvocalanus crassirostris* (Dahl F., 1894.
3	 *Acartia tonsa* (Dana, 1848), *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906), *Corycaeus speciosus* Dana, 1849, *Eufásido sp.* (Milne-Edwards en 1830), *Temoropia sp.* (Scott, 1894).

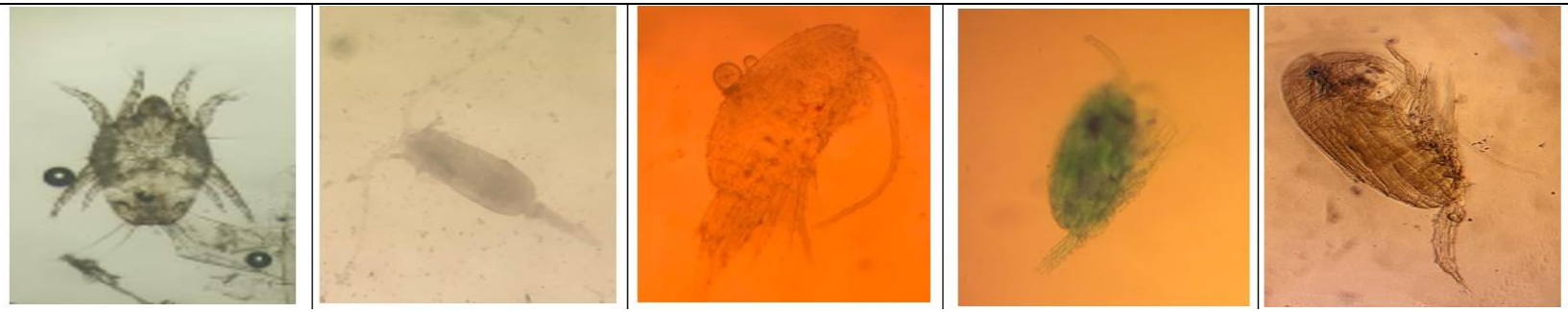
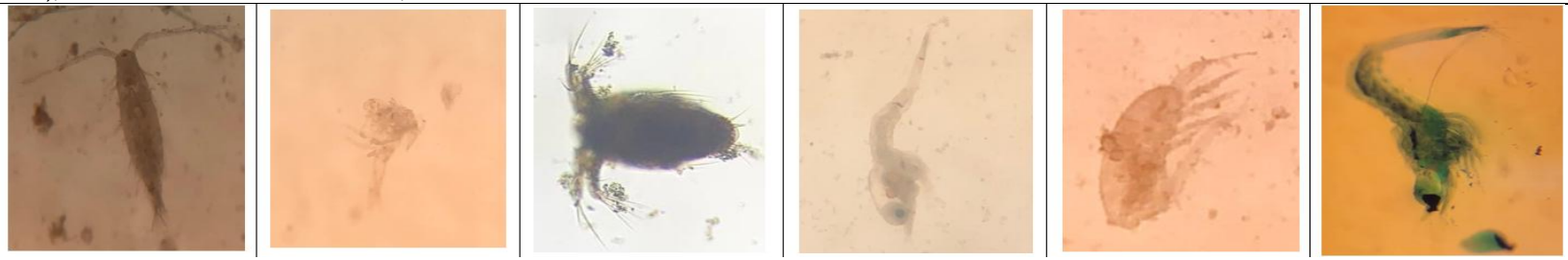
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

4	    *Copepóda - Larva nauplio, (Thompson 1830), Acartia tonsa (Dana, 1848), Temoropia sp. (Scott, 1894), Oncaea media Giesbrecht, 1891.*
5	   *Oncaea venusta Philippi, 1843, Brachionus sp. (Müller 1786), Paracalanus aculeatus Giesbrecht, 1888.*
6	     *Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830, Tectocepheus sp., Centropages sp. (Krøyer, 1849), Acartia tonsa (Dana, 1848)*

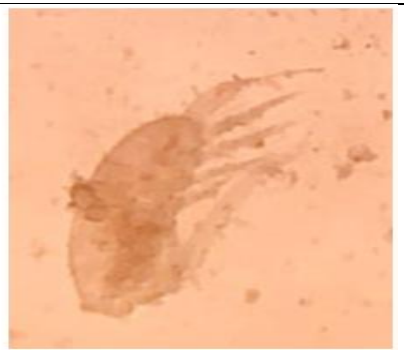
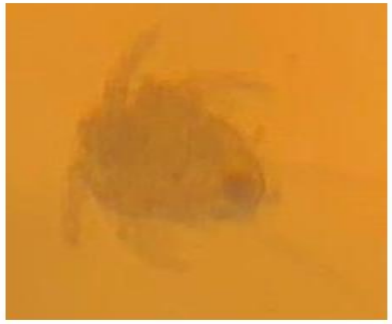
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

7	 *Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Oithona robusta Giesbrecht, 1891, Emerita sp, Eufásido sp. (Milne-Edwards en 1830), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830.*
8	 *Acartia tonsa (Dana, 1848), Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830., Eufásido sp. (Milne-Edwards en 1830), Temoropia sp.(Scott, 1894).*
9	 *Acartia tonsa (Dana, 1848), Brachionus sp. (Müller 1786), Temoropia sp. (Scott, 1894), Subeucalanus monachus (Giesbrecht, 1888), Tectocepheus sp. (Michael, 1880).*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

10	 *Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830., Centropages sp. (Krøyer, 1849), Temoropia sp. (Scott, 1894), Neocalanus gracilis (Dana, 1849-1852), Calocalanus minor Shmeleva, 1980.*
11	 *Acartia tonsa (Dana, 1848), Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830., Eufásido sp. (Milne-Edwards en 1830), Temoropia sp. (Scott, 1894), Penaeus sp.*
12	 *Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Acartia tonsa (Dana, 1848) Oithona plumifera Baird, 1843, Eufásido sp. (Milne-Edwards en 1830), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830.*

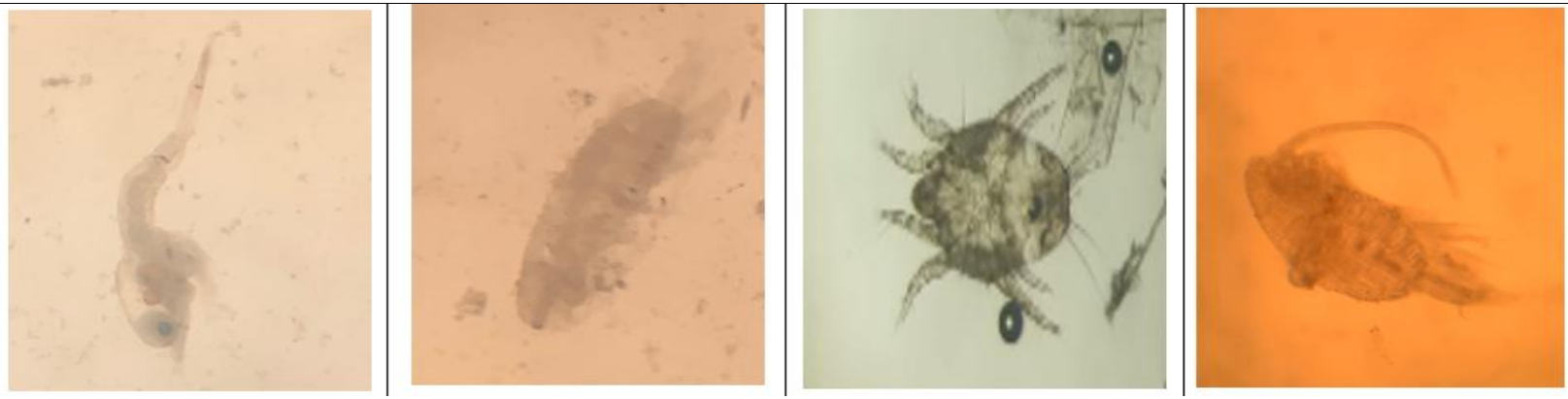
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

13	    *Acartia tonsa (Dana, 1848), Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830., Temoropia sp. (Scott, 1894).*
14	      *Acartia tonsa (Dana, 1848), Brachionus sp (Müller 1786), Clase copépoda- Especie: Acartia tonsa (Dana, 1848), Temoropia sp. (Scott, 1894), Chromadorea, Agetus typicus Krøyer, 1849.*
15	   

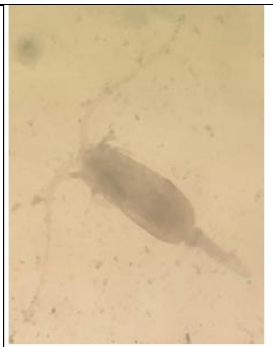
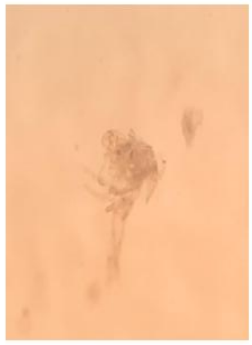
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

	Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830., Megacalanus princeps Wolfenden, 1904, Centropages sp. (Krøyer, 1849).
16	   *Acartia tonsa (Dana, 1848), Oithona robusta Giesbrecht, 1891, Centropages sp. (Krøyer, 1849).*
17	     *Acartia tonsa (Dana, 1848), Calocalanus minor Shmeleva, 1980, Oithona similis Claus, 1866, Eufásido sp. (Milne-Edwards en 1830), Temoropia sp. (Scott, 1894).*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

18	 *Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Centropages sp. (Krøyer, 1849), Temoropia sp. (Scott, 1894), Acartia tonsa Dana, 1849-1852, Macrosetella gracilis (Dana, 1846), Oithona setigera (Dana, 1849).*
19	 *Eufásido sp. (Milne-Edwards en 1830), Acartia tonsa (Dana, 1848), Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830., Temoropia sp. (Scott, 1894.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

20						
	Centropages sp. (Krøyer, 1849), Chromadorea, Copepóda - Larva nauplio, Thompson 1830., Artemia franciscana (Kellogg, 1906), Temoropia sp. (Scott, 1894), Acartia tonsa Dana, 1849-1852.					

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 55803115466

IV.3.2.5.3 Bentos en la zona del canal de Tuxpan

IV.3.2.5.3.1 Métodos y resultados

Se colectaron 20 muestras de sedimentos para analizar la composición de comunidades de bentos tal como se indica en el Cuadro IV-97.

CUADRO IV-97 SITIOS DE MUESTREO DE BENTOS Y EQUIPO

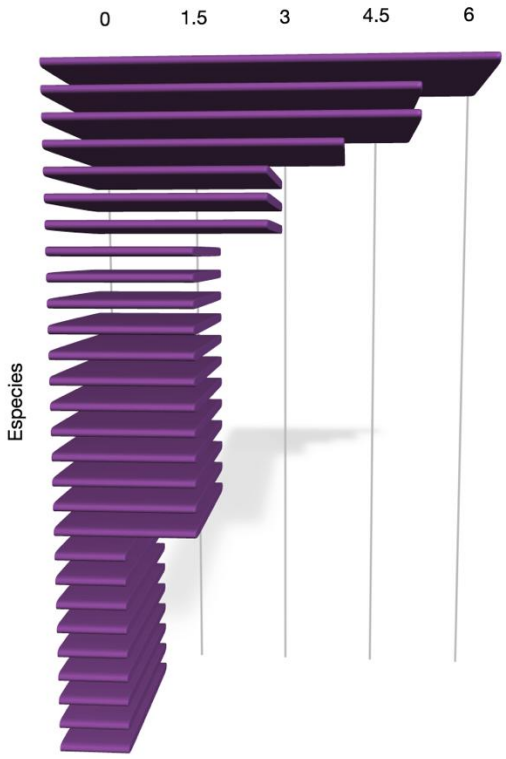
ID	Coordenadas UTM Zona 14		Equipo de Muestreo	Descrip-ción	Fijador	Clave
	X	Y				
1	666387.0358	2317253.2208	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P1
2	666903.0689	2316994.6465	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P2
3	667521.3574	2316789.8330	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P3
4	668003.1157	2316431.1295	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P4
5	668634.7288	2316454.1060	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P5
6	669317.1025	2316377.2492	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P6
7	669889.2815	2316549.8345	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P7
8	670448.1760	2316713.6105	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P8
9	670936.0375	2317086.2715	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P9
10	671555.6574	2317390.4499	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P10
11	671978.0954	2317823.1761	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P11
12	672462.9105	2318180.6871	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P12
13	672958.6594	2318555.7154	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P13
14	673614.5081	2318739.5821	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P14
15	674148.1413	2319037.5894	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P15
16	674737.7272	2319166.2748	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P16
17	675324.4211	2319357.3902	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P17
18	675876.2825	2319541.8362	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P18
19	676302.7865	2319832.4632	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P19
20	676943.6867	2320158.3136	DRAGA	LANCE	ALCOHOL	BENTOS-P20

Acorde a los análisis se determinó la presencia de 28 especies de zooplancton Tal como se muestra en el Cuadro IV-98. La gráfica de la Ilustración IV-121 muestra la importancia de las especies encontradas La mayor abundancia fue para la diatomea, Acartia tonsa con 31 ind/ ml, seguido de Temoropia sp con 23 ind/ ml, después Artemia franciscana con16 ind/ ml, seguido de Copepóda - Larva nauplio, con 16 ind/ ml y Centropages s.con 12 ind/ ml. Los sitios con mayor riqueza son el 1, seguido del 2, 11, 18, 20 y 7.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ILUSTRACIÓN IV-118 IMPORTANCIA DE LA PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON

Especie	Abundancia
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	6
Alitta succinea (Leuckart, 1847)	5
Hediste sp.	5
Natica sp. (Natica Scopoli, 1777)	4
Folinella excavata (Philippi, 1836)	3
Anadara brasiliana (Lamarck, 1819)	3
Odostomia sp (J. Fleming, 1813)	3
Anisakis sp. (Dujardin en 1845)	2
Polinices duplicatus (Thomas Say, 1822)	2
Donax sp. (Linnaeus, 1758)	2
Harpacticoida	2
Heleobia eupaludestrina (J. Mabille, 1877)	2
Megayoldia sp. (Verrill -Bush 1897)	2
Ostracoda especie 1	2
Ostracoda especie 2	2
Ostracoda especie 3	2
Physidae	2
Retusa obtusa (Montagu, 1803)	2
Strombus alatus (Gmelin, 1791)	2
Acropora sp.	1
Ammonia sp.	1
Amorphinopsis atlantica	1
Caenogastropoda	1
Crassostrea sp.	1
Lithophaga sp.	1
Periploma sp.	1
Petaloconchus sp.	1
Tejido vegetal desconocido	1



CUADRO IV-98 PRESENCIA DE ESPECIES DE FITOPLANCTON EN LOS SITOS DE MUESTREO

Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Anisakis sp. (Dujardin en 1845)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Folinella excavata (Philippi, 1836)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Polinices duplicatus (Thomas Say, 1822)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Acropora sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alitta succinea (Leuckart, 1847)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Ammonia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amorphinopsis atlantica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Anadara brasiliana (Lamarck, 1819)	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caenogastropoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Crassostrea sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Donax sp. (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Harpacticoida	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Hediste sp.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Heleobia eupaludestrina (J. Mabille, 1877)	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lithophaga sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megayoldia sp. (Verrill - Bush 1897)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natica sp. (Natica Scopoli, 1777)	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Odostomia sp (J. Fleming, 1813)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Ostracoda especie 1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda especie 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Ostracoda especie 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Periploma sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petaloconchus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Retusa obtusa (Montagu, 1803)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Strombus alatus (Gmelin, 1791)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tejido vegetal desconocido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	2	4	2	5	4	3	2	1	2	2	3	1	3	5	2	6	5	4	2

IV.3.2.5.3.2 Índice de Diversidad

En el Cuadro IV-99 se concentran los datos de diversidad, muestra una riqueza de 28 especies, el índice de Shannon-Wiener (H') varia de 0.0 a 1.609 con un promedio H de 0.79 y de Margalef de 0.62 y 2.49 con un promedio de 1.25, indicando una diversidad baja de especies, y una Equidad (J) elevada de 97.82 %. La dominancia de Berger-Parker fue de 0.5266 y la especie dominante es el foraminífero *Ammonia beccarii*, evidenciando que en ciertos sitios solo se registró una especie, mientras que en otros la diversidad fue mayor. Esto indica que las condiciones del sedimento presentan gradientes de estrés ambiental que podrían estar relacionados con la concentración de materia orgánica, la oxigenación del fondo y la presencia de contaminantes (Murray, 2006). La dominancia de especies tolerantes como *Ammonia beccarii* sugiere que, aunque el canal no se encuentra en un estado crítico

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

de deterioro, sí presenta áreas con condiciones que favorecen la sobrevivencia de organismos resistentes a perturbaciones ambientales (Chávez-Veintemilla *et al.,* 2020; Hall *et al.,* 2015).

El bento mostró la mayor variabilidad en riqueza específica ajustada, con valores altos de Margalef en algunos puntos, lo cual sugiere que ciertos sectores del Canal mantienen sedimentos en condiciones más favorables para el establecimiento de una fauna diversa. En contraste, los valores bajos de Shannon en otros sitios pueden indicar presencia de contaminación en sedimentos, acumulación de materia orgánica o condiciones de hipoxia, dado que los organismos bentónicos son altamente sensibles a alteraciones físico-químicas (Díaz & Rosenberg, 2008). Estudios en estuarios del Golfo de México han demostrado que la diversidad bentónica tiende a disminuir en zonas con alta carga de nutrientes y contaminantes, siendo reemplazada por especies tolerantes de poliquetos y bivalvos (Villalobos-Zapata *et al.,* 2010). En este sentido, el Canal de Tuxpan refleja un mosaico de condiciones ambientales, con áreas de mayor resiliencia y otras más perturbadas.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ILUSTRACIÓN IV-119 FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES DE BENTOS

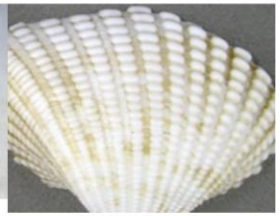
Punto 3



Alitta succinea
(Leuckart, 1847)



Ammonia beccarii
(Linnaeus, 1758)



Anadara brasiliana
(Lamarck, 1819)

Punto 4



Ammonia beccarii
(Linnaeus, 1758)



Anadara brasiliana
(Lamarck, 1819)

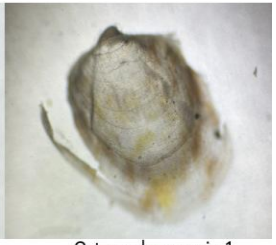
Punto 5



Hediste sp.



Ammonia beccarii
(Linnaeus, 1758)



Ostracoda especie 1

Punto 6



Anadara brasiliana
(Lamarck, 1819)

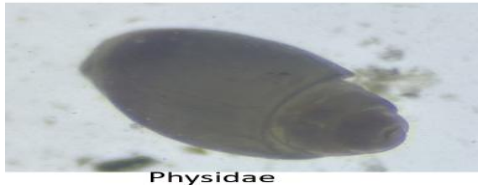


Periploma sp.



Ammonia beccarii
(Linnaeus, 1758)

Punto 9



Physidae

Punto 10



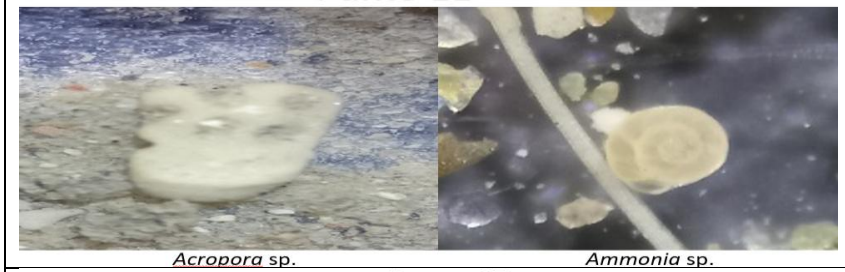
Lithophaga sp.



Tejido vegetal
desconocido

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Punto 11



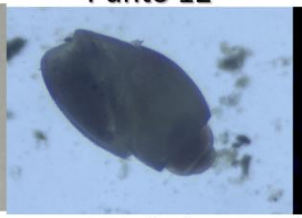
Acropora sp.

Ammonia sp.

Punto 12



Caenogastropoda



Physidae



Retusa obtusa
(Montagu, 1803)

Punto 17



Amorphinopsis atlantica



Ostracoda especie 2



Alitta succinea
(Leuckart, 1847)

Punto 18

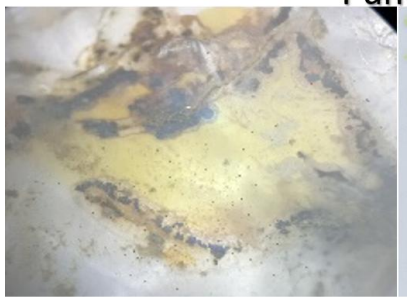


Ostracoda especie 3



Hediste sp.

Punto 19

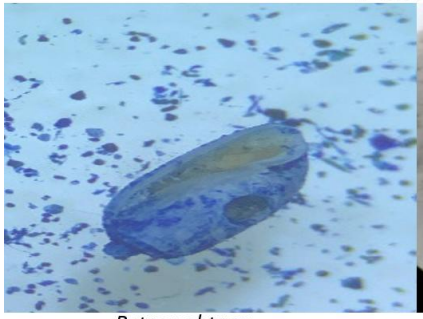


Crassostrea sp.



Ammonia beccarii
(Linnaeus, 1758)

Punto 20



Retusa obtusa
(Montagu, 1803)



Petaloconchus sp.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



CUADRO IV-99 ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE ZOOPLANCTON

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
S	2	2	3	2	3	3	3	2	1	2	2	3	1	2	5	2	3	2	3	2
N	4	2	4	2	5	4	3	2	1	2	2	3	1	3	5	2	6	5	4	2
H'	0.69	0.69	1.04	0.69	1.06	1.04	1.1	0.69	0	0.69	0.693	1.099	0	0.637	1.609	0.693	1.011	0.673	1.04	0.693
Dmg	0.72	1.44	1.44	1.44	1.24	1.44	1.82	1.44	0	1.44	1.443	1.82	0	0.91	2.485	1.443	1.116	0.621	1.443	1.443
J'	1	1	0.95	1	0.96	0.95	1	1		1	1	1		0.918	1	1	0.921	0.971	0.946	1
D	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.33	0.5	1	0.5	0.5	0.333	1	0.667	0.2	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5

S.- Riqueza, N.. Abundancia, H' Diversidad de Shanon, DM,.- Indice de Margalef, J Equitatividad y D.- Dominancia de Berger

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.3.2.5.3.3 Comparación entre grupos y panorama general

La comparación entre los tres grupos evidencia que el fitoplancton posee la mayor riqueza absoluta, mientras que el bento presenta los valores más altos de Margalef, indicando un reservorio importante de diversidad en los sedimentos. El zooplancton, aunque con menor riqueza, mantiene alta equitatividad, lo que es crucial para la estabilidad de las redes tróficas.

El predominio de valores bajos a moderados de Shannon sugiere un ambiente sujeto a estrés ambiental, pero sin llegar a un estado de colapso ecológico. Este patrón coincide con lo reportado en estuarios del Golfo de México, donde la presión por descargas de nutrientes genera un escenario de enriquecimiento moderado, con comunidades diversas pero limitadas en comparación con otros sistemas (EPA, 2015).

Además, los parámetros físicos registrados en el sitio durante la toma de muestras también ejercen influencia sobre la estructura comunitaria. La temperatura del agua, entre 23 y 25 °C, es favorable para la actividad metabólica de fitoplancton y zooplancton tropicales y subtropicales, favoreciendo la abundancia de especies dominantes (Reid *et al.,* 2000). La turbidez, con valores de 12 a 30 cm de disco Secchi, puede limitar la penetración de luz y afectar la fotosíntesis del fitoplancton, favoreciendo especies adaptadas a condiciones de menor radiación, mientras que en bentos puede afectar la oxigenación y deposición de materia orgánica en el sedimento. Adicionalmente, la presencia de brisa y palizada puede generar turbulencia y sombreamiento local, modulando la mezcla de nutrientes y la sedimentación de partículas, lo que influye en la distribución espacial y abundancia de los organismos (Hall *et al.,* 2015).

En conjunto, los resultados indican que el Canal de Tuxpan presenta una diversidad moderada en sus comunidades acuáticas, con alta equitatividad, pero dominancia de especies tolerantes a variaciones ambientales y enriquecimiento trófico. La variabilidad espacial y la influencia de factores físicos locales sugieren que algunos sectores del canal presentan condiciones menos favorables para la coexistencia de múltiples especies, subrayando la importancia de un monitoreo continuo para evaluar posibles cambios en la calidad de agua y sedimento y prevenir alteraciones más severas del ecosistema (Hallegraeff, 2010; Hall e*t al.*, 2015; Chávez-Veintemilla *et al.*, 2020).

IV.3.2.6 CARACTERIZACIÓN DE FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON Y ORGANISMO DE BENTOS EN ZONAS DE VERTIMIENTOS

Para el estudio cualitativo y cuantitativo de los organismos de bentos, se realizó un dragado en cada estación de muestreo y se tomaron muestras de sedimento el cual se tamizó para recolectar infauna (fauna o conjunto de organismos que viven entre las partículas del sedimento en el medio acuático), y la macrofauna. Las muestras se fijaron en alcohol al 70% para su traslado y las muestras se analizaron por medio de un microscopio estereoscópico y cámara fotográfica. La determinación y cuantificación de los principales grupos bentónicos se llevó a cabo con libros especializados en la taxonomía, con apoyo de especialistas de cada taxa.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

El material y equipo utilizado fue el siguiente

- Lancha
- Draga pequeña
- Juego de tamices
- Termómetro
- GPS
- Refractómetro
- Bitácoras
- Cámaras fotográficas
- Botellas de plástico
- Bolsas de Plástico
- Alcohol 70%
- Microscopio Estereoscópico

En el Cuadro IV-100 se presentan las coordenadas de los puntos de muestreos realizados en las zonas de vertimiento.

CUADRO IV-100 COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM ZONA 14 (WGS 84) DE LOS PUNTOS DE MUESTREOS PARA EL FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON Y ORGANISMOS DE BENTOS EN ZONAS DE VERTIMIENTOS

Estaciones de muestreo		Coordenadas			
		Geográficas		UTM	
Sitio	Punto de muestreo	Latitud	Longitud	X	Y
Vertimiento I	Punto 1	20° 56´ 2.86000"	97° 11´ 28.330"	688099.6717	2315947.9214
	Punto 2	20° 56´ 10.319"	97° 11´27.944"	688099.672	2316147.9210
	Punto 3	20° 56´ 3.744"	97° 11´ 21.101"	688299.672	2315947.9210
	Punto 4	20° 55´ 57.315"	97° 11´ 28.101"	688099.672	2315747.9210
	Punto 5	20° 56´ 3.890"	97° 11´ 34.944"	687899.672	2315947.9210
Vertimiento II	Punto 1	20° 54´ 10.000"	97° 12´ 16.500"	686746.7096	2312924.3832
	Punto 2	20° 54´ 17.458"	97° 12´ 16.117"	686746.7096	2312661.3832
	Punto 3	20° 54´ 10.882"	97° 12´ 9.275"	686946.7096	2312461.3832
	Punto 4	20° 54´ 4.272"	97° 12´ 16.272"	686746.7096	2312461.3832
	Punto 5	20° 54´ 10.787"	97° 12´ 23.115"	686546.7096	2312461.3832

IV.3.2.6.1 Listado de fitoplancton registrado en zonas de vertimiento

En los muestreos en campo en las zonas de vertimiento se registraron un total de 63 taxas de fitoplancton, de las cuales 62 pertenecen al Reino Chromista y una sola especie al Reino Eubacteria, tratándose de la cianobacteria *Oscillatoria* sp.

En el Reino Chromista se tienen dos Divisiones: *Dinophyta* y *Bacillariophyta*, con 25 especies y 37 especies respectivamente.

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de especies de fitoplancton registradas en las zonas de vertimiento.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



La cantidad de especies encontradas en las zonas de vertimiento es muy cercana a la cantidad de taxas reportados en el listado potencial de 70 especies de protoctistas, representando el 90 % del número de especies reportadas para el SAR.

CUADRO IV-101 LISTADO DE ESPECIES DE FITOPLANCTON REGISTRADAS EN LAS ZONAS DE VERTIMIENTOS

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Especie
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Rhaphoneidales*	*Asterionellopsidaceae*	*Asterionellopsis glacialis*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Naviculales*	*Pleurosigmataceae*	*Gyrosigma sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Hemiaulales*	*Isthmiaceae*	*Isthmia sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Leptocylindrales*	*Leptocylindraceae*	*Leptocylindrus danicus*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Leptocylindrales*	*Leptocylindraceae*	*Leptocylindrus sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Bacillariales*	*Bacillariaceae*	*Nitzschia sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Bacillariales*	*Bacillariaceae*	*Nitzschia longissima*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Naviculales*	*Pinnulariaceae*	*Pinnularia sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Naviculales*	*Pleurosigmataceae*	*Pleurosigma sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Bacillariophyceae*	*Thalassionematales*	*Thalassionemataceae*	*Thalassionema nitzschioides*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Coscinodiscales*	*Coscinodiscaceae*	*Coscinodiscus sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Guinardia flaccida*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Guinardia striata*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Neocalyptrella robusta*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Probosciaceae*	*Proboscia alata*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Pseudosolenia calcar-avis*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Rhizosolenia bergonii*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Rhizosolenia robusta*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Rhizosolenia sp. 1*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Rhizosolenia sp. 2*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Coscinodiscophyceae*	*Rhizosoleniales*	*Rhizosoleniaceae*	*Rhizosolenia sp. 3*
Eubacteria	*Cyanobacteria*	*Cyanophyceae*	*Oscillatoriales*	*Oscillatoriaceae*	*Oscillatoria sp.*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Ceratium contrarium*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Ceratium inflatum*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Ceratium macroceros*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Ceratium pentagonum*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



Reino	División	Clase	Orden	Familia	Especie
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Ceratium trichoceros*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Ceratium tripos*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratocoryaceae*	*Ceratocorys horrida*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Dinophysiales*	*Dinophysaceae*	*Dinophysis caudata*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Dinophysiales*	*Dinophysaceae*	*Dinophysis sp.*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Dinophysiales*	*Dinophysaceae*	*Dinophysis hastata*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Dinophysiales*	*Dinophysaceae*	*Ornithocercus magnificus*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Peridiniales*	*Protoperidiniaceae*	*Peridinium oceanicum*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Prorocentrales*	*Prorocentraceae*	*Prorocentrum scutellum*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Peridiniales*	*Protoperidiniaceae*	*Protoperidinium ovum*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Peridiniales*	*Protoperidiniaceae*	*Protoperidinium claudicans*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Peridiniales*	*Protoperidiniaceae*	*Protoperidinium sp.*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Peridiniales*	*Protoperidiniaceae*	*Protoperidinium sp. 1*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Peridiniales*	*Protoperidiniaceae*	*Protoperidinium sp. 2*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Pyrophacaceae*	*Pyrophacus horologium*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Pyrophacaceae*	*Pyrophacus steinii*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Tripos furca*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Tripos fusus*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Tripos karstenii*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Tripos macroceros*
Chromista	*Dinophyta*	*Dinophyceae*	*Gonyaulacales*	*Ceratiaceae*	*Tripos trichoceros*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Bacteriastrum delicatulum*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Bacteriastrum hyalinum*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Bacteriastrum sp.*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros curvisetus*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros danicus*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros decipiens*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros didymus*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros diversus*

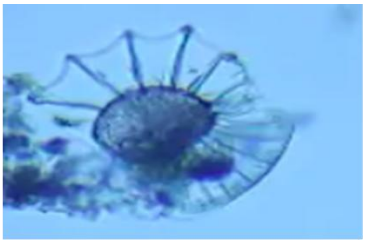
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Especie
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros peruvianus*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros sp. 1*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros sp. 2*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros sp. 3*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros sp. 4*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros sp. 5*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Chaetocerotales*	*Chaetocerotaceae*	*Chaetoceros teres*
Chromista	*Bacillariophyta*	*Mediophyceae*	*Hemiaulales*	*Hemiaulaceae*	*Hemiaulus hauckii*

A continuación, se presenta evidencia fotográfica de las especies registradas en muestreos de campo.

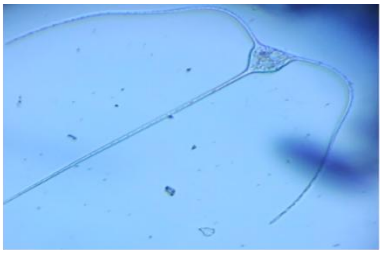
ILUSTRACIÓN IV-120 FOTOGRAFÍAS DE TAXAS IDENTIFICADOS EN EL FITOPLANCTON


Nitzchia sp.

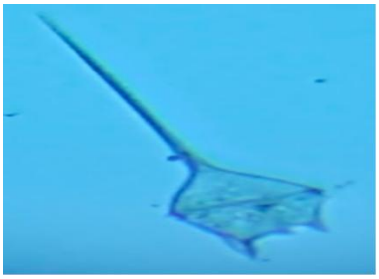

Ornithocercus magnificus, Stein (1983)

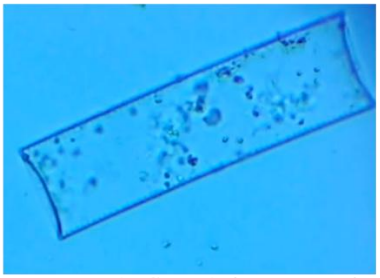

Pleurosigma sp.

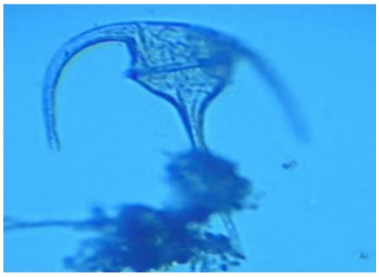

Gyrosigma sp.


Ceratium contrarium (Gourret) Pavillard, (1905)

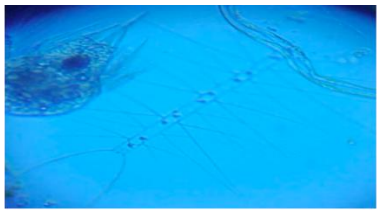

Tripos fusus (Ehrenberg) F. Gómez, (2013)


Ceratium pentagonum Gourret, 1883

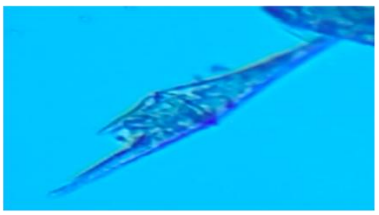

Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo 1892


Ceratium tripos (OFMüller) Nitzsch, 1817

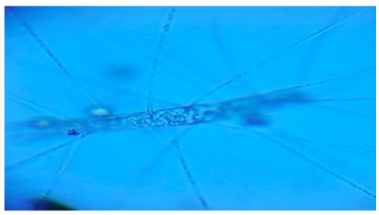
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845



Tripos furca (Ehrenberg) F. Gómez, 2013



Chaetoceros sp. 1

IV.3.2.6.2 Listado de zooplancton registrado en zonas de vertimiento

En los muestreos en campo en las zonas de vertimiento se registraron un total de 36 taxas de zooplancton, distribuidos en los *Phylum Annelida*, *Arthropoda, Chaetognatha, Chordata.*

En el *Phulum Annelida* únicamente se registró un taxa identificado hasta la categoría de familia, correspondiente a Tubificidae. Mismo caso ocurrió con los *Chaetognatha*, registrando un único taxa identificado hasta nivel de género el cual es *Sagitta* de la familia Sagittidae.

En el grupo de los *Chordata* se encontraron dos taxa identificados hasta nivel género: *Megalocercus* y *Oikopleura*, ambos de la familia *Oikopleuridae*.

Para los *Arthropoda*, se registraron un total de 32 especies distribuidas en 17 familias, cinco órdenes, y dos clases del *Subphylum Crustacea*.

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de especies de zooplancton registradas en las zonas de vertimiento.

CUADRO IV-102 LISTADO DE ESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADAS EN LAS ZONAS DE VERTIMIENTOS

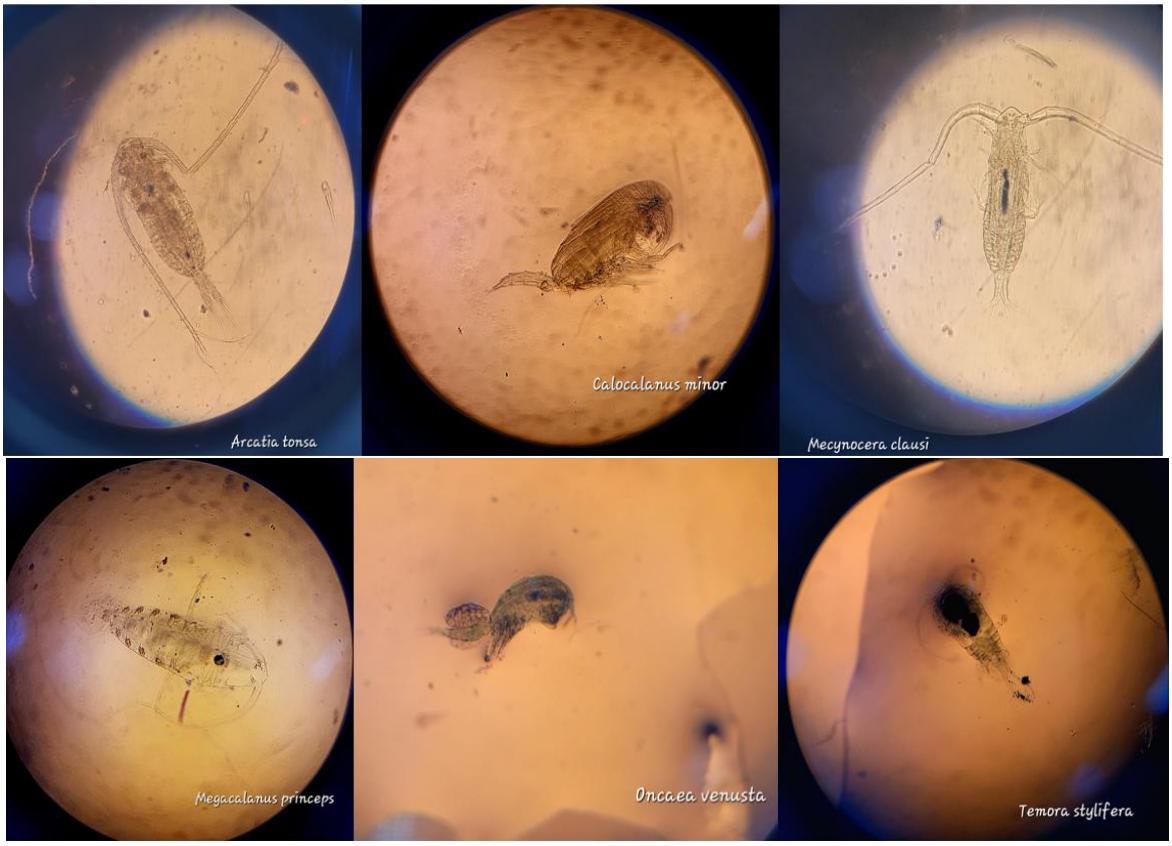
Phylum	Subphylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Acartiidae*	*Acartia tonsa*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Corycaeidae*	*Agetus typicus*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Paracalanidae*	*Calocalanus minor*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Corycaeidae*	*Corycaeus clausi*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Corycaeidae*	*Corycaeus flaccus*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Corycaeidae*	*Corycaeus speciosus*
Arthropoda	*Crustacea*	*Malacostraca*	*Decapoda*	*Disciadidae*	*Discias atlanticus*
Arthropoda	*Crustacea*	*Malacostraca*	*Decapoda*	*Hippidae*	*Emerita sp.*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Corycaeidae*	*Farranula gracilis*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Herpacticoida*	*Macrosetella gracilis*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Paracalanidae*	*Mecynocera clausi*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Paracalanidae*	*Mecynocera sp.*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Megacalanidae*	*Megacalanus princeps*
Chordata	*Tunicata*	*Appendicularia*	*Copelata*	*Oikopleuridae*	*Megalocercus sp.*
Annelida	*N.A.*	*Clitellata*	*Haplotaxida*	*Tubificidae*	*No identificada*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoida*	*Calanidae*	*Neocalanus gracilis*
Chordata	*Tunicata*	*Appendicularia*	*Copelata*	*Oikopleuridae*	*Oikopleura sp.*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Oithonidae*	*Oithona plumifera*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Oithonidae*	*Oithona robusta*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Oithonidae*	*Oithona setigera*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Oithonidae*	*Oithona similis*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Oithonidae*	*Oithona sp.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Phylum	Subphylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Oncaeidae*	*Oncaea media*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Oncaeidae*	*Oncaea venusta*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Cyclopoida*	*Corycaeidae*	*Onychocorycaeus catus*
Arthropoda	*Crustacea*	*Malacostraca*	*Decapoda*	*Palaemonidae*	*Palaemon sp.*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Paracalanidae*	*Paracalanus aculeatus*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Paracalanidae*	*Parvocalanus crassirostris*
Arthropoda	*Crustacea*	*Malacostraca*	*Decapoda*	*Penaeidae*	*Penaeus sp.*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Pontellidae*	*Pontellopsis sp.*
Chaetognatha	*N.A.*	*Sagittoidea*	*Aphragmophora*	*Sagittidae*	*Sagitta sp.*
Arthropoda	*Crustacea*	*Malacostraca*	*Stygiomysida*	*Stygiomysidae*	*Stygiomysis sp*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Eucalanidae*	*Subeucalanus monachus*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Temoridae*	*Temora sp.*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Temoridae*	*Temora stylifera*
Arthropoda	*Crustacea*	*Copepoda*	*Calanoidea*	*Temoridae*	*Temora turbinata*

A continuación, se presenta evidencia fotográfica de las especies registradas en muestreos de campo.

ILUSTRACIÓN IV-121FOTOGRAFÍAS DE TAXAS IDENTIFICADOS EN EL ZOOPLANCTON



IV.3.2.6.3 Listado de especies de bentos registrado en zonas de vertimiento

De acuerdo con los con los registros obtenidos en campo, en las zonas de vertimiento se encontraron se han registrado un total de 15 taxas pertenecientes a dos Reinos y seis Phylum distintos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

A continuación se mención de las especies encontradas del Reino Animalia: para el Phylum Arthropoda se registró a la especie *Melita planaterga* de la familia Melitidae, y una especie no identificada de la familia Miraciidae; en el Phylum Mollusca se encontraron once taxas, de las cuales tres fueron identificadas a nivel de especie (*Anadara brasiliana, Retusa obtusa* y *Tagelus plebeius*), siete de ellos identificados hasta nivel de género, mientras que otro ejemplar no pudo ser identificado; del Phylum Cnidaria se registró un taxa identificado hasta el Género *Amoniaco* de la familia Acroporidae; en el Phylum Porifera se identificó a la especie denominada Amorfinopsis atlántica; y para el caso del *Phylum Chaetognatha* se encontró un taxa identificado hasta nivel familia (Sagittidae).

Del Reino Protista, representado por el *Phylum Foraminifera*, únicamente se registró un taxa del género *Amoniaco* de la familia Ammonidae. En el Cuadro IV-103, se enlistan las especies de bentos encontradas en los sitios muestreados.

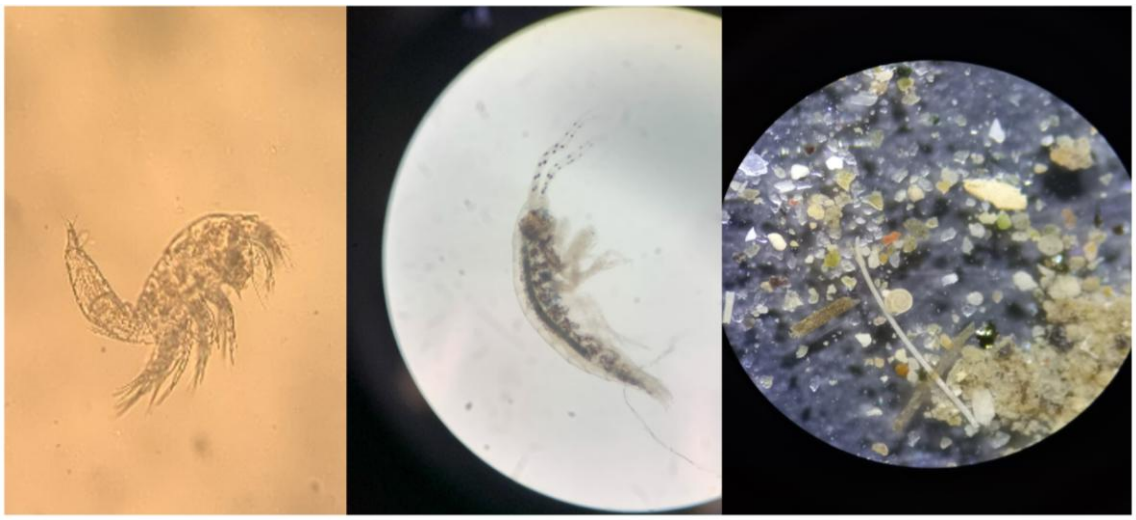
CUADRO IV-103 LISTADO DE ESPECIES DE BENTOS REGISTRADOS EN LAS ZONAS DE VERTIMIENTOS

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Animalia	*Arthropoda*	*Copepoda*	*Harpacticoida*	*Miraciidae*	*No identificada*
Animalia	*Arthropoda*	*Malacostraca*	*Anfipoda*	*Melitidae*	*Melita planaterga*
Protista	*Foraminifera*	*Globothalamea*	*Rotaliida*	*Ammonidae*	*Amoniaco sp.*
Animalia	*Mollusca*	*Bivalvia*	*Mitilida*	*Mytilidae*	*Lithophaga sp.*
Animalia	*Mollusca*	*Bivalvia*	*Ostreida*	*Ostreidae*	*Ostrea sp.*
Animalia	*Mollusca*	*Bivalvia*	*Venerida*	*Cyrenoididae*	*Polymesoda sp*
Animalia	*Mollusca*	*Bivalvia*	*Carditida*	*Astartidae*	*Astarte sp.*
Animalia	*Mollusca*	*Bivalvia*	*Anomalodesmata*	*Periplomatidae*	*Periploma sp.*
Animalia	*Mollusca*	*Gasteropoda*	*Littorinimorpha*	*Vermetidae*	*Petaloconchus sp.*
Animalia	*Mollusca*	*Desconocida*			
Animalia	*Mollusca*	*Gasteropoda*	*Littorinimorpha*	*Vermetidae*	*Vermetus sp.*
Animalia	*Cnidaria*	*Antozoa*	*Escleractinia*	*Acroporidae*	*Amoniaco sp.*
Animalia	*Porifera*	*Demospongiae*	*Suberitidae*	*Halichondriidae*	*Amorfinopsis atlantica*
Animalia	*Mollusca*	*Bivalvia*	*Cardida*	*Solecurtidae*	*Tagelus plebeius*
Animalia	*Mollusca*	*Bivalvia*	*Arcidae*	*Arcidae*	*Anadara brasiliana*
Animalia	*Chaetognatha*	*Sagitario*	*Afragmophora*	*Sagittidae*	*No identificada*
Animalia	*Mollusca*	*Gasteropodos*	*Cephalaspidea*	*Retusidae*	*Retusa obtusa*

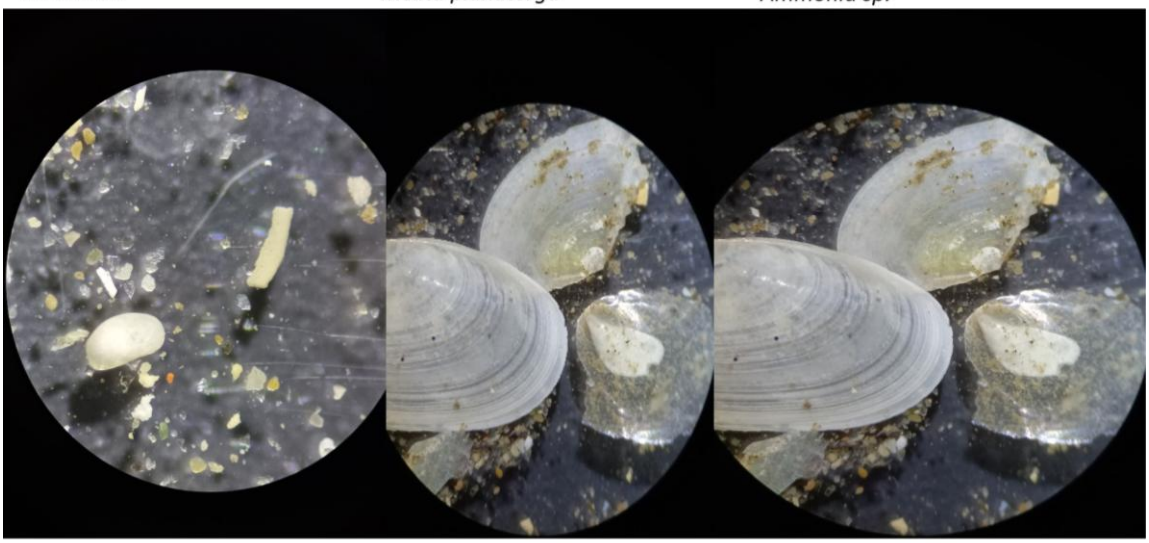
A continuación, se presenta evidencia fotográfica de las especies registradas en muestreos de campo en los sitios de vertimientos presentan serio deterioro y presencia de hidrocarburos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ILUSTRACIÓN IV-122 FOTOGRAFÍAS DE TAXAS IDENTIFICADOS EN ECOSISTEMA DE BENTOS

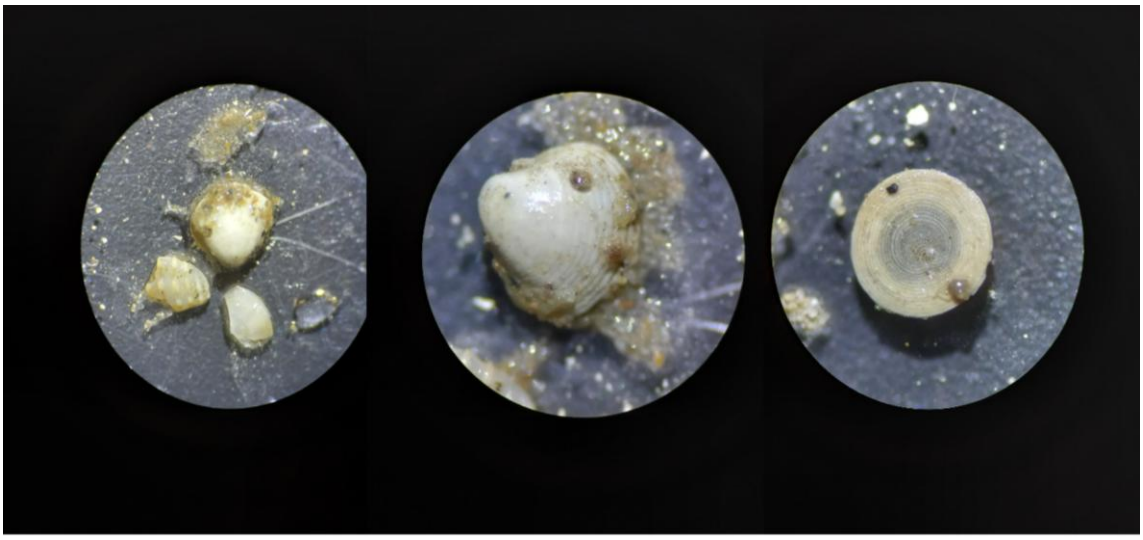


Miraciidae | *Melita planaterga* | *Ammonia sp.*

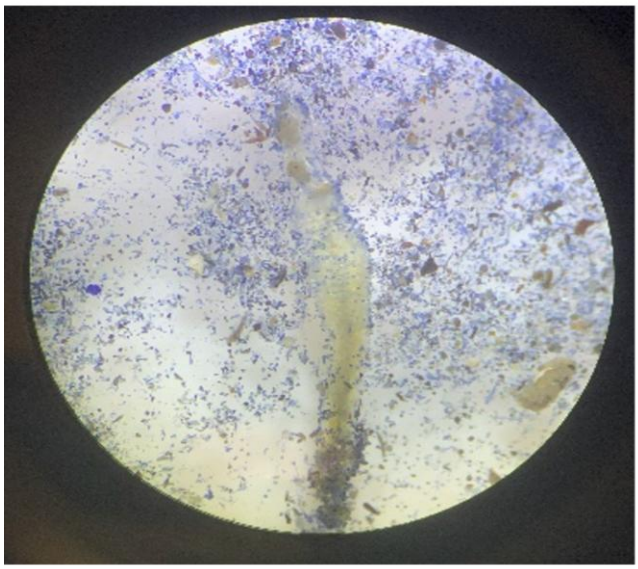


Lithophaga sp. | *Lithophaga sp.* | *Ostrea sp.*

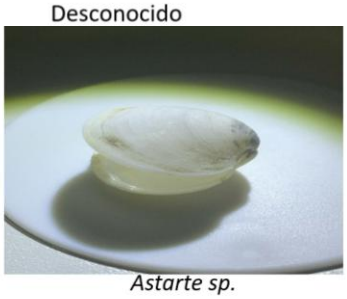
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



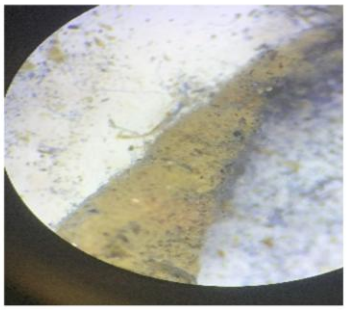
Astarte sp. *Polymesoda sp.* Desconocido



Chaetognatha



Astarte sp.



Amorphinopsis atlantica

IV.3.2.6.4 Resultados de análisis de diversidad

IV.3.2.6.5 Análisis de diversidad de fitoplancton en las zonas de vertimiento

En los muestreos de campo en las zonas de vertimiento se obtuvo una riqueza de 63 especies de fitoplancton. Cabe aclarar que la muestras se analizaron en alícuotas de 10 ml y 1000 ml. Como resultados se obtuvo un índice de Shannon-Wiener (H') de 3.856 indicando una alta diversidad de especies, y una Equidad (J) del 93.1 % muy cercana a su diversidad máxima (Hmax) de 4.143 señalando que la mayoría de las especies son igualmente abundantes. El índice de Margalef igualmente señala una diversidad media-alta con valor de 4.686 cercana a 5, mientras que el índice de Dominancia Berger & Park, con valor de

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



0.057, indica una diversidad alta y una muy baja dominancia de la especie más abundante, que en este caso es *Guinardia striata*.

CUADRO IV-104 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE FITOPLANCTON EN ZONAS DE VERTIMIENTOS

No.	Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Ab.	Pi	LnPi	Pi*Ln Pi
1	Asterionellopsis glacialis	0	4000	3000	3000	3000	5000	0	0	0	0	18000	0.032	-3.434	0.111
2	Bacteriastrum delicatulum	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	1000	0.002	-6.324	0.011
3	Bacteriastrum hyalinum	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0	2000	0.004	-5.631	0.020
4	Bacteriastrum sp.	0	0	0	5000	0	0	0	0	0	0	5000	0.009	-4.715	0.042
5	Ceratium contrarium	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000	0.007	-4.938	0.035
6	Ceratium inflatum	0	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	3000	0.005	-5.226	0.028
7	Ceratium macroceros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	3000	0.005	-5.226	0.028
8	Ceratium pentagonum	1000	4000	1000	2000	4000	0	0	2000	0	0	14000	0.025	-3.685	0.092
9	Ceratium trichoceros	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	0	2000	0.004	-5.631	0.020
10	Ceratium tripos	3000	0	4000	4000	3000	3000	0	1000	2000	0	20000	0.036	-3.329	0.119
11	Ceratocorys horrida	0	0	4000	2000	1000	0	0	0	0	0	7000	0.013	-4.378	0.055
12	Chaetoceros curvisetus	0	0	0	1000	0	2000	0	0	0	0	3000	0.005	-5.226	0.028
13	Chaetoceros danicus	2000	4000	1000	2000	5000	2000	3000	5000	0	0	24000	0.043	-3.146	0.135
14	Chaetoceros decipiens	0	3000	0	3000	0	1000	0	3000	4000	0	14000	0.025	-3.685	0.092
15	Chaetoceros didymus	4000	1000	3000	2000	5000	2000	0	5000	0	1000	23000	0.041	-3.189	0.131
16	Chaetoceros diversus	0	2000	0	4000	0	0	0	0	0	0	6000	0.011	-4.533	0.049
17	Chaetoceros peruvianus	0	2000	1000	0	3000	5000	0	0	0	0	11000	0.020	-3.926	0.077
18	Chaetoceros sp. 1	5000	0	0	0	5000	0	0	0	0	0	10000	0.018	-4.022	0.072
19	Chaetoceros sp. 2	0	1000	4000	0	0	0	0	0	0	0	5000	0.009	-4.715	0.042
20	Chaetoceros sp. 3	0	5000	0	0	0	0	0	5000	0	0	10000	0.018	-4.022	0.072
21	Chaetoceros sp. 4	0	0	0	3000	4000	0	0	2000	0	0	9000	0.016	-4.127	0.067
22	Chaetoceros sp. 5	0	0	0	0	0	3000	0	0	0	0	3000	0.005	-5.226	0.028
23	Chaetoceros teres	0	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	3000	0.005	-5.226	0.028
24	Coscinodiscus sp.	0	2000	4000	0	0	1000	0	0	0	2000	9000	0.016	-4.127	0.067
25	Dinophysis caudata	0	2000	0	4000	0	0	0	0	0	4000	10000	0.018	-4.022	0.072

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



No.	Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Ab.	Pi	LnPi	Pi*Ln Pi
26	Dinophysis sp.	0	0	4000	0	0	0	0	0	0	0	4000	0.007	-4.938	0.035
27	Dinophysis hastata	0	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	0.002	-6.324	0.011
28	Guinardia flaccida	5000	0	0	2000	0	0	0	3000	0	3000	13000	0.023	-3.759	0.088
29	Guinardia striata	0	4000	4000	5000	4000	3000	1000	3000	4000	4000	32000	0.057	-2.859	0.164
30	Gyrosigma sp.	4000	5000	0	0	0	0	0	0	1000	4000	14000	0.025	-3.685	0.092
31	Hemiaulus hauckii	0	4000	1000	0	3000	0	0	0	1000	0	9000	0.016	-4.127	0.067
32	Isthmia sp.	0	2000	0	0	0	0	0	0	4000	0	6000	0.011	-4.533	0.049
33	Leptocylindrus danicus	0	5000	5000	3000	2000	0	0	0	0	0	15000	0.027	-3.616	0.097
34	Leptocylindrus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000	4000	0.007	-4.938	0.035
35	Neocalyptrella robusta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	3000	0.005	-5.226	0.028
36	Nitzschia sp.	3000	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	5000	0.009	-4.715	0.042
37	Nitzschia longissima	0	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	4000	0.007	-4.938	0.035
38	Ornithocercus magnificus	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	0.002	-6.324	0.011
39	Oscillatoria sp.	0	3000	2000	4000	1000	5000	0	0	3000	0	18000	0.032	-3.434	0.111
40	Peridinium oceanicum	0	4000	2000	0	0	0	0	0	0	0	6000	0.011	-4.533	0.049
41	Pinnularia sp.	0	0	2000	0	0	0	0	3000	0	0	5000	0.009	-4.715	0.042
42	Pleurosigma sp.	4000	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	9000	0.016	-4.127	0.067
43	Proboscia alata	0	0	4000	1000	2000	1000	0	0	1000	2000	11000	0.020	-3.926	0.077
44	Prorocentrum scutellum	0	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	2000	0.004	-5.631	0.020
45	Protoperidinium ovum	0	0	0	4000	0	0	0	0	0	0	4000	0.007	-4.938	0.035
46	Protoperidinium claudicans	0	2000	0	0	3000	0	0	0	0	0	5000	0.009	-4.715	0.042
47	Protoperidinium sp.	0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0.005	-5.226	0.028
48	Protoperidinium sp. 1	0	0	0	0	0	5000	0	0	0	0	5000	0.009	-4.715	0.042
49	Protoperidinium sp. 2	0	0	0	5000	0	3000	0	0	0	0	8000	0.014	-4.245	0.061
50	Pseudosolenia calcar-avis	0	0	4000	0	5000	4000	1000	3000	0	0	17000	0.030	-3.491	0.106
51	Pyrophacus horologium	0	0	0	4000	0	0	0	0	0	0	4000	0.007	-4.938	0.035

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



No.	Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Ab.	Pi	LnPi	Pi*Ln Pi
52	Pyrophacus steinii	0	0	4000	0	0	0	0	0	0	0	4000	0.007	-4.938	0.035
53	Rhizosolenia bergonii	0	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	3000	0.005	-5.226	0.028
54	Rhizosolenia robusta	0	0	0	0	0	5000	0	0	0	4000	9000	0.016	-4.127	0.067
55	Rhizosolenia sp. 1	0	3000	0	3000	0	5000	0	0	0	0	11000	0.020	-3.926	0.077
56	Rhizosolenia sp. 2	0	0	0	5000	0	0	0	1000	0	0	6000	0.011	-4.533	0.049
57	Rhizosolenia sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	3000	0.005	-5.226	0.028
58	Thalassionema nitzschioides	0	3000	2000	5000	4000	1000	0	0	0	0	15000	0.027	-3.616	0.097
59	Tripos furca	5000	3000	0	0	1000	4000	0	3000	5000	4000	25000	0.045	-3.105	0.139
60	Tripos fusus	2000	4000	4000	2000	3000	5000	0	2000	5000	2000	29000	0.052	-2.957	0.154
61	Tripos karstenii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	2000	0.004	-5.631	0.020
62	Tripos macroceros	0	1000	3000	0	5000	3000	0	2000	0	0	14000	0.025	-3.685	0.092
63	Tripos trichoceros	0	3000	4000	0	0	0	0	2000	0	1000	10000	0.018	-4.022	0.072
TOTAL		70000	20000	21000	24000	18000	35000	1000	16000	10000	16000	558000	0.30107527	H'	3.856
														S	63
														Hmax	4.143
														J	0.931
														Dmg	4.686
														B&P	0.057

Comparando los resultados de cada uno de los sitios se observa que el sitio de muestreo T2 presentó la mayor riqueza de especies con 30 taxas, la mayor abundancia con 91,000 registros en alícuota de 1000 ml, la mayor diversidad H' con valor de 3.309 y diversidad de Margalef con 2.54. Por el contrario, el sitio T7 tiene la menor riqueza (tres especies), menor abundancia (5000 registros), menor diversidad H' (0.95) y menor diversidad de Margalef (0.23).

Nueve de diez sitios presentan una equidad (J) superior al 90% y únicamente el sitio T7 presenta una equidad del 80 %, siendo el sitio con menor uniformidad en su abundancia.

CUADRO IV-105 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE FITOPLANCTON POR SITIO DE MUESTREO

Índice		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Riqueza	*S*	13	30	24	24	20	22	3	18	11	16
Abundancia	*N*	43000	91000	72000	82000	66000	70000	5000	49000	32000	46000
Diversidad de Shannon	*H'*	2.466	3.309	3.084	3.178	2.902	2.971	0.9503	2.787	2.253	2.698

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Índice		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Diversidad de Margalef	*Dmg*	1.125	2.54	2.056	2.21	1.712	1.882	0.2348	1.574	0.964	1.397
Equidad	*J*	0.962	0.973	0.97	0.976	0.969	0.9611	0.865	0.964	0.94	0.9732
Dominancia de Berger & Parker	*B&P*	0.116	0.055	0.069	0.061	0.076	0.0714	0.6	0.102	0.156	0.08696

IV.3.2.6.6 Análisis de diversidad de zooplancton en las zonas de vertimiento

En los muestreos de campo en las zonas de vertimiento se obtuvo una riqueza de 36 especies de fitoplancton. Cabe aclarar que la muestras se analizaron en alícuotas de 100 ml y 1000 ml. Como resultados se obtuvo un índice de Shannon-Wiener (H') de 3.007 indicando una alta diversidad de especies, y una Equidad (J) del 83.9 % sin llegar a su diversidad máxima (Hmax) de 3.584 señalando que la gran parte de las especies son igualmente abundantes. El índice de Margalef señala una diversidad media-alta con valor de 4.626 cercana a 5, mientras que el índice de Dominancia Berger & Park, con valor de 0.207, indica una diversidad alta y una baja dominancia de la especie más abundante, que en este caso es *Sagitta* sp.

CUADRO IV-106 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ZOOPLANCTON EN ZONAS DE VERTIMIENTOS

No.	Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Ab	Pi	LnPi	Pi*LnPi
1	Naididae	10	30	20	0	10	0	0	0	0	0	70	0.036	-3.317	0.120
2	*Acartia tonsa*	0	0	0	30	10	10	10	0	0	0	60	0.031	-3.471	0.108
3	*Neocalanus gracilis*	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
4	*Subeucalanus monachus*	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0.010	-4.570	0.047
5	*Megacalanus princeps*	0	20	0	10	0	0	0	0	10	0	40	0.021	-3.876	0.080
6	*Calocalanus minor*	0	10	0	50	0	0	30	0	0	20	110	0.057	-2.865	0.163
7	*Mecynocera* sp.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
8	*Mecynocera clausi*	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
9	*Paracalanus aculeatus*	0	0	0	30	20	0	10	0	60	0	120	0.062	-2.778	0.173
10	*Parvocalanus crassirostris*	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
11	*Pontellopsis* sp.	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
12	*Temora turbinata*	30	0	0	110	30	0	0	0	20	10	200	0.104	-2.267	0.235
13	*Temora stylifera*	0	20	30	50	0	0	0	0	0	0	100	0.052	-2.960	0.153
14	*Temora* sp.	10	0	20	0	0	0	0	0	0	0	30	0.016	-4.164	0.065
15	*Farranula gracilis*	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
16	*Agetus typicus*	0	0	0	10	10	0	10	10	0	0	40	0.021	-3.876	0.080
17	*Corycaeus clausi*	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
18	*Corycaeus flaccus*	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
19	*Corycaeus speciosus*	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
20	*Onychocorycaeus catus*	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
21	*Oithona plumifera*	10	10	0	30	0	0	10	0	0	0	60	0.031	-3.471	0.108

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



No.	Especies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Ab	Pi	LnPi	Pi*LnPi
22	*Oithona robusta*	10	0	10	10	10	0	0	20	10	0	70	0.036	-3.317	0.120
23	*Oithona setigera*	20	0	0	30	20	20	0	10	0	20	120	0.062	-2.778	0.173
24	*Oithona similis*	0	0	0	20	10	0	10	0	10	0	50	0.026	-3.653	0.095
25	*Oithona* sp.	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	20	0.010	-4.570	0.047
26	*Oncaea media*	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	40	0.021	-3.876	0.080
27	*Oncaea venusta*	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	20	0.010	-4.570	0.047
28	*Macrosetella gracilis*	10	0	0	0	10	0	0	0	20	10	50	0.026	-3.653	0.095
29	*Penaeus* sp.	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
30	*Emerita* sp.	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
31	*Palaemon* sp.	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0.021	-3.876	0.080
32	*Discias atlanticus*	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
33	*Stygiomysis sp*	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0.005	-5.263	0.027
34	*Sagitta* sp.	20	0	0	0	0	190	80	20	70	20	400	0.207	-1.574	0.326
35	*Megalocercus* sp.	0	40	20	0	0	0	0	0	0	0	60	0.031	-3.471	0.108
36	*Oikopleura* sp.	0	50	20	0	0	0	0	0	0	0	70	0.036	-3.317	0.120
TOTAL		100	160	60	130	70	210	110	50	110	50	1930	1.000	**H'**	**3.007**
														S	**36**
														Hmax	**3.584**
														J	**0.839**
														Dmg	**4.626**
														B&P	**0.031**

Comparando los resultados de cada uno de los sitios se observa que el sitio de muestreo T4 presentó la mayor riqueza de especies con 18 taxas, la mayor abundancia con 470 registros en alícuota de 1000 ml, la mayor diversidad H' con valor de 2.578 y diversidad de Margalef con 2.763. Los sitios T6, T8 y T10 presentan la menor riqueza con 6 taxa.

La menor diversidad se observó en los sitios T8 y T10: para el índice de Shannon presentan valores de 1.55 y 1.56 y en el índice de Margalef se obtuvo valores de 0.94 y 0.91 respectivamente.

En el índice de equidad (J), cinco de los 10 sitios de muestreo presentan un porcentaje mayor al 90%.

CUADRO IV-107 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ZOOPLANCTON POR SITIO DE MUESTREO

Índice		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Riqueza	S	11	10	7	18	11	5	9	5	7	5
Abundancia	N	160	240	130	470	150	250	180	70	200	80
Diversidad de Shannon	H'	2.307	2.128	1.885	2.578	2.303	0.8702	1.783	1.55	1.639	1.56

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Índice		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Diversidad de Margalef	Dmg	1.97	1.642	1.233	2.763	1.996	0.7244	1.541	0.9415	1.132	0.9128
Equidad	J	0.962	0.9241	0.9686	0.8918	0.9606	0.5407	0.8115	0.963	0.842	0.969
Dominancia de Berger & Parker	B&P	0.1875	0.2083	0.2308	0.234	0.2	0.76	0.4444	0.2857	0.35	0.25

IV.3.2.6.7 Análisis de diversidad de bentos en las zonas de vertimiento

En los muestreos de campo en las zonas de vertimiento se obtuvo una riqueza de 17 especies de bentos. Como resultados se obtuvo un índice de Shannon-Wiener (H') de 2.833 indicando una media-alta diversidad de especies, y una Equidad (J) del 96.1 % sin llegar a su diversidad máxima (Hmax) de 2.833 señalando que la mayoría de las especies son igualmente abundantes. El índice de Margalef señala una diversidad media-alta con valor de 4.752 cercana a 5, mientras que el índice de Dominancia Berger & Park, con valor de 0.103, indica una diversidad alta y una baja dominancia de los taxas más abundantes, que en este caso son *Amoniaco* sp, *Lithophaga* sp, *Polymesoda* sp. y *Astarte* sp.

CUADRO IV-108 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE BENTOS EN ZONAS DE VERTIMIENTOS

No.	Especies		T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	Ab	Pi	LnPi	Pi*LnPi
1	*Miraciidae*	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.069	-2.674	0.184
2	*Melita planaterga*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
3	*Amoniaco sp.*	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.103	-2.269	0.235
4	*Lithophaga sp.*	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0.103	-2.269	0.235
5	*Ostrea sp.*	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0.069	-2.674	0.184
6	*Polymesoda sp.*	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.103	-2.269	0.235
7	*Astarte sp.*	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0.103	-2.269	0.235
8	*Periploma sp.*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
9	*Petaloconchus sp.*	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0.069	-2.674	0.184
10	*Desconocido*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
11	*Vermetus sp.*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
12	*Acropora sp.*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
13	*Amorfinopsis atlantica*	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0.069	-2.674	0.184
14	*Tagelus plebeius*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
15	*Anadara brasiliana*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
16	*Sagitario sp.*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
17	*Retusa obtusa*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.034	-3.367	0.116
TOTAL		10	10	3	0	3	0	0	3	0	0	29	1.000	H'	2.721
														S	17
														Hmax	2.833
														J	0.961
														Dmg	4.752

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

No.	Especies		T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	Ab	Pi	LnPi	Pi*LnPi
														B&P	0.103

Comparando los resultados de cada uno de los sitios se observa que el sitio de muestreo T2 presentó la mayor riqueza de especies con 10 taxas, la mayor abundancia con 10 registros, la mayor diversidad H' con valor de 2.303 y diversidad de Margalef con 3.909. Los sitios T4, T6, T7, T9 y T10 no presentaron ningún registro

CUADRO IV-109 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE BENTOS POR SITIO DE MUESTREO

Índice		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Riqueza	S	7	10	3	0	3	0	0	3	0	0
Abundancia	N	10	10	3	0	3	0	0	3	0	0
Diversidad de Shannon	H'	1.887	2.303	1.099	0	1.099	0	0	1.099	0	0
Diversidad de Margalef	Dmg	2.606	3.909	1.82	0	1.82	0	0	1.82	0	0
Equidad	J	0.9696	1	1	0	1	0	0	1	0	0
Dominancia de Berger & Parker	B&P	0.2	0.1	0.3333	0	0.3333	0	0	0.3333	0	0

IV.3.2.6.8 Presencia de especies de peces

En el mes de agosto de 2023 se realizaron arrastres con redes agalleras para los muestreos de peces con una longitud de 100 m por 1.5 m de ancho con apertura de luz malla de 1,5 pulgadas. Realizando el tendido de la red con el uso de una lancha con motor fuera de borda, la colecta de peces será con luz de día entre (10:00 y 16:00 hrs) en cinco puntos de muestreo. Son embargo en los arrastres no fueron encontrados ejemplares de peces.

IV.3.2.6.9 Condiciones ambientales de arrecife de coral

Dentro del área del SAR se encuentra contenido una parte del polígono de la zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (APFF-SALT), que incluye una porción del Arrecife Tuxpan. Ésta ANP se estableció mediante el Decreto Federal publicado el 5 de junio de 2009. Se localiza frente a las costas de los municipios de Tamiahua y Tuxpan, en el estado de Veracruz, con una superficie total de 30 mil 571-15-03.44 hectáreas, integrada por dos polígonos: el Polígono Lobos, que incluye tres formaciones arrecifales, denominadas Lobos, Medio y Blanquilla, con una superficie total de 12 mil 586-45-38.63 hectáreas, localizadas a 14 kilómetros del SAR; y el Polígono Tuxpan, que incluye tres formaciones arrecifales, conocidas como Tuxpan, Enmedio y Tanhuijo, con una superficie de 17 mil 984-69- 64.81 hectáreas y que está contenido en el SAR.

Se trata de un complejo arrecifal con geomorfología de gran potencial biológico, científico, económico, educativo, histórico, turístico y cultural, integrado por siete arrecifes tipo plataforma que, a su vez, se agrupan en dos unidades arrecifales: la primera está formada por los arrecifes Lobos, conocidos como Lobos, Medio y Blanquilla, y la segunda, formada por los Arrecifes de Tuxpan, denominados Tuxpan, Enmedio, Tanhuijo y Arrecife Pantepec.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

El APFF-SALT es el segundo ecosistema arrecifal más importante en el sur del Golfo de México, compuesto por siete arrecifes de tipo plataforma y al menos un arrecife no emergente, que se han desarrollado en los últimos 9 mil a 10 mil años.

El SALT se localiza en la zona noroccidental de la cuenca del Golfo de México. A su vez, la provincia fisiográfica es denominada Región Continental, e incluye a la Llanura Costera del Golfo Norte, también llamada Planicie Costera del Golfo (INEGI, 1983). Esta provincia está constituida por materiales de acarreo y se encuentra interrumpida por sierras aisladas, entre las que destacan las sierras de Tantima y Otontepec, así como otras elevaciones pequeñas.

El SALT agrupa siete arrecifes tipo plataforma que emergen desde los 30 metros de profundidad y cuyas llanuras arrecifales son muy someras, presentándose entre uno y dos metros. Las zonas generalmente expuestas, en especial durante los periodos de marea baja, son las correspondientes a las crestas arrecifales que limitan las llanuras arrecifales y marcan el inicio de las pendientes arrecifales hacia barlovento y sotavento.

Respecto a la geología, el ANP se encuentra localizada dentro de la Unidad Morfotectónica I, la cual se extiende desde el Río Bravo, Tamaulipas, hasta Punta Delgada, Veracruz. La unidad incluye varias provincias fisiográficas, además de la del Pánuco-Tuxpan, en la que se encuentra el ANP. Es considerada una zona de mares marginales. El material geológico de la región pertenece a las formaciones del Cenozoico marino de la cuenca sedimentaria Tampico-Misantla, la cual comprende unos 25 mil kilómetros cuadrados. Hay presentes materiales de la era Cenozoica de los periodos Terciario y Cuaternario, los cuales incluyen el Oligoceno, el Mioceno y el Reciente.

El clima, de acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), es de tipo Aw”2(e), que se interpreta como cálido subhúmedo con lluvias en verano y una marcada época seca en invierno. La temperatura media anual es de 24.4°C. Los vientos dominantes soplan de este a oeste, con periodos de viento del norte durante los meses de noviembre a marzo. Los huracanes del Golfo de México inician con un sistema depresionario en junio que crece en los siguientes cuatro meses.

El régimen de mareas es regularmente diurno, con las siguientes características: Pleamar máxima registrada de 0.833 metros; nivel de pleamar media de 0.833 metros; nivel medio del mar de 0.000 metros; nivel de la marea media de 0.033 metros; nivel de bajamar media de 0.284 metros; y bajamar mínima registrada de 0.782 metros

Dentro del SAR no se localiza ningún arrecife sin embargo los más cercanos al SAR son: arrecifes coralinos que han sido reconocidos como parte del SALT, mismos que se describen enseguida

Arrecife Tuxpan. Es el arrecife más sureño del sistema; se ubica a 12.34 kilómetros de la desembocadura del Río Tuxpan; presenta una forma elipsoide, con 500 metros de longitud en su eje norte-sur y mil 200 metros en su eje este-oeste, asimismo el arrecife Tuxpán se localiza a 7.61 Km al norte del Sitio de Tiro 1 y a 11.09 Km del Sitio de Tiro 2.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

El relieve del arrecife alcanza su mayor profundidad en el sector norte (27 metros) y la menor, en el sector ubicado en el oeste de la baliza de señalamiento, el antearrecife se localiza a 3 metros de profundidad. Martos (1993) reporta 19 especies de corales escleractinios y describe las características del relieve en cuatro sectores del arrecife, señalando que los corales masivos tienen los valores de importancia más altos. Martos y Cuervo (1995) reportan un número mayor de escleratíneos, con 24 especies.

Arrecife Enmedio. Se localiza a 14 kilómetros de la desembocadura del Río Tuxpan y es uno de los arrecifes más pequeños del sistema. Su longitud es de 1.06 kilómetros y su anchura de 0.48 metros. La llanura arrecifal tiene una profundidad variable, que en algunos casos supera los dos metros; Antonio Cruz 2009, reportó 18 especies de coral, como son colonias de *Acropora palmata* y *Millepora alcicornis*, así como un parche de *Plexaura homomalla*. La pendiente de barlovento es suave y está cubierta de roca coralina, en la que las colonias de corales incrustantes son escasas. En sotavento dominan las especies *Montastraea annularis*, *Colpophyllia natans* y *Siderastrea siderea*. Es uno de los arrecifes con pendiente más abrupta, además de que la llanura arrecifal es la más profunda del sistema. Entre este arrecife y la costa se localiza la monoboya de abastecimiento de la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos.

Arrecife Tanhuijo. Se localiza a 18 kilómetros de la desembocadura del Río Tuxpan, mide 1.85 kilómetros de longitud y 1.02 kilómetros de anchura. La llanura arrecifal posee un canal natural que corre de oeste a este; su profundidad máxima es de 11 metros y termina a escasa distancia de la cresta, con una profundidad de un metro. La pendiente de barlovento está cubierta de roca y corales de las especies *Montastraea cavernosa*, *Colpophyllia natans* y *Diploria strigosa*, mientras que en sotavento dominan las colonias de *Montastraea annularis*, *Colpophyllia natans* y *Siderastrea siderea*. Un rasgo particular del arrecife es que presenta una meseta a unos nueve metros de profundidad. Hacia el sur, el arrecife alcanza 15 metros de profundidad y su relieve es variado. Tanhuijo fue caracterizada por Jacovo-Montiel (2011), reportó 20 especies y señalo que la cobertura coralina sigue el mismo patrón observado en los arrecifes de la región, con una mayor riqueza de especies en sotavento (13 especies). La especie más abundante fue Colpophyllia natans. No registró la presencia de enfermedades en las colonias de coral, pero si colonias que presentaron mortalidad parcial (11.88%). **Destacó la observación de un evento esporádico de blanqueamiento total en diez colonias de Acroporapalmata**.

Arrecife Pantepec. Se trata de un arrecife no emergente de reciente descubrimiento que se localiza en el límite sur oriente del Polígono Tuxpan. El Arrecife Pantepec es una estructura que se localiza a 11.5 kilómetros de la desembocadura del Río Tuxpan, en las coordenadas 21° 02’ 43’’ de latitud norte y 97° 14’ 34’’ de longitud oeste, presentando un área de plataforma rocosa con una longitud aproximada de mil 500 metros y una anchura de unos 800 metros; tiene una superficie de unas 80 hectáreas. Asimismo, se encuentra a 12.83 Km del sitio de Tiro 1 y a 13.12 Km del Tiro 2.

El Arrecife Pantepec tiene el mismo modelo morfológico que los arrecifes emergentes de la región; la profundidad máxima con desarrollo coralino es de 25 metros, mientras que la elevación máxima llega a 15 metros de la superficie. El Arrecife Pantepec

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

fue estudiado por González-Cobos 2010, registrando 13 especies de coral. La especie con mayor distribución fue *Siderastrea siderea* además de ser una de las especies más dominante junto con Colpophyllia natans. La cobertura promedio de los corales fue de un 22%, oscilando de 10 a 38% por sitio. Observo el alga roja Asparagopsis taxiformis (especie exótica invasora)

El Oro Verde. Se localiza a 24 km al norte de la desembocadura del Río Tuxpan y a unos 10 km de la costa, donde se han registrado hasta total de 19 especies de corales, de las cuales las más conspicuas fueron los corales masivos Montastraea cavernosa, Siderastrea siderea, y Colpophyllia natans. Este sitio acorde a Maruri, 2012 mostro blanqueamiento sobre 176 colonias de coral

En el SALT Se tiene registrada la presencia de 13 especies de corales pertenecientes a seis familias y ocho géneros. Dichas especies son *Siderastrea sidérea, Siderastrea radians, Porites colonensis, Porites, Porites astreoides, Colpophyllia natans, Diploria strigosa, Diploria clivosa, Montastraea cavernosa, Stephanocoenia michelinii, Madracis decactis, Agaricia fragilis* y *Leptoseris cucullata*. Las especies mejor distribuidas son *Siderastrea siderea* y *Colpophillia natans*, mientras que las de *Diploria clivosa*, *Porites colonensis* y *Leptoseris cucullata* resultan poco comunes. Se destaca la ausencia de *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, lo cual seguramente se debe a la profundidad de la estructura. La roca coralina es el atributo morfofuncional con mayor cobertura, con un promedio de 54 por ciento, seguido de los corales escleractinios. La cobertura de éstos por sitio alcanzó valores de 10 a 38 por ciento, con 22 por ciento en promedio. Las algas constituyen 19 por ciento, mientras que las esponjas representaron el grupo con menor porcentaje de cobertura, obteniendo cinco por ciento. Es importante mencionar que durante los trabajos se observó que la cobertura de las algas tiene cambios con la temporada, con crecimiento de tapetes algales y de algunas especies de algas carnosas, como *Dyctiota* sp. y otras.

Algunas de las problemáticas más significativas que han tenido los arrecifes es la presión ejercida desde la creación del puerto de Tuxpan en 1580, y han sido afectados por las actividades portuarias, agrícolas, derrames de combustible, crecimiento de la ciudad y la termoeléctrica Adolfo López Mateos instalada a un costado de la Laguna de Tampamachoco.

Las principales presiones que afectan al sistema arrecifal Lobos-Tuxpan son el cambio climático (calentamiento del agua que causa blanqueamiento), la sobrepesca y las prácticas de pesca destructivas, la contaminación proveniente del desarrollo costero, la deficiente calidad del agua y la contaminación por actividades turísticas.

Uno de los efectos más importantes corresponde al blanqueamiento del coral. De acuerdo con el estudio de (Rojas-Terán et al. 2024) obtuvo como resultado que en las temporadas de secas la pluma del río Tuxpan no afecta directamente a los arrecifes del SALT, sin embargo, las masas de agua provenientes del norte con temperaturas bajas y niveles altos de productividad primaria llegan a afectar el SALT.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.3.2.6.10 Mamiferos marinos

Las especies de mamíferos reportadas en la zona norte del Golfo de México corresponden a las especies de *Tursiops truncatus* y *Stenella attenuata*.

- *Tursiops truncatus* es una especie con distribución costera, adaptable, que suele acercarse a áreas de estuarios, canales, manglares, y también ocurre algo más mar afuera pero no tan lejos como especies pelágicas. Su comportamiento depende de la disponibilidad de alimento, profundidad, presencia de barreras o perturbaciones (ruidos, tráfico marítimo). Los reportes indican presencia frente a arrecifes, costas, etc., lo cual sugiere que es plausible observarlos a esa distancia. En el estudio de Valdes Arellano, et. al, 2011 se reporta una estimación de la población de toninas realizado en la zona de Tuxpan de 2005 a 2007, con navegación en superficie en una zona de estudio en la Plataforma Continental (Ilustración IV-13), de marzo de 2005 a diciembre de 2007 se realizaron 50 navegaciones con un esfuerzo total de 236.7 horas, se estimó un total de N=302 ±113 organismos para la región del Norte del Golfo de México, toda el área de estudio. Para Tamiahua, se estimó una población de N=177 ± 10 delfines y para Tuxpan N=161 ± 68 delfines, Lo que sugieren que existe un mínimo intercambio de delfines entre zonas y por tanto, las poblaciones no están aisladas; sin embargo, los organismos tienen preferencia por ciertas áreas. La foto-recaptura de algunos individuos en la zona de Tamiahua confirma que la fidelidad al sitio se ha mantenido por 13 años. Es probable que esto se deba a que cada una de las zonas presenta estuarios con alta productividad que son ideales para refugio y crianza de las toninas.

  Por otra parte, la presencia de T. truncatus en el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, se reporta frente a la costa marina de Tuxpan, y se sabe que el SALT también promueve que especies como Tursiops se muevan en sus cercanías, incluyendo zonas marinas relativamente profundas o moderadas, dependiendo de la profundidad del arrecife y las corrientes.

- *Stenella attenuata* es más pelágico que *Tursiops*, suele estar en aguas más abiertas, y podría ser más factible verlo más lejos de la costa, aunque no extremadamente lejos si se trata de población costera.

IV.3.2.6.11 Tortugas marinas

En la zona norte del Golfo de México, específicamente en la zona marina frente a Tuxpan Veracruz se han reportado a las siguientes especies de tortugas marinas (Cuadro IV-110).

CUADRO IV-110 ESPECIES DE TORTUGAS REPORTADAS EN LA REGIÓN

Nombre científico	Nombre común	Temporada de anidación / arribada	Observaciones
Lepidochelys kempii	Tortuga lora	Marzo a julio, con pico en mayo en Tuxpan.	Es la especie más común en las playas de Tuxpan para desovar; considerada de alta prioridad de conservación por su distribución restringida en el Golfo de México.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Nombre científico	Nombre común	Temporada de anidación / arribada	Observaciones
Chelonia mydas	Tortuga verde	Diciembre-junio / junio-noviembre dependiendo del tramo (varía con ubicación de playa)[30]	Nidificación frecuente en playas del norte de Veracruz; especie clave para procesos de reproducción local y productividad marina
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	Abril a septiembre	Anida en bajas densidades; su presencia es constante en aguas costeras y arrecifales del GM.
Caretta caretta	Tortuga caguama	Se reporta que llega entre marzo y agosto	Menos frecuente, pero parte de las especies protegidas presentes.
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	Reportada como especie migrante o de paso; muy rara la nidificación local.	Especie oceánica rara en el área; avistamientos esporádicos durante migraciones

En particular, las que desovan en concreto en las playas de Tuxpan (como Barra Galindo (donde se localiza el campamento Tortuguero), Barra Norte, Villamar, playas Lobos-Tuxpan, etc.) son:

- Tortuga lora (Lepidochelys kempii)
- Tortuga verde (Chelonia mydas)
- Tortuga carey (Eretmochelys imbricata)

1. Rango y núcleo de anidación: La lora tiene su principal núcleo mundial de anidación en Tamaulipas (Rancho Nuevo, Tepehuajes, Barra del Tordo) y también anida en Veracruz, lo que hace muy probable su presencia y tránsito costero frente a Tuxpan. NOAA Fisheries
2. Evidencia local reciente: Notas y avisos locales reportan arribos de lora a playas de Tuxpan al inicio de temporada. Además, la CONANP ha documentado presencia y rescates de tortugas marinas en el APFF Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpan, justo frente a tu zona marina. El Heraldo de Veracruz+1
3. Ventana temporal que coincide con obra: Su temporada (mar–jul) coincide con meses en los que suele haber mayor actividad portuaria; por eso es la especie "centinela" para protocolos de observación. Tuxpan Veracruz

Para el SAR en especial el Canal de Navegación en su porción exterior

- Es posible tener avistamientos de adultos/juveniles en tránsito costero y superficie (respiración/alimentación), especialmente mar–jul (lora) y dic–jun (verde); carey más esporádica abr–sep. Tuxpan Veracruz
- En la zona marina del APFF Lobos–Tuxpan hay antecedentes de presencia de tortugas; Gobierno de México+1

Es importante mencionar que existen diversos estudios que han encontrado afectaciones importantes en las poblaciones de tortugas que arriban a las costas de Tuxpan, como ha sido la presencia de bacterias así como la de algunas trazas de

[30] *https://tuxpanveracruz.gob.mx/obras-publicas/medio-ambiente*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

mercurio en huevos y plasma de huevos de la especie de *Lepidochelys kempii* (Vázquez Bultron, 2016[31])

IV.3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

IV.3.3.1 DEMOGRAFÍA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL

El municipio de Tuxpan se localiza en la zona norte de la Huasteca Veracruzana del estado, en las coordenadas 20° 57' latitud norte y 97° 24' longitud oeste a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tamiahua y Naranjos, al oeste con Temapache, al sur Tihuatlán y Poza Rica. Su distancia aproximada de la cabecera municipal al noroeste de la capital del estado, por carretera es de 350 Km. Tiene una superficie de 966.18 Km2, cifra que representa un 1.35% del total del estado.

Acorde a los resultados obtenidos y procesados del tercer censo de población y vivienda realizado por el INEGI durante el año 2020, muestra que el número total de habitantes en el municipio de Tuxpan alcanza los 154,600 habitantes lo cual representa el 1.9% de la población estatal de Veracruz. De manera específica, en el SAR del proyecto, se encuentran 7 localidades de las cuales se indican sus coordenadas de localización en el Cuadro IV-111

CUADRO IV-111 COORDENADAS EN LATITUD Y LONGITUD DE LAS LOCALIDADES DE LA REGIÓN DEL SAR.

Localidad	Latitud	Longitud
Túxpam de Rodríguez Cano	20°57'51.468" N	97°24'14.138" W
Barra Norte	20°58'37.681" N	97°18'39.829" W
Cobos	20°56'21.120" N	97°21'42.658" W
Santiago de la Peña	20°56'43.108" N	97°24'24.234" W
La Victoria (La Peñita)	20°56'14.824" N	97°22'42.436" W
Los Migueles	20°56'43.020" N	97°21'12.161" W
Estero Tumilco (Puente de Tecomar)	20°56'38.019" N	97°21'14.582" W

IV.3.3.2 POBLACIÓN

De acuerdo con el censo del INEGI, 2020[32], el tamaño de la población de las localidades ubicadas en el SAR del proyecto se indica en el Cuadro IV-112,donde se aprecia que la población de las 7 localidades alcanza 100,585 personas con 52,684 mujeres y 47,891 hombres. Es importante aclarar que en el SAR se ubican localidades con viviendas que se encuentran abandonadas o que debido a motivos externos no se registraron. Asimismo, en determinadas viviendas, no se registraron el número exacto de hombres y mueres debido a razones externas.

[31] *Vazquez Bulton Ozzy Sebastian,2016, Determinación de mercurio en huevos, plasma y su efecto sobre la nidada de Lepidochelys kempii en Veracruz, México. Tesis para obtener el Título de Maestro en Manejo Ecosistemas Marinos y Costeros, Universidad Veracruzana.*

[32] *https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/datosabiertos/iter/iter_27_cpv2020_csv.zip*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

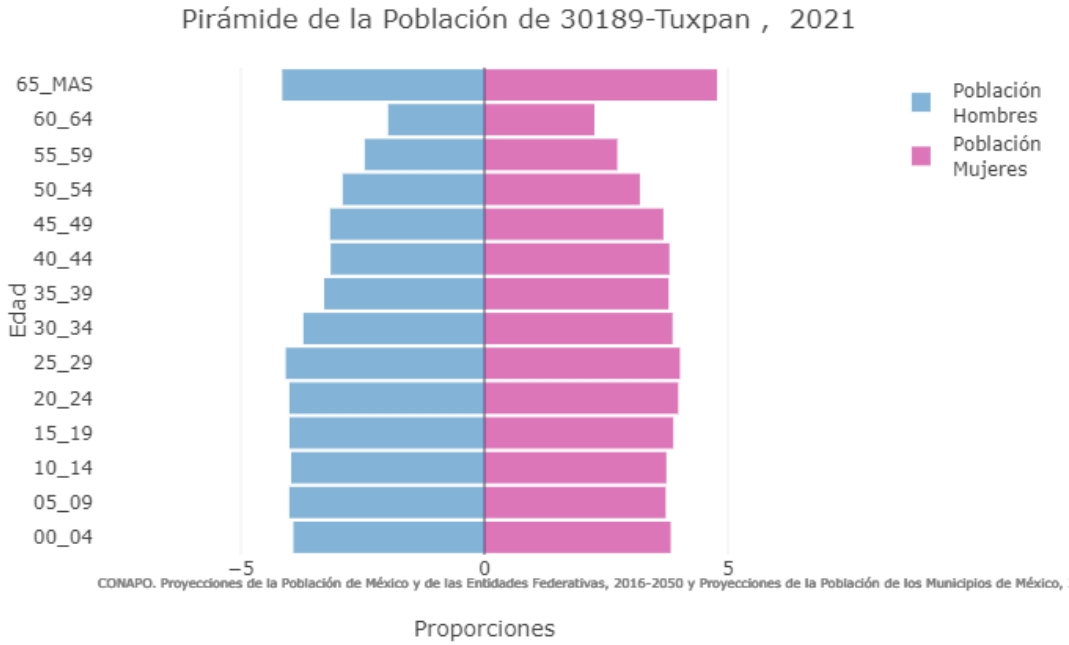


CUADRO IV-112 TAMAÑO POBLACIONAL DE LAS LOCALIDADES QUE CONFORMAN EL SAR.

Localidad	Población Total	Población Mujeres	Población Hombres
Túxpam de Rodríguez Cano	89,557	46,988	42,569
Barra Norte	488	242	246
Cobos	623	326	297
Santiago de la Peña	8,178	4,240	3,938
La Victoria (La Peñita)	1,704	875	829
Los Migueles	10	*	*
Estero Tumilco (Puente de Tecomar)	25	13	12
TOTAL	**100,585**	**52,684**	**47,891**

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ILUSTRACIÓN IV-123 PIRÁMIDE POBLACIONAL DEL MUNICIPIO DE TUXPAN, VERACRUZ.



IV.3.3.3 MIGRACIÓN

Están referidos al ámbito territorial y consideran el traslado de las personas temporal o permanentemente. Para el caso del estado, la emigración veracruzana se ha vuelto tema de creciente interés porque, siendo un estado tradicionalmente receptor de inmigrantes, Veracruz está transitando aceleradamente hacia el polo opuesto, aportando cada vez más emigrantes a las corrientes interna e internacional.

Hasta 1980, Veracruz fue una entidad de equilibrio migratorio en donde la generación de empleo en sus prósperas regiones petroleras, industriales, agropecuarias, portuarias y turísticas fue, sin duda, un importante factor de atracción poblacional. Sin embargo, desde 1990 empezó a mostrar un notorio incremento de emigrantes, especialmente con destino a la frontera norte mexicana y a Estados Unidos, y en el 2000, con ser el tercer estado más poblado del país -con cerca de siete millones de habitantes-, adquirió la categoría de entidad de expulsión migratoria[33].

De acuerdo con el INEGI, de 2010 a 2020, inmigraron a Veracruz de Ignacio de la llave 762,798 habitantes y emigraron 1,990,971 personas para radicar en otra entidad.

[33] *Anguiano Téllez, María Eugenia. (2005). Rumbo al norte: nuevos destinos de la emigración veracruzana. Migraciones internacionales, 3(1), 82-110. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-89062005000100004&lng=es&tlng=es.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.3.3.4 CULTURA

Los Barrios de la ciudad marítima y fluvial de Tuxpan, Veracruz: La Ribera Vieja, el Centro, Zapote Gordo, del Carmen y Tenechaco entre otros, conservan en sus tradiciones rasgos de su identidad histórica, que le otorga a la ciudad parte de su peculiar carácter social. El lugar en donde está situada la ciudad nos remite a considerar no sólo las condiciones urbanas sino también las condiciones físicas en las cuales se asentaron estos barrios.

En la región donde se ubica Tuxpan se asentaron grupos humanos de varias culturas prehispánicas entre ellas los Teenek o huastecos, los nahuas, y totonacos (Gerhard, 1986). El sitio arqueológico de Tabuco confirma la presencia de estos grupos (Melgarejo-Vivanco, 1970). Antes de la conquista de México por los españoles se inició un reconocimiento del nuevo territorio conquistado como lo hace constar Bernal Díaz del Castillo, de esta forma las costas del Golfo de México fueron recorridas por el explorador y conquistador, Juan de Grijalva y Antón de Alaminos (junio de 1518), marcando las regiones del Golfo que pudiesen servir como puertos, entre ellos el lugar de Tuxpan. La zona fue conquistada por Andrés de Tapia y continuaron haciéndose reconocimientos sobre el área cercana a Tuxpan-Tuzamapa en el periodo de 1519-1521.

Consolidada la conquista en algunos puntos de las costas del Golfo se inició el reparto de estancias y encomiendas aprovechando la presencia de grupos indígenas allí asentados en pequeños caseríos; para la Huasteca Veracruzana se dieron 2 encomiendas de un total de 79 que se registraron para la Región Huasteca1 y en Tuxpan se otorgaron estancias primero a Andrés de Tapia y después hubo varios litigios entre varias personas, entre ellos Hernán Cortés, finalmente entre 1526 a1528 se le entregaron encomiendas a Nuño de Guzmán quien fue también gobernador de la zona, distinguiéndose por ejercer con violencia su mandato, exterminando a los indígenas o vendiéndolos como esclavos a las islas Antillas, acciones que tuvieron como consecuencia la reducción de la zona a un magro caserío. Sus tierras posteriormente serían dedicadas a la ganadería. Junto a la actividad porteña se desarrollará la ganadería en esta zona de Tuxpan que data de principios del siglo XVI (1521-1535). El ganado probablemente vino primero desde la región de las Islas Canarias, se estacionó una temporada en las Antillas y una vez aclimatado el ganado era llevado a las costas del continente para las estancias ganaderas en el Norte, el ganado vacuno se adaptó relativamente rápido a las nuevas condiciones, donde el éxito obtenido (1550) se puede asociar con la acumulación de tierras y también de animales que practicaron los primeros ganaderos novohispanos.

IV.3.3.5 GRUPOS INDÍGENAS Y LENGUAS

Para el año 2010, la principal lengua indígena identificada en el municipio de Tuxpan fue el Náhuatl, del cual la población de hogares indígenas ascendía a 5, 928 habitantes, de los cuales se reconocieron 1,319 hombres, 1,069 mujeres y 2,388 personas de 3 años o más hablantes de lenguas indígenas.

Por otro lado, para el año 2020, el INEGI reportó que, de las 7 localidades ubicadas dentro del el SAR, únicamente nueve de estas se encuentran hablantes de alguna lengua indígena, sumando un total de 998 personas (

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Cuadro IV-113).

CUADRO IV-113 POBLACIÓN HABLANTE DE ALGUNA LENGUA INDÍGENA EN EL SAR.

Localidad	Población que habla alguna lengua Indígena
Túxpam de Rodríguez Cano	895
Barra Norte	1
Cobos	7
Santiago de la Peña	72
La Victoria (La Peñita)	21
Los Migueles	*
Estero Tumilco (Puente de Tecomar)	2
TOTAL	**998**

La localidad Túxpan de Rodríguez Cano, es donde se ubica la mayor cantidad de población indígena de las localidades del proyecto sumando 895 personas. En la siguiente tabla se desglosa la población indígena de la localidad Túxpan de Rodríguez Cano por AGEB, sumando el total de 34 personas que hablan alguna lengua indígena dentro del AIP (Cuadro IV-114).

CUADRO IV-114 POBLACIÓN HABLANTE DE ALGUNA LENGUA INDÍGENA POR AGEB EN LA LOCALIDAD TÚXPAN DE RODRÍGUEZ CANO

AGEB	Manzanas	Población Total	Población que habla alguna lengua Indígena
0179	1, 4, 5, 8, 9, 13, 16, 17, 20, 21, 24, 25, 28, 29, 32, 33, 34, 37, 38, 42, 43, 46, 47	989	0
0183	22, 23, 24, 25, 26, 33, 34, 35, 37	478	3
0198	27, 28, 29, 30, 31, 42, 51	66	0
0200	3, 4, 11, 12, 22, 23, 24, 26, 27, 35, 36, 37, 38	34	0
0215	3, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 25, 26, 34, 36	406	9
0234	8, 9, 10, 19, 21, 22, 26, 28	415	4
0319	28, 46, 47, 49	158	0
0658	1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 26,	1,362	6
0662	6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	1,318	3
0713	15, 16, 17, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 45, 46, 49	805	3
0732	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 21, 22, 24, 28, 32, 49, 50	776	6
1177	1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	267	0
1181	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	707	0
	TOTAL	**7,781**	**34**

IV.3.3.6 ACTIVIDADES CULTURALES RELEVANTES

Las principales fiestas y tradiciones del municipio de Tuxpan Veracruz son:

Semana santa: Relacionada con la religión católica. Al celebrar de la última cena en la Catedral de Nuestra Señora de la Asunción y la procesión del silencio que se lleva a cabo el viernes santo acompañando a la Virgen dolorosa en su luto y el día de la resurrección día en que los católicos celebran la resurrección de Jesús. Por lo cual, dicha semana se vuelve especial para los locatarios.

El carnaval: Generalmente se lleva a cabo los primeros días del mes de mayo de cada año (únicamente en Tuxpan la fiesta de carnaval es después de la Semana Santa). Se

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

caracteriza por ser tan alegre y lleno de vida como el del puerto de Veracruz, donde se corona a una reina oriunda del puerto de los bellos atardeceres elegida siempre entre las más hermosas porteñas. Es una fiesta que dura toda una semana desde la coronación de la reina del carnaval, la quema del mal humor, los paseos y conciertos que se organizan para deleite de los asistentes.

Las comparsas son generalmente de artistas tuxpeños y se complementa con artistas que van de otras ciudades como Veracruz y Mazatlán, puertos con carnavales famosos en todo el mundo. Debemos tomar en cuenta que en Tuxpan también se aspira a ser reconocidos por su hermosa fiesta carnavalesca.

El Día del Pescador: Se celebra el 29 de junio en el puerto con la finalidad de pedirle al Santo Patrono San Pedro que proteja a los pescadores y mejore la pesca de quienes viven de esta noble actividad.

Cada año se hace una peregrinación acuática colorida encabezada por los pescadores de la Mata y la Laguna de Tampamachoco a la vez que se hace una exposición gastronómica de platillos tradicionales tuxpeños preparados con pescados y mariscos de la zona del Golfo.

Además, como parte de la conmemoración se organiza el tradicional torneo de pesca deportiva del puerto en él que participan tanto lugareños como personas que gustan de la pesca deportiva de otras ciudades.

Aunque esta celebración no es muy conocida o promovida, no dudo que la disfrutarán mucho si deciden ir de visita a Tuxpan durante esos días.

Expo Feria de Tuxpan en Honor a la Virgen de la Asunción (el día de la virgen de la Asunción es el 15 de agosto). La expo Feria que se caracteriza por su exposición ganadera reconocida a nivel nacional y que se ha vuelto un punto de encuentro para empresarios ganaderos de todo el país, principalmente de la zona de la huasteca. En los primeros días del mes de agosto se lleva a cabo la tradicional fiesta tuxpeña en conjunto con la Cabalgata de la Identidad Huasteca (15 de agosto) encabezada por los ganaderos y charros del Lienzo Charro de Tuxpan y la Huasteca veracruzana. La feria se caracteriza por tener una duración de dos semanas en las cuales hay eventos en teatro del pueblo, palenque, juegos mecánicos, exposición ganadera, cultural y artesanal de la huasteca veracruzana

Fiesta de Todos Santos o Días de Muertos Aunque es una celebración antigua, en Tuxpan, la celebración es particular por las características huastecas de la misma. Desde el 28 de octubre se pone la tradicional plaza de todos santos en las inmediaciones de la explanada del palacio municipal y frente a la Catedral en la cual se pueden encontrar dulces típicos de la región, los deliciosos chamitles y el zacahuil, platillos con tradición ancestral en esa tierra, combinada con el pan de muerto de sal y las tradicionales flores de cempasúchil que adornan los altares de las casas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Y también la ciudad es testigo del tradicional concurso de altares huastecos en el que participan escuelas y empresas locales en la elaboración del mejor altar de día de muertos con características y detalles huastecos.

El Día del Niño Perdido Es una tradición que se celebra el día 7 de diciembre de cada año. Hace alusión al día en el que el niño Jesús se pierde en el templo y es buscado por sus padres, los tuxpeños, en punto de las 7 pm encienden velas por toda la ciudad para que Jesús ilumine el camino a casa, por lo que, todas las casas y comercios de la ciudad se iluminan y además se lleva a cabo el tradicional desfile de carritos de cartón de los niños lo que vuelve dicha festividad en una tradición familiar donde los locatarios aporten algo significativo a la celebración.

Dicha tradición inició en la ciudad de Tuxpan, Veracruz y ahora, también en ciudades como Poza Rica y Papantla se encienden velas siguiendo la tradición.

IV.3.3.7 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

IV.3.3.8 VÍAS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE

Destaca el puerto de Tuxpan ya que cuenta con las instalaciones adecuadas para el cabotaje[34]. Este se ubica al norte del estado de Veracruz, situándose en la parte central del golfo de México, colinda al Este con el Municipio de Poza Rica, al Oeste con Tihuatlán, al Norte con Cerro Azul, al Sur con Papantla y al Noroeste con Álamo-Temapache.

La conexión al altiplano central a 270 kilómetros del Puerto, esta proximidad permite el intercambio de mercancías entre el Centro del País y Zona del Bajío a través de los principales corredores carreteros, el Arco Norte que conecta al estado de Puebla y Zona del Bajío y la autopista México-Tuxpan, que comunica con las principales ciudades del País.

Asimismo, existen carreteras asfaltadas que comunican al interior del Estado y con las principales ciudades de la República Mexicana. La carretera federal Núm. 180, lo conecta hacia el N con Tampico, Tamps. y al S. La autopista Núm. 132 y la carretera federal Núm. 130 comunica al puerto con la ciudad de México con el Puerto de Veracruz.

En contexto histórico, en la segunda mitad del siglo XX, las políticas gubernamentales pusieron especial énfasis en construir, reconstruir, modernizar, reparar y conservar los caminos y a través de convenios con la federación o empresas privadas como Petróleos Mexicanos se acrecentó el número de carreteras de las cuales destacan:

La construcción de las carreteras México-Poza Rica-Tuxpan, Álamo-Agua Nacida Palo Blanco, Poza Rica-Cazones-Barra de Cazones, Puerto Lobo-Huayacocotla, Naranjos-Chontla-San Sebastián y Tihuatlán-Álamo al Norte de la entidad. Asimismo, fueron pavimentadas las carreteras de Tuxpan-Tamiahua.

[34] *Recuperado del Programa Veracruzano de Comunicaciones 2011-2016. Disponible en: http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2012/08/tf07-ps-pvd-11-16-pvc-6.pdf*

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.3.3.9 *VIVIENDA*

Conforme a los datos del INEGI, dentro del SAR se localizan 38,077 viviendas, de las cuales únicamente 30,457 se encuentran habitadas y 30,444 son viviendas privadas. Del total de viviendas habitadas; se estima que 617 tienen piso de tierra, 2,265 no disponen de agua potable, 444 no disponen de drenaje y 130 carecen de acceso a electricidad (Cuadro IV-115).

CUADRO IV-115 DETALLE DE LAS VIVIENDAS EN EL SAR DE ACUERDO CON LOS DATOS DE INEGI, 2020.

LOCALIDAD	TOTAL *	HABITADAS*	DESHA-BITADAS*	PISO DE TIERRA*	SIN AGUA POTABLE*	SIN DRENAJE*	SIN ELECTRICIDAD*
Túxpam de Rodríguez Cano	33,834	27,171	5,047	560	1,565	353	113
Barra Norte	220	159	41	6	13	1	0
Cobos	247	193	34	2	84	13	2
Santiago de la Peña	3,155	2,455	508	35	531	40	10
La Victoria (La Peñita)	611	471	65	13	69	32	5
Los Migueles	4	2	*	*	*	*	*
Estero Tumilco (Puente de Tecomar)	6	6	0	1	3	5	0
TOTAL	**38,077**	**30,457**	**5,695**	**617**	**2,265**	**444**	**130**

IV.3.3.10 *SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL*

La población usuaria de los servicios médicos a nivel municipal que utiliza estos servicios por lo menos una vez al año ronda entre los 159,261.0 habitantes. De acuerdo con los datos del INEGI dentro de las poblaciones localizadas en el SAR, el número de habitantes que cuenta con algún tipo de seguro médico es de aproximadamente 74,077 personas (Cuadro IV-116).

CUADRO IV-116 HABITANTES QUE CUENTAN CON ALGÚN SEGURO MÉDICO

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	AFILIADA A SERVICIOS DE SALUD*
Túxpam de Rodríguez Cano	89,557	66,419
Barra Norte	488	318
Cobos	623	509
Santiago de la Peña	8,178	5,587
La Victoria (La Peñita)	1,704	1,238
Los Migueles	10	*
Estero Tumilco (Puente de Tecomar)	25	6
TOTAL	**100,585**	**74,077**

IV.3.3.11 EDUCACIÓN

Tuxpan cuenta con 383 Instituciones educativas tanto públicas como privada. De estas, 340 son de educación básica, 31 de educación media superior, 4 de educación superior y 8 de educación especial. En tanto al grado de escolaridad, el promedio de los datos existentes indica que el grado de escolaridad de la población de las comunidades ubicadas dentro del SAR es 9.3. Es decir, el promedio de los años aprobados por la población de 15

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

años en adelante es de aproximadamente nueve años acumulados o en grados escolares equivaldría a tercero de secundaria[35] (Cuadro IV-117).

CUADRO IV-117 GRADO DE ESCOLARIDAD POR LOCALIDAD DENTRO DEL SAR.

Localidad	Grado De Escolaridad
Túxpam de Rodríguez Cano	10.6
Barra Norte	10.56
Cobos	8.71
Santiago de la Peña	10.02
La Victoria (La Peñita)	9.19
Los Migueles	*
Estero Tumilco (Puente de Tecomar)	6.6
Promedio	**9.28**

IV.3.3.12 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Entre las principales actividades económicas a nivel municipal se encuentran la agricultura, la ganadería y la avicultura, así como las actividades pesqueras. De acuerdo con SAGARPA, en 2019 se cosecharon 6,400.0 hectáreas de grano de maíz, 5,391.0 de naranja y 2,939 de mandarina. Sumando un total de 192,107 toneladas en volumen, con un valor de 554,887.1 millones de pesos.

En cuanto a las actividades ganaderas y avícolas al volumen de producción en pie (del animal vivo para su venta, engorda o sacrificio) el ganado bovino es el mayormente producido con un total de 10,147.7 toneladas, a estele sigue la producción porcina con 592.7 toneladas, el ovino con 85.6, y finalmente la producción de aves con 3,105.5 toneladas. Por su parte, el volumen de producción en canal (parte del cuerpo del animal sacrificado después de retirárseles la piel, la cabeza, las vísceras, etc.) de bovinos es de 5,567.6 toneladas, de producción porcina 444.2 toneladas, de ovinos 43.0 y de aves 81,005.3 toneladas, equivalentes a 414,985.0 miles de pesos[36]. A nivel local la actividad pesquera en el puerto de Tuxpan es muy importante, específicamente la actividad atunera ya que Tuxpan reporta el 7% de esta a nivel estatal y el 45% de la producción de la zona integrada por atún aleta amarilla (39%), pez vela, pez espada y atún aleta azul (6%)[37]. La relevancia de la industria del atún en el municipio de Tuxpan recae en el desarrollo regional a través de la inversión, la generación de empleos directos e indirectos, representando el sustento directo de más de 200 familias que tripulan las naves. Entre otras de las principales especies objetivo se encuentran; barracuda, corvina, dorado, huachinango, jurel amarillo, marlín azul, marlín blanco, pámpano, pagro, peto, robalo blanco, sábalo y sierra[38].

IV.3.3.13 POBREZA, REZAGO SOCIAL Y MARGINACIÓN

[35] *Directorio de Instituciones Educativas en México. Recuperado de https://escuelasmex.com/municipio/tuxpan-veracruz-de-ignacio-de-la-llave*

[36] *Sistema de información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (SIEGVER), Cuadernillos municipales, 2020. Disponible en: http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2020/12/Tuxpan_2020.pdf*

[37] *Acuerdo por el que se da a conocer el plan de Manejo Pesquero de Atún Aleta amarilla https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5391713&fecha=11/05/2015&print=true*

[38] *CONAPESCA. Municipio: Tuxpan. Disponible en: https://conapesca.gob.mx/wb/cona/tuxpan*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

De acuerdo con el CONEVAL el grado de marginación a nivel municipal de Tuxpan se clasifica como muy bajo; con el 6.7% del total de la población en condiciones de pobreza extrema y el 38.4% de la población en situación de pobreza moderada. La SEDESOL junto con el CONEVAL en 2010 estimaron los porcentajes de pobreza y vulnerabilidad de Tuxpan indicando lo siguiente; el 30.1% de la población se encuentra vulnerable a las carencias sociales, el 47.5% se encuentra en pobreza extrema o pobreza moderada, el 5.8% vulnerable por ingreso, y finalmente el 16.7% se encuentra no pobre y no vulnerable.

Las condiciones de vivienda son uno de los indicadores del rezago social, dadas las condiciones de vivienda que existen en las localidades que se ubican dentro del SAR se puede deducir que existe marginación y pobreza en gran parte de estas localidades (Cuadro IV-118). Como mencionado anteriormente el grado de escolaridad también es considerado como otro indicador para medir el rezago social de la población, el promedio derivado de los datos existentes indica que la población de 15 años en adelante ha estudiado aproximadamente ocho años lo que en grados escolares equivaldría a segundo de secundaria[39].

CUADRO IV-118 INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS A NIVEL MUNICIPAL 2020

Variable	Porcentaje
Población total	154,600
Población analfabeta de 15 años o más	3.909
Población de 15 años o más sin educación básica	29.457
Ocupantes de viviendas si drenaje ni escusado	0.482
Ocupantes de vivienda sin energía eléctrica	0.736
Ocupantes en viviendas si agua entubada	14.538
Viviendas con hacinamiento	19.638
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	4.019
Población que vive en localidades menores a 5,000 habitantes	23.599
Población con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	73.641
Índice de marginación (2020)	56.650
Grado de marginación (2020)	Muy Bajo

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020 para el municipio de Tuxpan.

IV.3.4 PAISAJE

El abordaje del paisaje de los espacios tal como el SAR en estudio, tiene como fin determinar el valor escénico, su grado de vulnerabilidad ante el cambio (Santos, 1991). El espacio, según Santos, 200040, está formado por un conjunto indisoluble, solidario y también contradictorio, de sistemas de objetos y sistemas de acciones no considerados aisladamente, sino como el contexto único donde se realiza la historia, dando por hecho, que los sistemas de objetos condicionan la forma en que ocurren las acciones y, por otro, el sistema de acciones lleva a la creación de objetos nuevos o se realiza sobre objetos preexistentes. Así, el espacio se encuentra en una dinámica de transformación constante. En otras palabras, el mismo autor señala que el espacio comprende un conjunto heterogéneo de formas naturales y artificiales; de tal forma el paisaje es una conjunción del medio natural y el medio social, que se va transformando constantemente. Asimismo, sostiene, que la comprensión de los lugares en su

[39] *SEDESOL. Informe Anual Sobre la situación de Pobreza y Rezago Social de Tuxpan Veracruz. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41784/Veracruz_189.pdf*
[40] Santos, Milton 2000, La Naturaleza del Espacio, Ariel, España.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

situación actual y en su evolución depende de la consideración del eje de las sucesiones y del eje de las coexistencias, donde se reconoce que el espacio es el que reúne a todos, con sus múltiples posibilidades. El estudio del paisaje, puede tener distintas orientaciones y los métodos son variados, como se indica enseguida.

En una revisión que realizaron Urquijo y Bocco, 201141, de trabajos sobre los conceptos y métodos acerca del paisaje entre 1970 a 2000, se encuentra que el concepto de paisaje, corresponde propiamente a una categoría geográfica que ofrece una posición unificadora ante la dicotomía sociedad-naturaleza, ya que el paisaje se diferencia del geo sistema, ya que es el geo sistema explica el funcionamiento biofísico a través de un sistema de flujos de energía interconectados sobre una fracción de espacio, también se diferencia, parcialmente, de la noción de territorio: unidad espacial socialmente moldeada y vinculada a escalas de poder. Los autores, señalan que el estudio del paisaje, basado en percepciones, no son siempre coincidentes, y plantean la necesidad de comprender su contexto espacio-temporal, así como las diferencias cultura-les de los sujetos sociales que en él intervienen. Asimismo, reconocen que, ante la bifurcación del concepto, existen métodos que logran algún nivel de integración o simetrías; es decir, un análisis mixto.

Recientemente fue publicada una segunda revisión sobre los conceptos y aplicaciones sobre el paisaje en México entre 2010 y 2019 (Franch Pardo, 2020[42]), donde se reconoce las diferencia que la noción de paisaje ha tenido enfoques y procedimientos que han implicado ajustes epistemológicos, incluso el diccionario de la Real Academia (RAE) en 2014 se encuentra una definición del paisaje que se definió como una "parte de un territorio que puede ser observada desde un determinado lugar", que constituye una nueva concepción sobre el paisaje, con un cambio significativo hacia un nivel más sofisticado de la palabra, más preciso y con mayor dosis de complejidad al hacer uso de términos que en geografía poseen un profundo contenido teórico: sustituye terreno por territorio, sitio por lugar y, además, el paisaje ya no se ve, sino que se observa, aumentando con ello la carga intelectual o reflexiva del acto visual, el concepto se desplazó del concepto desde lo pictórico hacia lo geográfico. En el trabajo citado, se encuentra que el estudio del paisaje ha tenido diversas orientaciones así como combinaciones, al menos en México la mayor parte de los estudios se relacionan con estudios geográficos, seguidos del ecológico, incluso ha dado lugar al surgimiento de normatividad, como ha sido el caso de la UNESCO, en suma el estudio del paisaje ha alcanzado en México y el mundo diversas orientaciones dependiendo de la disciplina que lo aborda, incluso se resalta que en estudios en ecología del paisaje se asume al paisaje como "una porción de territorio heterogénea compuesta por un mosaico de distintos tipos de coberturas". Finalmente resaltan que el estudio del paisaje ha alcanzado tres perspectivas 1.) la biofísica, con un manejo del paisaje como unidad de síntesis desde enfoques geo ecológicos, geomorfológicos y de análisis centrados en la dinámica de la cubierta vegetal; 2.) la sociocultural, iniciándose a partir de las reflexiones de Fernand Braudel en torno a la geografía histórica e incorporando la cuestión subjetiva del observador; y 3.) los trabajos de carácter interdisciplinar y de integridad espacial-temporal. De esta comparación podríamos

[41] *Pedro S. Urquijo y Gerardo Bocco, 2011, Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010Journal of Latin American Geography, 10 (2), 2011 © Conference of Latin Americanist Geographers*

[42] *Iván Franch-Pardo, Pedro S Urquijo, y Brien Napoletano, 2020, Paisaje en México: bases conceptuales y aplicaciones.*
Una exploración bibliográfica, 2010-2019

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

afirmar que el paisaje ha seguido una línea de especialización acorde a la geografía del siglo XXI.

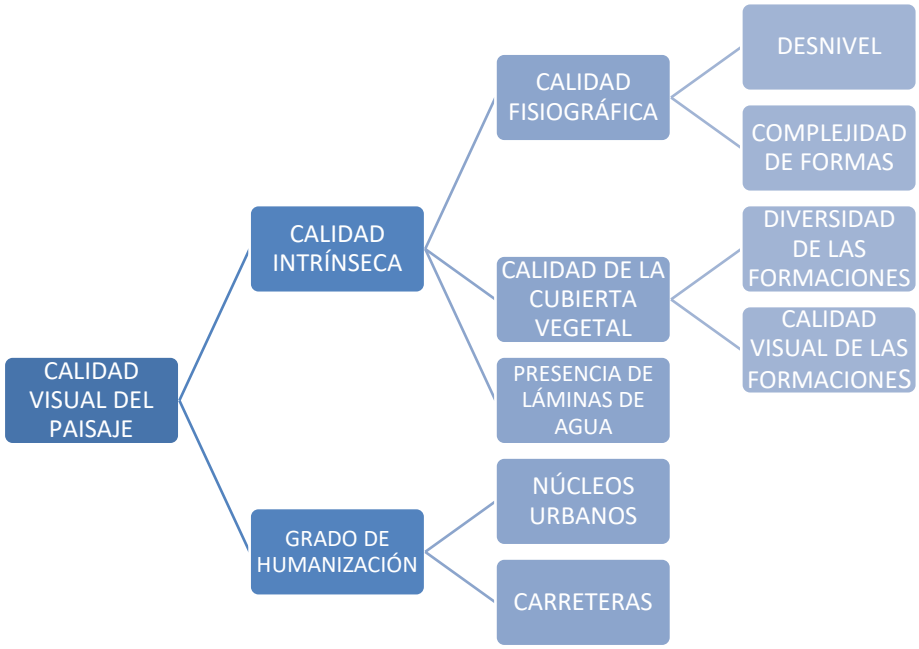
Para el estudio que nos ocupa, hemos decidido que el estudio de paisaje constituye en sí mismo, un enfoque de síntesis, que incluye la percepción visual, así como la determinación de la calidad y grado de cambio o susceptibilidad, así como la valoración de la fragilidad del espacio ante presiones antrópicas o naturales, así se ha adoptado el método de estudio desarrollado por Montoya et. al. 2003[43]. En su modelo para el estudio del paisaje incluye el análisis de la calidad intrínseca, así como el grado de antropización. En la Ilustración IV-124 se ilustra el esquema de análisis de Montoya, que ha sido adaptado para este estudio.

Con base en el método de Montoya Óp. Cit., así como en la información que se ha plasmado en los apartados anteriores del presente capítulo, se cuenta con una base de información robusta, que nos ha permitido hacer diversas valoraciones sobre la calidad del paisaje del SAR y del ÁIP del proyecto. A partir de la información que se dispone, enseguida se describe la calidad intrínseca del paisaje, además del grado de humanización y antropización observada, para estas descripciones se tomarán en cuenta datos recabados y observaciones obtenidas directamente en recorridos de campo, así como en información de fuentes oficiales.

[43] Montoya Ayala Francisco, Padilla Ramírez Jorge y Stanford Camargo Sergio, 2003, Valoración de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salina (Puebla), México, Boletín de la AGE, No 35,

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ILUSTRACIÓN IV-124 MODELO DE ESTUDIO DEL PAISAJE ADOPTADO EN ESTA MIA REGIONAL TOMADO DE MONTOYA ET. AL. 2003[44]



IV.3.4.1 VISIBILIDAD

El análisis de la visibilidad del paisaje se relaciona con la percepción visual del mismo, es decir cómo se percibe, dónde se percibe, y qué se percibe. El objeto del análisis visual del paisaje es determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos simultáneamente.

Para el estudio visual del paisaje existen tres métodos: los directos que se basan en identificar, mediante la observación total del paisaje (sea mediante fotografías o a través de la observación desde puntos precisos), las respuestas de los espectadores a las diferentes escenas, generalmente en función de sus preferencias estéticas; los métodos indirectos, que valoran al paisaje partiendo de los variados elementos que lo integran y descomponiéndolo según criterios que se persigan; y los métodos mixtos que valoran directamente, realizando un análisis de componentes para averiguar la participación de cada uno en el valor total.

Como se mencionó, la medición o parametrización de la calidad visual, se puede estudiar por la calidad escénica a través de la determinación del estado de las comunidades vegetales, analizando parámetros medibles sobre las características de dichas comunidades y para paisajes sin cobertura vegetal, se usan criterios de “naturalidad” como son:

- Naturalidad (Integralidad vs Fragmentación)
- Diversidad
- Representatividad hídrica

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

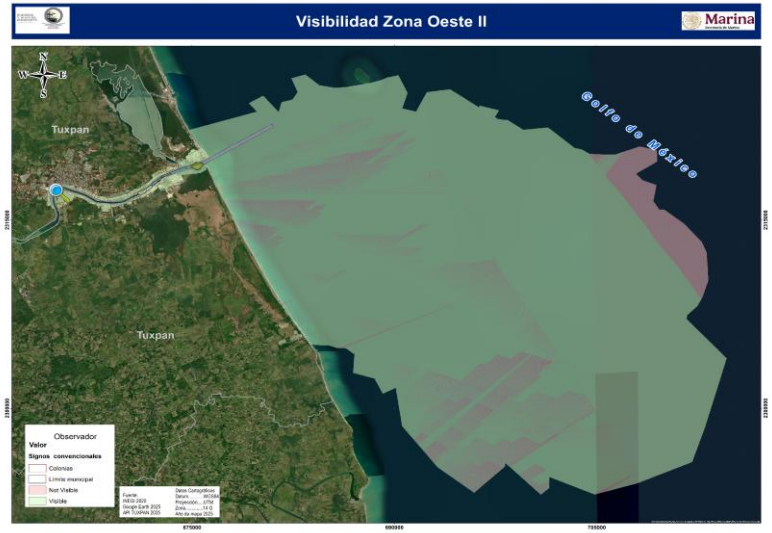


- Formas de relieve
- Importancia para la protección y conservación de la vida silvestre para hacerle frente al cambio climático
- Valoración de los grupos sociales por elementos ambientales

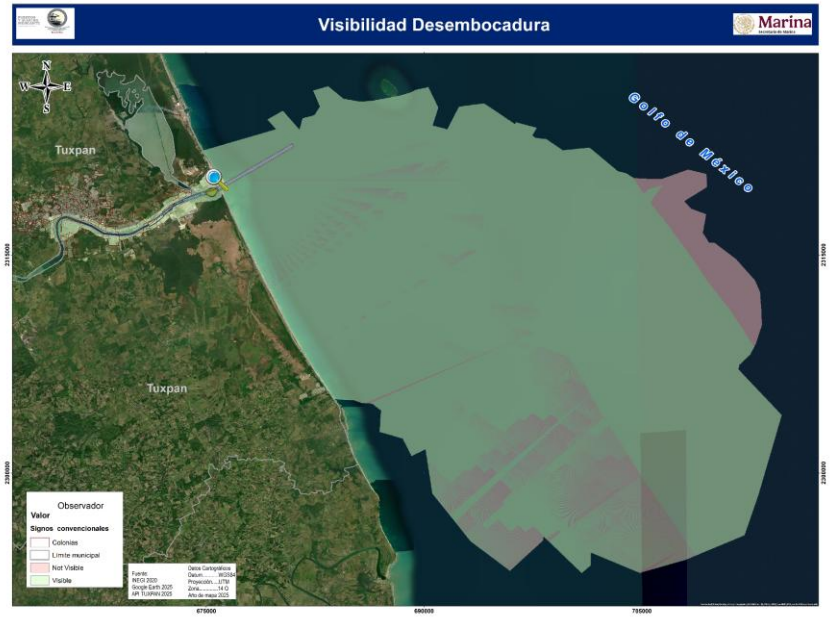
Considerando el análisis de visibilidad realizados con la herramienta SIG para determinar el grado de lo que se percibe en el paisaje en función de la combinación de distintos factores como son el punto de observador, relieve y distancia. Para determinar la visibilidad dentro del SAR se puso el observador en los distintos puntos del SAR, al realizar una ponderación se obtuvo como resultado la visibilidad del SAR la cual es mayor en la parte centro y sur del SAR mientras que la parte donde están los arrecifes es una zona menos visible, esto se debe a la forma del relieve que son muy suaves además de que una mayor parte del SAR pertenece al Golfo de México.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

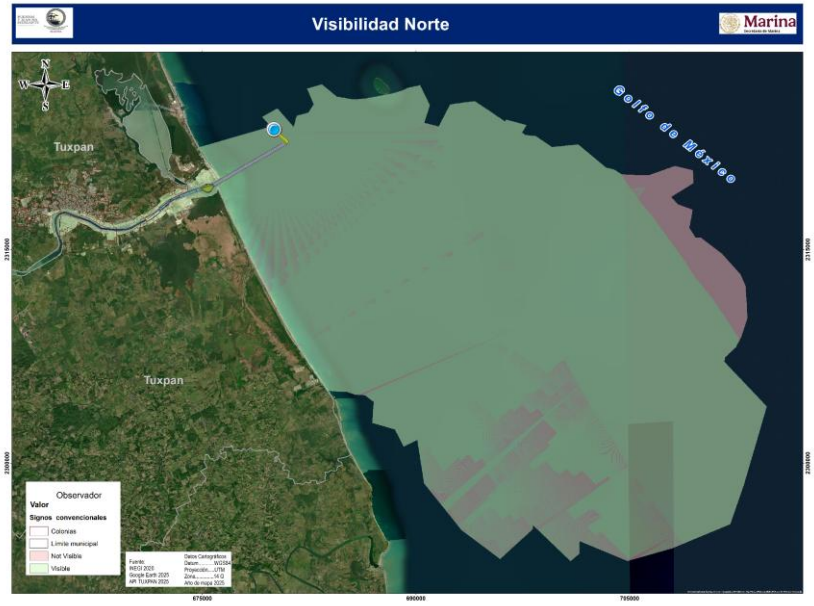
ILUSTRACIÓN IV-125 MAPA DE VISIBILIDAD EN DISTINTAS ZONAS DEL SAR

	
En el caso de la visibilidad cuando el observador está en el lado este del SAR las zonas más visibles son es el sureste de la parte que pertenece al Golfo de México	Para el caso de la zona oeste las zonas más visibles son la zona sureste y suroeste del SAR, así como algunas zonas del norte.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

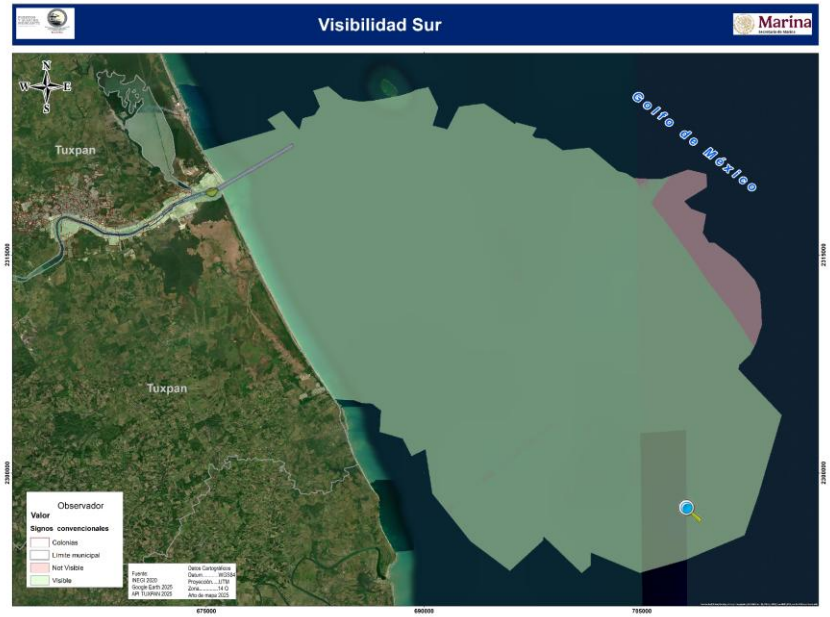


Cuando el observador está en la zona de la desembocadura las zonas más visibles son la parte sureste y suroeste del SAR

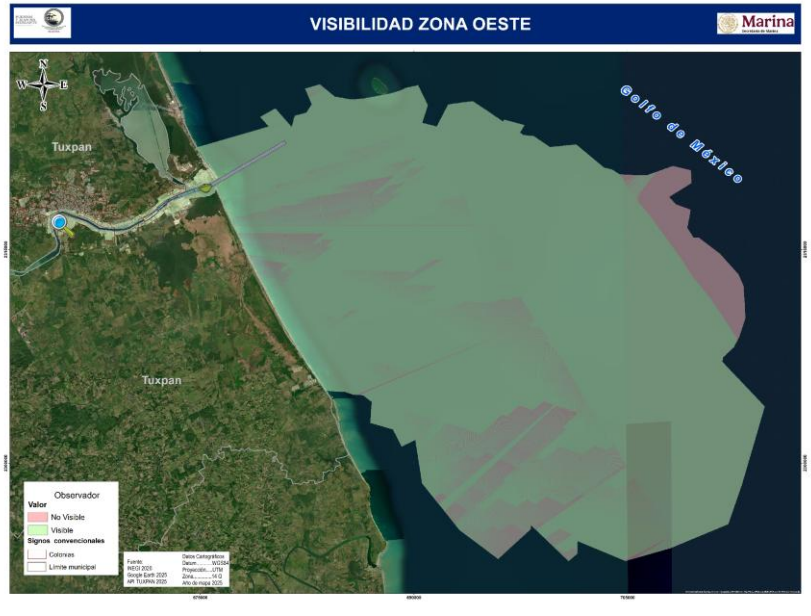


Cuando el observador está en la zona norte al límite del canal exterior las zonas más visibles es el área del canal y alguna zonal al norte y sur de las zonas de posibles vertimientos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



Cuando el observador está al sur del SAR el área más visible es la zona este.



Cuando el observador está en la zona oeste las zonas con mayor visibilidad son: la parte este, el suroeste algunas zonas de la parte norte.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.3.4.2 CALIDAD DE PAISAJE

Para la valoración intrínseca del paisaje se están considerando dos unidades principales del paisaje del SAR, acorde a su calidad de vistas y del horizonte escénico. El SAR en estudio, se diferencian claramente dos unidades de paisaje, que corresponden al paisaje terrestre y marino.

Por la cobertura la principal unidad es la acuática, que se divide en subunidades que son 1) Río Tuxpan 2) Cuenca del Golfo de México. La segunda unidad es la terrestre la cual se subdivide en 1) valle 2) playa o barra 3) lomerío.

Para la valoración de la calidad intrínseca del paisaje, se toma de base la información específica de los componentes del SAR, como es topografía, litografía, hidrología superficial, geomorfología, suelos, zona marítima, vegetación, fauna, población y vías de comunicación y en la segunda fase se aplicaron los modelos de calidad visual y fragilidad del paisaje de Aguilo (1981), Aramburu (1994) y Montoya (2003).

Los aspectos que serán abordados para calificar y describir la calidad intrínseca del paisaje se apegarán al método de Montoya et. Al 2003, así se valorará, las cualidades fisiográficas, las de cubierta vegetal, y la presencia de láminas de agua.

Los factores que se consideraron en el estudio para caracterizar y valorar a las unidades del paisaje del SAR se presentan y describen en el Cuadro IV-119.

CUADRO IV-119 FACTORES Y ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE.

Factor	Aspectos para valorar	Valoraciones
Pendiente	Se considera que a mayor pendiente mayor fragilidad, por producirse mayor exposición a las acciones.:	<5%, Valor 1 entre 5% y 15%, Valor 2 mayor a 15%, Valor 3 entre 15% y 30%, Valor 4 > 60%, Valor 5
Desnivel.	Es la diferencia entre la cota máxima y mínima topográfica. A mayor desnivel, corresponde mayor calidad. Las unidades se agruparon en 4 intervalos de desnivel: <600, 600 - 850, 850 - 1100, y >1100.	Menor a 900 m, Valor 1 Entre 900 y 1300 m, Valor 2 Entre 1300 a 1500 m, Valor 3 Desnivel mayor 1500m. Valor 4
Complejidad de las formas	La calidad será mayor, en aquellas unidades con más porcentaje de superficie ocupada por formas que indican complejidad estructural. Se ha establecido el criterio de formas simples y complejas en 4 fases.	Formas simples, Valor 1 Formas Complejas, Valor 4
Fisiografía.	Se clasifica en 4 clases: La primera es aluvial, coluvial y navas, la segunda es aluvial, terrazas, islas, la tercera, laderas planas, vertientes y rellanos y la cuarta en divisorias, crestas y collados.	Aluvial-Coluvial, Valor 1 Aluvial, Terrazas, Valor 2 Laderas Planas, vertientes y rellanos, Valor 3 Crestas y collados, Valor 4

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Factor	Aspectos para valorar	Valoraciones
La presencia de agua dulce	En un paisaje constituye un elemento de valor paisajístico, disminuyendo la calidad por ríos intermitentes a los cuales no se les puede considerar.	Ausencia, Valor 1 Presencia, Valor 4
Cubierta vegetal	La vegetación y los usos del suelo son un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje, por ser un elemento extensivo a todo el territorio. La diversidad de formas de vida de la vegetación da lugar a una mayor o menor visión paisajística.	Muy baja diversidad, Valor 1 Diversidad baja, Valor 2 Diversidad medio, Valor 3 Diversidad alta, Valor 4 Diversidad muy alta, Valor 5

Los aspectos que se han tomado para valorar las características intrínsecas del paisaje se describen enseguida.

Topoformas La totalidad del SAR corresponde a un cuerpo de agua correspondiente al Golfo de México con una profundad en un rango de 0 a 50 mbnm, por tanto, la fragilidad del paisaje va de media a alta.

Complejidad de formas. Dado que las topoformas corresponden a terrenos semiplanos se observa poca complejidad de formas además de ser una zona urbanizada ya que se encuentra la zona urbana de Tuxpan.

Disponibilidad de agua. Como se mencionó en el apartado hídrico de este mismo capítulo, en el SAR existen cuerpos lóticos perennes mientras que la presencia de cuerpos lenticos es nula. En el SAR las corrientes existentes, así como los esteros alimentan al Río Tuxpan el cual desemboca en el Golfo de México

Cobertura vegetal. El 0.18 porciento del SAR en estudio presenta cubierta vegetal, de esta cubierta el 0.014 porciento corresponde a vegetación de manglar la cual se localiza en la zona sur del SAR cerca de la desembocadura y 0.1529% que pertenece a vegetación de duna costera del Río Tuxpan, mientras que el restante corresponde a agricultura, pastizal cultivado y asentamientos humanos principalmente esto debido al alto grado de urbanización.

En los recorridos de campo observó en el SAR la fragmentación por la urbanización existente además de ser un sitio con relevancia portuaria.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ILUSTRACIÓN IV-126 RECORRIDOS DEL PAISAJE DEN EL PROYECTO

Cadenamiento 10+500 al 10+200: En este tramo se observa inicialmente el puente de Tuxpan en el Oeste, en el norte el Bulevar Independencia que sigue al borde del río y en el sur una plataforma.






Cadenamiento 10+200 al 9+800: Se puede observar el Puente Tuxpan a lo lejos, terrenos al lado del río con grúas y otros terrenos con pasto podado. Igualmente se ve el Bulevar Independencia




Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546




Cadenamiento 9+800 al 9+600: Se observa el Bulevar independencia al costado del Río






Cadenamiento 9+300 al 9+000: Se observa el río y la ribera con jardinería encontrando especies como palmeras y pastos.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546




Cadenamiento 9+000 al 8+900: Se observa vegetación al borde del río así como jardineras y la avenida y del otro lado algunas construcciones.





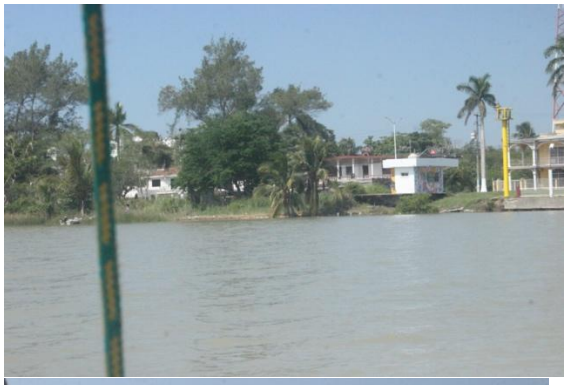

Cadenamiento 8+200 al 7+600: Se observan grúas para el manejo de barcos, así como construcciones pequeñas a lo largo del río.




[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546




Cadenamiento 6+100 al 5+700: Se observa la vegetación de la ribera, así como antenas y algunas construcciones al lado del río.





Cadenamiento 5+700 al 4+600: Se observan buques de Tuxpan, así como vegetación presente en el margen izquierdo del Río Tuxpan

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



Cadenamiento 4+600 al 3+500: se observan Edificios a las orillas del río y barcos anclados



Cadenamiento 3+500 2+100: se observan Edificios a las orillas del río y barcos anclados, así como parte de la infraestructura de la ASIPONA Tuxpan

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546






Cadenamiento 2+100 al 1+000: Se observa la rivera y vegetación en los márgenes, así como infraestructura de delimitación.






Cadenamiento 1+000 al 0+000: Se observan las orillas del río, así como escolleras y embarcaciones de distintos tamaños.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546






En el Cuadro IV-120 se muestra la ponderación obtenida para cada una de las unidades de paisaje para el tema de calidad del paisaje.

CUADRO IV-120 UNIDADES DE PAISAJE EN EL SAR

Unidades de Paisaje	Valores						Suma
	Pendiente	Desnivel	Complejidad de Forma	Fisiografía	Presencia de Agua	Cobertura de Vegetación	
Zona terrestre	2	1	1	1	4	1	10
Zona marina	1	1	1	1	4	1	9

IV.3.4.3 FRAGILIDAD DE PAISAJE

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano, et. al, 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

El estudio de la calidad y fragilidad visual requiere de un análisis de las condiciones visuales del territorio, concediéndose una gran importancia a la determinación de las áreas de visibilidad desde los distintos puntos de observación. Los factores que suelen ser utilizados para determinar la fragilidad del paisaje, se refieren a los usos de suelo, el grado de pendiente, la distancia con las redes viales, así como con los núcleos de población. Para la valoración de

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

la fragilidad del paisaje, se están considerando, a) el Uso del Suelo, b) Pendiente, y c) Grado de antropización. En el Cuadro IV-121 se indican los factores y la valoración.

CUADRO IV-121 FACTORES Y ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA VALORACIÓN DE LA FRAGILIDAD DEL PAISAJE

Factor	Aspectos a valorar	Valoraciones
Zonas conservadas	La fragilidad del paisaje está relacionada con la presencia de comunidad biológicas, que en el caso del SAR corresponden a la vegetación presente en la pequeña porción del Ramsar Humedales y Manglares de Tuxpan (Pastizal halófilo, manglar. Y duna costera) así como los cuatro arrecifes de coral del APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan. Se considera menos frágil cuando mayor es la cobertura y mayor cuando es menor la cobertura.	Mayor cobertura = Menor fragilidad, Valor 1 Formación dispersa y baja. Valor 2 Matorral denso, Valor 3 Mayor Fragilidad, Valor 4
Pendiente	Se considera que a mayor pendiente la mayor fragilidad, por producirse mayor exposición a las acciones. Y viceversas	Menor fragilidad <5%, Valor 1 5% a 15%, Valor 2 > 15%, Valor 3 15% y 20%, Valor 4 Mayor fragilidad. > 20%, Valor 5
Infraestructura	La abundancia en el paisaje de estructuras artificiales supone una disminución de la calidad del paisaje. Para dimensionar el grado de la distribución de esta variable en el territorio se han utilizado los parámetros de densidad de vialidades y de servicios.	Menor fragilidad >10 msnm, Valor 1 20 a 30msnm, Valor 2 < 40 msnm, Valor 3
Asentamientos humanos y con actividades. Antropogénicas	La presencia de Asentamientos humanos provoca cambios definitivos sobre las condiciones originales, provocando la disminución de vistas	Menor fragilidad Densidad 0 a 50, Valor 1 50 a 100, Valor 2 100 a 200, Valor 3 Mayor fragilidad >200, Valor 4
Fondo escénico	La descripción de la calidad del fondo escénico se define a continuación como el estado actual de los elementos que conforman a la unidad territorial en estudio, la fragilidad visual depende de la presencia de obstáculos que pueden interferir con la apreciación visual o reducir la regularidad o continuidad del paisaje. Para el caso se considerará la presencia de obras o edificaciones o de anuncios que disminuyen la calidad visual. El fondo escénico más elevado corresponde a los cuatro arrecifes que se encuentran en el SAR y que forman parte del ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos	Menor fragilidad. < al 10 %, Valor 1 de 11 – 30 %, Valor 2 31- 70 %, Valor 3 Mayor fragilidad, <71-100, Valor 4

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Factor	Aspectos a valorar	Valoraciones
	Tuxpan, que corresponde a sitios con mayor valor de conservación que el resto del SAR con la presencia algas, esponjas, corales y octocorales ha sido la principal información generada sobre comunidades bentónicas sésiles González-González, et. al. 2016[45]) donde se han encontrado áreas de coral muerto que potencialmente promueve el reclutamiento larval, mientras los dos últimos no son viables para el asentamiento larval dado que son fondos bentónicos no consolidados (Lang et al. 2010), en diversos estudios se ha reportado el blanqueamiento de coral, así como la presencia de arenas y sedimentos que son transportados a los arrecifes por las corrientes marinas de la región	

En el Cuadro IV-122 se muestra la ponderación obtenida para el tema de fragilidad del paisaje.

CUADRO IV-122 FRAGILIDAD POR UNIDADES DE PAISAJE DEL SAR

Unidades de Paisaje	Valores					Suma
	Zonas conservadas	Pendiente	Infraestructura	Asentamientos humanos y/o actividades antropogénicas	Calidad de Vistas o fondo Escénico	
Zona terrestre	1	1	1	2	2	7
Zona marina		1	1	2	2	6
Máxima fragilidad	4	4	5	4	4	21
Mínima Fragilidad	1	1	1	1	1	5

Los valores de fragilidad para la zona terrestre o continental y la zona marina son bajos ambos valores están más cercanos al nivel de mínima fragilidad equivale a 5 (Cuadro IV-85)

IV.3.4.4 CALIDAD VISUAL

Para la valoración de la calidad visual existen diversos métodos, que combinan la visibilidad o Inter visibilidad, así como la calidad del paisaje basada singularidad de elemento o lo sobresaliente de algunos elementos como pueden ser los elementos biofísicos, en este

[45] González-González Marlene, De la Cruz-Francisco Vicencio, Morales-Quijano Itzel y Orduña-Medrano Rosa Estela, 2016, Diversidad y cobertura de la comunidad bentónica del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México,

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

sentido para el presente estudio se adoptó la metodología del servicio forestal de los Estados Unidos de Norteamérica, denominada Objetivos de Calidad Visual o VQO (por sus siglas en ingles), que se transcribe en el Cuadro IV-123.

CUADRO IV-123 CLASES DE VARIEDAD O SINGULARIDAD

Rasgo biofísico	A (Alta)	B (Media)	C (Baja)
Morfología	Pendientes de más de 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancada o con rasgos muy dominantes	Pendientes entre 30 y 60% con modelado suave	Pendientes entre 1-30% vertientes con poca variación, sin modelado y sin rasgos dominantes.
Formas rocosas	Formas rocosas sobresalientes, pedrizas, afloramientos y taludes inusuales		
Vegetación	Alto grado de variedad	Cubierta vegetal continuo, con poca variedad	Cubierta vegetal continuo sin variación en su distribución o nula
Formas de lagos	Lagos grandes, bordes singulares, reflejo del terreno en agua	Lagos medianos, orilla irregular, pocos reflejos	Lagos pequeños, irregulares y sin reflejos
Formas de ríos y arroyos	Cursos de agua con inusuales cambios	Cursos de agua comunes	Corrientes intermitentes

Clase	Aspectos a valorar	Valoraciones
Alta	Calidad alta, con rasgos singulares o sobresalientes	3
Media	Áreas con rasgos, que poseen forma y color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región y no excepcionales	2
Baja	Áreas con poca en la forma, color, línea y textura.	1

Considerando los factores, que se han descrito y valorado sobre la calidad intrínseca, la fragilidad y la calidad visual en las unidades de paisaje del SAR, en el Cuadro IV-124 se indican los valores de la calidad de paisaje unidades de paisaje.

CUADRO IV-124 VALORACIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE DEL SAR Y DEL AIP

Subunidad de paisaje	Calidad Intrínseca	Fragilidad	Calidad visual	Valoración de la calidad de las unidades de paisaje
Zona Marina	10	13	1	24
Zona Terrestre	9	6	1	16

Las zonas de playa o barra presentan una alta fragilidad ya que son las zonas con más modificaciones y reducción en su calidad visual.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.4 Diagnóstico

El análisis conjunto de los medios físico, biótico y socioeconómico demuestra que el SAR del proyecto mantiene un **equilibrio dinámico funcional**, donde los procesos hidrodinámicos y mareales actúan como reguladores naturales de la productividad biológica y la calidad ambiental.

La estabilidad hidrológica del canal y la zona marina garantiza la **renovación continua del sistema estuarino**, lo que permite sostener comunidades de flora y fauna adaptadas a gradientes salinos y de turbidez propios del entorno costero. En paralelo, los componentes bióticos —particularmente los manglares, fitoplancton y zooplancton— funcionan como **filtros ecológicos y eslabones tróficos** que amortiguan las descargas continentales y mantienen la disponibilidad de oxígeno y nutrientes.

Desde el punto de vista socioeconómico, la relación de la población con el medio natural sigue vinculada a la pesca, el transporte fluvial y las actividades portuarias, las cuales dependen directamente de la salud ecológica del sistema estuarino. Esta interdependencia confirma que la conservación de los procesos físicos y biológicos no sólo tiene valor ambiental, sino también relevancia económica y social, consolidando la resiliencia regional.

En consecuencia, el SAR Tuxpan puede considerarse un ecosistema costero funcional, con estabilidad ambiental media-alta, en el que los procesos naturales y las actividades humanas son potencialmente compatibles bajo un esquema de manejo ambiental responsable.

IV.4.1 Calidad Ambiental

El SAR delimitado alcanza 86,721.35 ha, comprende un espacio continental fluvial con una superficie de 1,478.90 ha (1.70 %) y una zona marina de 85,242.44 ha (98.29 ha). El SAR presenta diferentes grados de calidad ambiental.

La zona fluvial continental comprende 14.5 Kilómetros del rio Pantepec o Tuxpan, los terrenos que lo rodean corresponden a una zona urbana y predios con usos industriales, y tan solo 58.73 ha (3.97%) de ese entorno forma parte del Ramsar Humedales y Manglares de Tuxpan -**que corresponde a una zona protegida o conservada-, mientras que el resto presenta condiciones ambientales sujetas a las actividades urbanas, industriales y portuarias, además considerando que la zona fluvial recibiendo las descargas de agua de rio arriba.**

Las principales fuentes de presión para el caso de la zona fluvial del SAR corresponden a las actividades agrícolas, de asentamientos humanos y las actividades de navegación y portuarias en el Rio Tuxpan. Mientras que en la zona marina del SAR las fuentes de presión son las descargas de agua procedentes de las corrientes de agua de la zona continental, la navegación, las actividades petrolíferas y el turismo.

El Rio Tuxpan y su Canal de Navegación forman parte de un sistema **estuarino costero con alta influencia fluvial y marina**, donde confluyen aportes continentales, mareas

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

y descargas urbanas. Entre los aportes que se reciben en esta zona del SAR se encuentran los sedimentos, que provocan el azolve constante, que acortan la profundidad de navegación, que en algunas épocas del año provocan problemas como el atracamiento de las embarcaciones, además de problemas de inundación en las zonas creando problemas como son pérdidas económicas, de salud y otras.

El sistema fluvial del SAR, está influenciado simultáneamente por la **descarga fluvial** y la **marea diurna** del Golfo de México, presenta una **morfología confinada** que atenúa la energía del oleaje y canaliza el flujo hacia el **Este-Sureste (E-SE)**, dirección principal de salida al mar, sus características hidrológicas se resumen como sigue:

- Altura significante del oleaje (Hs): 0.15 m (rango 0.10–0.39 m).
- Periodo de ola (Tp): 10.83 s, con dos regímenes:
- Oleaje local (~5 s, brisa marina).
- Oleaje de fondo oceánico (~12 s).
- Corrientes promedio: 7.3 cm/s (máx. 34 cm/s).
- Dirección predominante: 134° (E-SE).
- Marea: micromareal diurna, con amplitud promedio de 0.8 m.
- Flujo residual neto hacia el mar (3.8 cm/s), debido al empuje del río.
- Ausencia de flujo bidireccional, típico de estuarios dominados por marea; aquí la corriente no invierte su dirección, sino que mantiene salida constante.
- Energía mixta: 56 % atribuida a la marea y 44 % al flujo fluvial y viento
- Estratificación vertical leve, con corrientes más intensas en superficie y disminución hacia el fondo.

El canal presenta una dinámica fluvial-mareal controlada, con descarga continua de agua dulce y sedimentos que limita la intrusión marina. Su capacidad de renovación es alta, pero sensible al incremento de turbidez por dragado.

En la zona fluvial existen condiciones ambientales que generan una dinámica ecológica compleja que favorece el desarrollo de comunidades de vida silvestre que son tolerantes **a variaciones de salinidad, turbidez y nutrientes**, lo cual se refleja en los índices de diversidad y dominancia de los grupos biológicos estudiados.

Por otra parte la zona marina cubre una superficie de 85,242.44 ha, y forma parte del ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan que cubre 14,259.8524, es decir el 16.72% de esta parte de SAR corresponde a una zona conservada y frágil mientras que la superficie restante es un área de navegación con alto tráfico marino, por su cercanía a la zona portuaria está bajo la presión de las actividades que se llevan a cabo en la zona urbana de Tuxpan, de la Barar de Tampamachoco, del Puerto de Tuxpan, de las embarcaciones y de los poblados aunque la zona marina está sujeta a las mareas y corrientes que permiten la dispersión de sustancias que modifican la calidad de agua y sedimentos, y que causan presión ambiental sobre la vida acuática marina.

Los resultados hidrodinámicos muestran que la zona de tiro se localiza en un área profunda (≈19.5 m), con corrientes promedio de 13 cm/s y dirección predominante noroeste (NW, 268°–345°), moduladas por el régimen de marea diurna micromareal. La estratificación vertical y la bimodalidad direccional permiten una dispersión controlada de sedimentos finos, sin retorno significativo hacia la costa o el canal.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

A efecto de poder ofrecer un diagnóstico ambiental del SAR, se han seleccionado los factores del Cuadro IV-125, enseguida se exponen una valoración de los mismos que da cuenta de la calidad ambiental del SAR.

CUADRO IV-125 FACTORES AMBIENTALES

Factores ambientales	Indicadores de los componentes que constituyen al SAR	
Ambiente Fluvial	1	Calidad del agua
	2	Calidad paisajística
	3	Ecosistemas Frágiles (manglar)
Ambiente Marino	4	Dispersión de partículas
	5	Ecosistemas Frágiles (Corales)
	6	Riqueza Biológica
Atmósfera	7	Calidad del aire
	8	Confort sonoro
Paisaje	9	Valor paisajístico.

IV.4.1.1 VALORACIÓN DE LOS COMPONENTES

Para valorar la calidad del ambiental de cada factor o componente de la línea base del SAR, se utilizó la metodología propuesta por los laboratorios Battelle Columbus (1972)[46], la cual ha sido ampliamente usada para el diagnóstico y evaluación de los impactos ambientales (Clark *et al.*, 1978[47]; Wagh y Gujar, 2014[48]); sin embargo, para fines de realizar el diagnóstico del estado actual de la calidad ambiental del sistema, se omitió la estimación de calidad que tendrían los parámetros de implementarse el proyecto. Cabe mencionar que esta metodología puede ajustarse en función del tipo de sistema o proyecto mediante la modificación de los componentes y sus unidades de importancia.

Para calcular el índice de calidad ambiental, la metodología sugiere que a cada parámetro le sea asignado un valor entre "0" (calidad pésima) y "1" (calidad óptima). En este caso, se planteó la subdivisión de los valores de calidad entre "0" y "1" para incluir los niveles de calidad pésima, baja, media, alta y óptima.

CUADRO IV-126. NIVELES DE CALIDAD DE LOS PARÁMETROS.

Nivel	Calidad
1	Óptima
0.75	Alta
0.5	Media
0.25	Baja
0	Pésima

[46] Battelle-Columbus Laboratories. 1972. Environmental evaluation system. Springfield, Massachusetts.

[47] *Clark, B. D., K. Chapman, R. Bisset y P. Wathern. 2014. Methods of environmental impact analysis. Built Environment, 4 (2): 111–121.*

[48] *Wagh, C. H. y M. G. Gujar. 2014. The environmental impact assessment by using the Battelle method. International Journal of Science and Research, 3 (7): 82–86.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO IV-127 VALORACIÓN DE LOS COMPONENTES E INDICADORES AMBIENTALES.

Factores	Descripción	Calidad
Calidad del agua	En las márgenes de los efluentes del Rio Tuxpan se realizan diversas actividades antropogénicas que producen descargas de agua, que van desde uso doméstico, usos agrícolas, usos comerciales, para la generación de energía, así como fabricación de cerámicas y otras. Los estudios realizados sobre la calidad del agua denotan que la calidad del agua no es óptima para el consumo humano, e incluso para algunas actividades productivas como la pesca. Si bien la calidad de la misma en algunos momentos no rebasa la normatividad es difícil pensar que es de buena calidad.	Media-Baja
	La calidad de agua marina es de media, ya que la dispersión de sustancias procedentes de la zona continental, aunque en algunas zonas causan turbidez, presencia de hidrocarburos, y otras sustancias, tal como se ha detectado en los análisis de calidad de agua	Media
Calidad paisajística	La calidad paisajística del Rio Tuxpán va de media a baja debido a la presencia de asentamientos humanos	Media-
	La calidad paisajística marina es buena, aunque esta zona no corresponde a una zona preferentemente atractiva para el desarrollo turístico	Alta
Ecosistemas Frágiles (manglar) del Rio Tuxpan	En el SAR la presencia del Ramsar corresponde a una zona prioritaria y conservada El SAR de Tuxpan conserva alto valor ecológico — manglares con cuatro especies y sistema dunar— pero está bajo presión intensa por invasoras, cambio de uso de suelo y rellenos ribereños. Actuar de inmediato en (i) erradicar Casuarina y restaurar dunas con nativas, (ii) restaurar y proteger bordes de manglar en zonas deslavadas con bioingeniería y buffers, y (iii) blindar las obras (dragado/Muelle 3) fuera de áreas con vegetación, permitirá estabilizar la línea de costa, recuperar servicios **antierosivos** y **cumplir** con los compromisos RTP-103/Ramsar.	Optima
Ecosistema frágil SALT	En el SAR, se encuentra el SALT que es una ANP considera frágil, y de gran relevancia para la protección de especies acuáticas.	Optima
Dispersión de partículas	La capacidad de dispersión en la zona marina es alta debido a las corrientes geostróficas, como se ha encontrado puede variar según la época del año, tal como se ha descrito previamente.	Alta
	En el Rio Tuxpan, la dispersión de partículas está definido por la dominancia de la corriente del rio, aunque en la zona más cercana al mar, se recibe la influencia del reflujo o del transporte generado por la marea, lo que incide en la calidad del agua así como de los sedimentos del Canal y Rio Tuxpan, así como de los cuerpos de agua aledaños, como es la Laguna de Tampamachoco.	Alta

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Factores	Descripción	Calidad
Calidad de agua	La calidad de agua de mar va de alta a media, ya que en la zona costera se reciben descargas de múltiples usos y si bien la capacidad de dispersión es buena al combinarse con factores como el cambio climático la misma llega a afectar el desarrollo de la vida acuática.	Media
	La calidad de agua del rio Tuxpan depende de las actividades, así como de las épocas del año, ya que, en temporadas de alta precipitación, suelen incrementarse las concentraciones de sustancias procedente de descargas de drenes agrícolas, aguas servidas procedentes de las zonas urbanas y así como de sustancias que se generan en las zonas industriales del Puerto de Tuxpan.	Media
Calidad del aire del SAR	Se considera alta ya que no se identifican industrias dentro del SAR, aunque hay cierta influencia de la Termoeléctrica Adolfo López Mateos en la zona norte del SAR.	Alta
Confort sonoro del SAR	El confort Sonoro es alto debido a la extensión y sobre todo que gran parte es zona marina.	Alta
Importancia biológica terrestre	En el caso de la zona fluvial del SAR la presencia de fauna y flora silvestre se encuentra únicamente en las zonas conservadas, que en este caso corresponde a los espacios que forma parte del Ramsar, acorde a los muestreos de flora la riqueza está reducida básicamente se encontraron cuatro especies de mangle (que corresponde a especies protegidas), para el caso de los acahuales y la zona de duna costera la riqueza de especies es baja, y con presencia de especies exóticas. El SAR Tuxpan conserva aún fragmentos valiosos de manglar y vegetación costera que funcionan como barreras naturales contra la erosión y refugio de fauna silvestre. Las obras de dragado no implican impacto directo sobre la vegetación existente, pero sí requieren medidas de prevención y restauración para evitar impactos secundarios sobre especies en categoría Amenazada (A) según la NOM-059-SEMARNAT-2010, especialmente Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans y Conocarpus erectus. Para el caso de la fauna, la riqueza registrada es de un total de 69 especies de vertebrados lo que equivale al 31% del total de las especies potenciales para esta zona, De las 69 especies, una pertenece al grupo de anfibios (10% del total de especies potenciales), cinco corresponden a reptiles (19.2% del total), 60 son especies de aves (38.2%) y tres especies corresponden a mamíferos (10.3% del total de especies potenciales para este grupo), es decir la riqueza de sp de fauna es baja.	Baja

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Factores	Descripción	Calidad
	Acorde a los resultados de los análisis de biota acuática, se observa que la riqueza es baja, lo que denota la perturbación del medio.	
Especies protegidas o frágiles	Para la zona fluvial, solo se encontraron especies en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, para cuatro especies de mangle, y siete especies de fauna terrestre bajo corresponden a tres especies de reptiles y cuatro especies de aves. Además de una especie de reptil con poblaciones Endémicas para México	Alta
	Para el caso de la zona marina, la presencia de los arrecifes de coral en la zona norte y noreste del SAR aporta un valor importante. La proporción que queda incluida en el SAR corresponde al arrecife Tuxpan. El arrecife Tuxpan es de tipo emergente que puede albergar 1110 especies de vida silvestre. El SALT es en general una zona de atracción para especies de tortugas y delfines entre otras, y es altamente vulnerable a la contaminación, por ello es importante realizar acciones para su protección y conservación.	Alta
Importancia biológica acuática del Rio y de la zona marina	Por los resultados de los estudios realizados para la línea base del esta MIA.R, demuestran que: El Canal de Tuxpan presenta **condiciones biológicas estables con ligera eutrofización y señales de estrés ambiental moderado** en el bento. Los indicadores biológicos no evidencian deterioro severo, sino un **equilibrio funcional** propio de un estuario con influencia antropogénica controlada. **Fitoplancton,** la composición sugiere un sistema eutrofizado moderado, con buena productividad primaria pero afectado por aportes de nutrientes y materia orgánica. La dominancia de Chaetoceros y Ceratium indica resiliencia ecológica bajo condiciones de estrés leve. **Zooplancton**. La estructura zooplanctónica del canal indica ecosistema funcional y productivo, con comunidades adaptadas a los pulsos de nutrientes y turbidez propios del estuario. No se observan signos de perturbación severa, el zooplancton del canal está **dominado por copépodos eurihalinos** (*A. tonsa*), típicos de estuarios con aportes orgánicos y turbidez; mientras que, en la parte marina, la comunidad se enriquece con **larvas de crustáceos y formas pelágicas**, señal de **mejor calidad ambiental y mayor conectividad ecológica** con el Golfo**.**	Media

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



Factores	Descripción	Calidad
	Bentos. El Canal de Tuxpan presenta condiciones biológicas estables con ligera eutrofización y señales de estrés ambiental moderado en el bento. Los indicadores biológicos no evidencian deterioro severo, sino un equilibrio funcional propio de un estuario con influencia antropogénica controlada, **se** reflejan **condiciones de fondo ligeramente impactadas**, pero no anóxicas. La presencia de *Hediste sp.* y *Alitta succinea* indica una comunidad **tolerante,** pero activa y funcional. El bento del canal refleja **condiciones mesotróficas y resuspensión frecuente**, mientras que la zona marina presenta **diversidad mayor, estabilidad ecológica y dominancia de especies indicadoras de sedimentos limosos saludables, con señales de contaminación por hidrocarburos.**	

Cada parámetro representa solo una parte del componente ambiental y, a su vez, del medio, por lo que es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se pueden contemplar en conjunto y, además, ofrezca con ello una imagen coherente de la situación del SAR. Con este fin se atribuye a cada parámetro un peso o índice ponderal, expresado en forma de ***unidades de importancia del parámetro (UIP)***. Para la valoración se asignaron un total de 267-103 unidades de importancia**.** En el Cuadro IV-128 se muestran las unidades de importancia por parámetro, componente y categoría. **Lo que demuestra que el SAR presenta una calidad media alta.**

CUADRO IV-128 NIVELES DE IMPORTANCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Factores	Calidad	Puntaje	Porcentaje de importancia en el SAR	Importancia del factor en el SAR	Ideal
Calidad del agua del Rio Tuxpan	Media-	0.5	1.70	0.15	1.70
Calidad de agua marina	Media	0.5	98.29	49.45	98.29
Calidad paisajística del Rio Tuxpan	Media-	0.5	1.70	0.15	1.7
Calidad paisajística del Mar	Alta	0.75	98.29	73.71	98.29
Ecosistemas Frágiles Ramsar	Optima	1	3.97	3.97	3.97
Importancia biológica terrestre	Baja	0.3	1.70	0.51	1.7
Importancia biológica acuática del Río y la zona Marina	Baja	0.7	98.29	6.503	98.29
Porción del SALT presente en la zona marina del SAR	Optima	1	16.72	16.72	16.72
Dispersión de partículas en la Plataforma oceánica	Alta	0.75	98.29	98.29	16.72
Dispersión de partículas en el rio Tuxpan	Alta	0.75	1.70	0.15	1.7
Riqueza Biológica de la zona fluvial del SAR	Baja	0.25	100	2.5	10
Calidad del aire del SAR	Alta	0.75	100	7.5	100
Confort sonoro del SAR	Alta	0.75	100	7.5	100
			Suma	**267.103**	**549.08**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.4.1.2 Descripción de la calidad de los factores ambientales

Enseguida se presenta un diagnóstico de los componentes ambientales acorde su caracterización.

IV.4.1.3 Condiciones topo-hidrológicas

La condición topo-hidrológica en el SAR es relevante, ya que esta unidad forma parte de una llanura que se pronuncia en la zona marina hasta la plataforma continental marina, y al ser una llanura se comporta como una zona de depositación de materiales provenientes de zonas más elevadas de la sierra madre oriental, trasladadas a la zona fluvial y costera por diversas corrientes hidrológicas -que al cruzan por terrenos agrícolas y áreas con asentamientos humanos, transportan aguas residuales así como residuos sólidos e incluso aguas con plumas térmicas que determinan la calidad del agua del SAR.

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 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**.

IV.4.1.4 Hidrodinámica y capacidad de Capacidad de dispersión

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.

Los estudios hidrodinámicos instrumentales, mediante Doppler acústico (ADCP), indican una corriente promedio de 7.3 cm/s en el canal y 13.1 cm/s en la zona marina, con dirección predominante hacia el E-SE en el canal y N–NW en el área de vertimiento. La marea dominante es diurna, con amplitud media de 0.8 m, y la energía del oleaje aumenta progresivamente hacia la franja marina, donde se registran alturas significantes de 0.9 m y periodos de 5.2 segundos.

El transporte residual neto se orienta al mar abierto, lo cual es ambientalmente favorable, ya que evita la acumulación de sedimentos por los dragados dentro del canal. En condiciones normales, el flujo no presenta inversión direccional, y la energía combinada de marea, oleaje y viento asegura una renovación eficiente de la columna de agua.

Cuadro IV-129 Parámetros 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

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Parámetro	Canal del Río Tuxpan	Zona Marina (Sitio de Tiro)
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.

El comportamiento hidrodinámico del SAR demuestra una tendencia de flujo estable hacia mar abierto, garantizando la dispersión y renovación continua del sistema estuarino. Durante los meses de octubre a diciembre, los modelos ROMS y Delft3D-FLOW/SED/WAVE confirman que el transporte neto es hacia el sur y mar abierto, constituyendo el periodo óptimo ambiental para el vertimiento, ya que minimiza la recirculación de sedimentos hacia zonas arrecifales y la Laguna de Tampamachoco

Los resultados hidrodinámicos muestran que la zona de tiro se localiza en un área profunda (≈19.5 m), con corrientes promedio de 13 cm/s y dirección predominante noroeste (NW, 268°–345°), moduladas por el régimen de marea diurna micromareal. La estratificación vertical y la bimodalidad direccional permiten una dispersión controlada de sedimentos finos, sin retorno significativo hacia la costa o el canal

En síntesis, la hidrodinámica regional proporciona condiciones naturales de autorregulación, con alta capacidad de mezcla y dilución que reducen la posibilidad de impactos prolongados en calidad de agua o dinámica sedimentaria. **El régimen hidrodinámico del SAR —con corrientes mareales previsibles y flujo neto hacia mar abierto— ofrece condiciones idóneas para el desarrollo la disposición ambientalmente segura de sedimentos dragados**.

La mayor energía en la zona marina confirma que las condiciones son adecuadas para el vertimiento controlado de materiales de dragado sin riesgo de retorno hacia el canal o la costa.

IV.4.1.5 CALIDAD AMBIENTAL ACUÁTICA

IV.4.1.5.1 Calidad del agua (zona fluvial marina)

El análisis de la calidad del agua en el SAR Tuxpan, con base en los registros de la **Red de Monitoreo de CONAGUA** y estudios complementarios, revela que los principales parámetros (DBO, SST, metales pesados y nutrientes) se mantienen dentro de rangos característicos de sistemas estuarinos con influencia antrópica moderada.

Los niveles de **sólidos suspendidos totales (SST)** son mayores en época de lluvias, alcanzando hasta 180 mg/L en el canal principal, mientras que en la zona marina los valores promedian 60 mg/L. La **demanda biológica de oxígeno (DBO5)** varía entre 2.1 y 3.5 mg/L, indicando buena capacidad de autodepuración.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

La concentración de **oxígeno disuelto** oscila entre 5.2 y 6.8 mg/L, y la **salinidad** promedio aumenta gradualmente desde 2 PSU en el canal superior hasta 34 PSU en la franja marina. Estos gradientes confirman el carácter de **mezcla continua estuarina** y la estabilidad ambiental del sistema.

En cuanto a **hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)** y **metales traza (Cu, Zn, Pb)**, las concentraciones se encuentran por debajo de los límites de protección para vida acuática establecidos por la **NOM-001-SEMARNAT-2021**.

CUADRO IV-130INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA EN EL SAR TUXPAN

Parámetro	Canal del Río Tuxpan	Zona Marina	Norma de Referencia
SST (mg/L)	120–180	40–60	NOM-001-SEMARNAT-2021
DBO5 (mg/L)	2.1–3.5	1.8–2.5	NOM-001-SEMARNAT-2021
Oxígeno disuelto (mg/L)	5.2–6.8	6.0–7.1	NOM-001-SEMARNAT-2021
Salinidad (PSU)	2–15	30–34	—
Metales pesados (µg/L)	<10	<5	NOM-001-SEMARNAT-2021

Fuente: Red de Monitoreo CONAGUA, 2023; Elaboración propia, 2025.

Ahora, por los resultados de la calidad de agua en las 20 estaciones muestreadas en junio de 2024 en la zona fluvial del SAR, se encuentra que los parámetros están dentro de los criterios de calidad de agua establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, y los resultados confirman que.

A. El Río Tuxpan funcionan como un sistema estuarino de mezcla, donde los gradientes de salinidad, sólidos y pH reflejan la transición natural entre el agua dulce y marina.
B. Se observan indicios de carga orgánica y nutrimental elevada en la zona fluvial, vinculada a descargas municipales y arrastre de materiales durante lluvias, lo cual favorece procesos de eutrofización.
C. Los niveles de oxígeno disuelto y turbidez indican una buena capacidad de autorregulación del sistema, aunque la presión por aportes externos puede alterar este equilibrio.
D. Los parámetros iónicos (cloruros, sulfatos, sólidos disueltos) reflejan una clara influencia marina hacia el canal exterior, reforzando la clasificación del sistema como estuario parcialmente mezclado.
E. Aunque la mayoría de los valores se encuentran dentro de los límites permisibles para cuerpos de agua costeros, la concentración de nutrientes (N y P) y la clorofila sugieren la necesidad de un monitoreo continuo para prevenir la eutrofización y proteger los ecosistemas arrecifales cercanos (SALT).

Respecto de los valores registrados para los parámetros de los estudios de CRIT que se realizaron para esta MIA-R, tanto para los resultados encontrados en 2023 como en 2025, se detecta que los sedimentos del Rio Tuxpan **no constituyen Residuos Peligrosos, ya que las concentraciones encontradas están muy por debajo de los parámetros de las normas para considerarlos como residuos peligrosos, de esta forma no se encuentra que los mismos puedan provocar transferencia de contaminantes hacia los sitios de tiro**. No obstante, se detecta la presencia de algunas trazas de bario y cadmio que podrían ser el resultado de algunas descargas de aguas procesos industriales.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



El río Tuxpan muestra un **deterioro significativo en su tramo fluvial–portuario** por **carga orgánica difusa (municipal/agrícola)**, **sólidos en suspensión** y **exceso de nutrientes** que sostienen **eutrofización** y **bajo oxígeno disuelto**; además de **contaminación fecal generalizada** en el canal.

La **vulnerabilidad regional** se amplifica por el **historial de HAP y metales**, y la cercanía del **SALT** a fuentes petroleras. En términos de gestión, el sistema requiere **control de descargas urbanas y agrícolas**, manejo de escorrentías en lluvias, **mejoras en saneamiento**, y monitoreo continuo (nutrientes–clorofila–OD–microbiología–metales/HAP) para contener la eutrofización y reducir riesgos a los humedales y arrecifes cercanos.

Por los valores de calidad de agua encontrados en la zona marina, se encontró que:

- Las aguas de ambas zonas de vertimiento presentan buena calidad en la mayoría de los parámetros medidos.
- Las elevadas concentraciones de sólidos suspendidos y disueltos son atribuibles principalmente a la influencia marina y al arrastre de sedimentos, más que a fuentes de contaminación antrópica.
- Los parámetros bacteriológicos y de DBO_5 confirman que no existen aportes sustancias que aumenten la demanda bioquímica de oxígeno.
- En conjunto, los resultados indican que las condiciones ambientales actuales son favorables y que las actividades de vertimiento no generan, bajo las condiciones analizadas, un deterioro notable de la calidad del agua.

En síntesis, el SAR presenta:

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

IV.4.1.5.2 Calidad de agua por la composición de biótica

Los resultados de la composición biológica (**fitoplancton, zooplancton y bentos**) de la zona fluvial y la zona marina proporcionan información importante sobre la calidad ambiental del SAR

El **fitoplancton** está dominado por diatomeas y dinoflagelados, con mayor abundancia en la zona marina, donde se registran 63 especies, frente a 42 especies en el canal fluvial. Los géneros más representativos son **Chaetoceros, Ceratium, Skeletonema y Thalassiosira, indicadores de productividad media y eutrofización natural moderada**. Las **concentraciones de clorofila-a varían entre 2.4 y 4.8 µg/L, dentro de los valores típicos para ecosistemas costeros con buena oxigenación**.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



El **zooplancton** está constituido principalmente por **copépodos** (género *Acartia*) y **larvas de crustáceos y peces**, con densidades más altas en la zona marina. En el canal predominan especies eurihalinas como Acartia tonsa, tolerante a variaciones de salinidad y turbidez, mientras que en el área marina se observan especies oceánicas como Calanus finmarchicus.

El bento, está compuesto por **poliquetos, moluscos y crustáceos** adaptados a sustratos blandos. Las especies dominantes son *Hediste sp.*, *Alitta succinea* y *Donax sp.*, todas indicadoras de condiciones ambientales estables y niveles bajos de contaminación orgánica, **aunque, cabe desatacar, que se observó material impregnado de hidrocarburos**.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO IV-131 COMPARATIVO DE COMUNIDADES BIOLÓGICAS ENTRE EL CANAL Y LA ZONA MARINA

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

Fuente: Estudios de Flora y Fauna SAR Tuxpan 2023–2025; Elaboración propia, 2025.

IV.4.1.6 ATMOSFERA-CALIDAD DEL AIRE DEL SAR

La calidad de aire de Tuxpan es importante mencionar que el INECC, 2018[49] considera que Tuxpan se encuentra entre los cinco municipios de México (Veracruz), respecto a las emisiones de PM2. Los cinco municipios que emitieron el mayor volumen de este contaminante fueron Nava (Coahuila), La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero), Tula de Allende (Hidalgo), Tuxpan (Veracruz) y Othón P. Blanco (Quintana Roo). Ambos tipos de partículas fueron generados principalmente por las fuentes fijas, destacando por su influencia los municipios en donde se localizan las centrales termo y carboeléctricas de la Comisión Federal de Electricidad.

La calidad del aire se considera como un elemento inerte de acuerdo al análisis presentado, esto es porque las condiciones no se verán afectadas por la implementación del proyecto, toda vez que se considera la cercanía de asentamientos humanos e industriales y considerando el actual flujo de vehículos en la zona, lo cual ha impacto desde la última década la calidad del aire, sin embargo, las condiciones naturales del SAR permiten la dispersión de los contaminantes en un corto plazo de tiempo.

La calidad del aire en la zona marina depende de las corrientes del viento y estas facilitan la dispersión de los gases contaminantes y evitan que las emisiones se queden concentradas en la zona urbana o la sección del SAR en la zona continental.

IV.4.1.7 CONFORT SONORO

Al igual que el elemento calidad del aire, el confort sonoro se considera como un elemento inerte, esto es porque las condiciones no se verán afectadas por la implementación del proyecto, toda vez que se considera la cercanía de asentamientos humanos e industriales y por lo tanto el gran de flujo de vehículos en la zona, lo cual ha impacto desde al menos la última década el confort sonoro, lo que se puede comprobar con

[49] INECC, 2018, Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, consultado en. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

los muestreos de fauna silvestre, que muestran que las principales zonas de refugio están en los remanentes de vegetación nativa.

IV.4.1.8 CALIDAD DE HÁBITAT – FLORA Y FAUNA

IV.4.1.8.1 Flora-vegetación

La vegetación del SAR está representada principalmente por **manglares, vegetación halófila costera, pastizales inducidos y vegetación secundaria arbustiva**. Estas comunidades conforman un mosaico ecológico adaptado a condiciones de salinidad variable, anegamiento periódico y suelos arenosos o limo-arcillosos.

Los **manglares** 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** 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.

IV.4.1.8.2 Fauna

El componente faunístico del SAR Tuxpan comprende **69 especies registradas**, pertenecientes a los grupos de **mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces**. De estas, **7 especies** están listadas en alguna categoría de riesgo en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, lo que subraya la relevancia de conservación del área.

Entre las especies más representativas destacan, las señaladas en el Cuadro IV-132:

CUADRO IV-132 ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL SAR

Grupo	Especies representativas	Categoría (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Mamíferos	*Tursiops truncatus* (delfín nariz de botella)	Sujeta a protección especial (Pr)
Reptiles	*Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano)	Amenazada (A)
	Lepidochelys kempii	Amenazada (A)
Aves	*Ardea alba*, *Egretta thula*, *Pelecanus occidentalis*	—

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Grupo	Especies representativas	Categoría (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Peces	*Centropomus undecimalis*, *Mugil cephalus*, *Lutjanus griseus*	—

Los **mamíferos marinos**, como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), utilizan la franja marina y el canal como zona de alimentación y tránsito. Su presencia se asocia a la disponibilidad de peces pelágicos y condiciones de ruido subacuático dentro de límites tolerables, son de particular importancia, la presencia de los arrecifes que constituyen el SALT

El **cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*)** habita principalmente en márgenes de canales secundarios, esteros y cuerpos de agua dulce asociados al manglar. Su distribución no se superpone con las áreas de dragado, pero podría verse afectado indirectamente por la turbidez temporal o el ruido durante operaciones de maquinaria pesada.

Las aves acuáticas y costeras muestran alta abundancia estacional, con concentraciones de Ardea alba, Egretta thula y Pelecanus occidentalis en zonas ribereñas y marinas.

En general, la diversidad faunística refleja una buena condición ecológica del sistema estuarino, con gradiente trófico estable y conectividad entre hábitats.

En síntesis, el medio biótico del SAR Tuxpan se presenta.

- Una diversidad biológica media a alta, con ecosistemas en equilibrio funcional.
- Las comunidades de flora, fauna y biota acuática mantienen relaciones ecológicas estables y muestran capacidad de resiliencia frente a presiones antrópicas moderadas.
- Los hábitats críticos, como los manglares y las zonas estuarinas, conservan conectividad ecológica y desempeñan funciones esenciales de protección costera, filtración y productividad biológica.
- No se identifican condiciones de deterioro crítico ni pérdida de especies clave; sin embargo, será importante darle seguimiento a la prresencia de Crocodylus moreletii, *Lepidochelys kempii* y Tursiops truncatus en el desarrollo del proyecto, en particular en el dragado.

IV.4.1.9 Calidad del Medio Socioeconómico

El municipio de Tuxpan, Veracruz, se localiza en la región norte del estado y forma parte de la zona de influencia costera del Golfo de México. Su economía se sustenta principalmente en los sectores petrolero, pesquero, portuario, turístico y agrícola, lo que lo convierte en un nodo estratégico de desarrollo regional.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

El Puerto de Tuxpan presenta infraestructura de relevancia nacional, con operaciones de comercio exterior, transporte de combustibles y carga general. Su canal de navegación constituye el eje central de conectividad entre el Golfo y la zona continental, motivo **por el cual el mantenimiento mediante dragado es una actividad esencial para la funcionalidad del puerto y la seguridad marítima, así como urbana**.

Desde el punto de vista ambiental, el municipio se inserta en una zona de transición entre sistemas naturales y urbanos, donde coexisten actividades productivas, turísticas y de conservación. El crecimiento urbano y portuario ha generado presiones sobre el medio natural, aunque los programas de manejo ambiental y reforestación han contribuido a mitigar parte de los impactos acumulativos.

IV.4.1.9.1 Población y Uso del Suelo

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), el municipio de Tuxpan cuenta con 154,600 habitantes, distribuidos principalmente en la cabecera municipal y las comunidades costeras. La densidad poblacional es media (230 hab/km²), concentrada en el corredor urbano-portuario y en la franja ribereña del río Tuxpan.

El uso del suelo predominante corresponde a zonas agrícolas (35 %), seguidas por pastizales y vegetación secundaria (28 %), asentamientos humanos (20 %) y ecosistemas naturales (17 %), principalmente manglares, vegetación costera y humedales.

Las actividades productivas principales son la pesca artesanal, la ganadería extensiva y el comercio portuario. En los últimos años, la diversificación hacia el turismo ecológico y el transporte marítimo ha impulsado nuevas oportunidades de empleo, aunque también incrementa la demanda sobre los servicios ecosistémicos locales.

IV.4.1.9.2 Actividades Económicas Relacionadas con el Medio Ambiental

El sector pesquero continúa siendo una fuente de ingresos significativa para comunidades como *La Calzada*, *Tampamachoco* y *La Mata*. Las especies capturadas con mayor frecuencia incluyen *Mugil cephalus*, *Centropomus undecimalis* y *Litopenaeus setiferus*.

La actividad pesquera depende directamente de la calidad del agua, la productividad fitoplanctónica y la integridad de hábitats como el manglar y los esteros, lo que vincula estrechamente el bienestar social con la conservación ambiental.

El dragado periódico del canal de navegación genera beneficios económicos indirectos al **mantener la operatividad del puerto**, garantizar la entrada de embarcaciones de mayor calado y fomentar la inversión en infraestructura marítima. Estas actividades, correctamente planificadas, pueden coexistir con la conservación ambiental si se aplican medidas de manejo adecuadas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



IV.4.1.9.3 Infraestructura y Servicios

El área urbana de Tuxpan dispone de **infraestructura portuaria moderna**, carreteras federales (México–Tuxpan, Tuxpan–Poza Rica) y servicios públicos que cubren el 95 % de la población.

Los sistemas de **alcantarillado y tratamiento de aguas residuales** operan de manera parcial; la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la cabecera municipal tiene una cobertura aproximada del 65 %.
Existen descargas domésticas dispersas hacia canales secundarios y humedales, aunque los monitoreos más recientes indican mejoras en la calidad del agua por la ampliación de colectores marginales.

IV.4.1.9.4 Aspectos de Percepción y Participación Social

Durante los procesos de evaluación ambiental en la región, la población local ha mostrado una percepción favorable hacia las actividades de dragado, al considerarlas necesarias para el funcionamiento del puerto y la prevención de inundaciones.

Sin embargo, las comunidades pesqueras manifiestan preocupación por la posible resuspensión de sedimentos y su efecto temporal sobre la pesca artesanal.

La participación social en programas de educación ambiental y monitoreo comunitario ha permitido fortalecer la conciencia sobre la importancia del manglar y los humedales como recursos de vida y protección costera.

En síntesis:

El medio socioeconómico del SAR Tuxpan se caracteriza por una interdependencia estrecha entre la población, las actividades económicas y los recursos naturales.

El dragado del canal de navegación constituye una necesidad operativa, pero también un factor que requiere planificación ambiental para evitar impactos sobre la pesca y la calidad de los ecosistemas costeros.

Las condiciones actuales del entorno urbano, la infraestructura y la gobernanza ambiental permiten afirmar que existe una base adecuada para la gestión integrada del territorio, con potencial de compatibilizar desarrollo económico y conservación de los recursos naturales.

IV.4.1.10 Calidad Paisajística

La calidad del paisaje del Rio Tuxpan, acorde a las valoraciones realizadas para el capítulo de paisajes se encuentra que tiene un valor bajo, por tres razones, la primera porque se trata de una zona con un relieve plano, la segunda es por la baja cobertura de vegetación, por la alta tasa de intervención y modificación antropogénica en loa márgenes del Rio Tuxpán.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



La calidad paisajística de la zona marina no se considera alta, debido a la gran actividad de navegación y no se observan zonas altamente atractivas para el desarrollo de actividades de esparcimiento.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

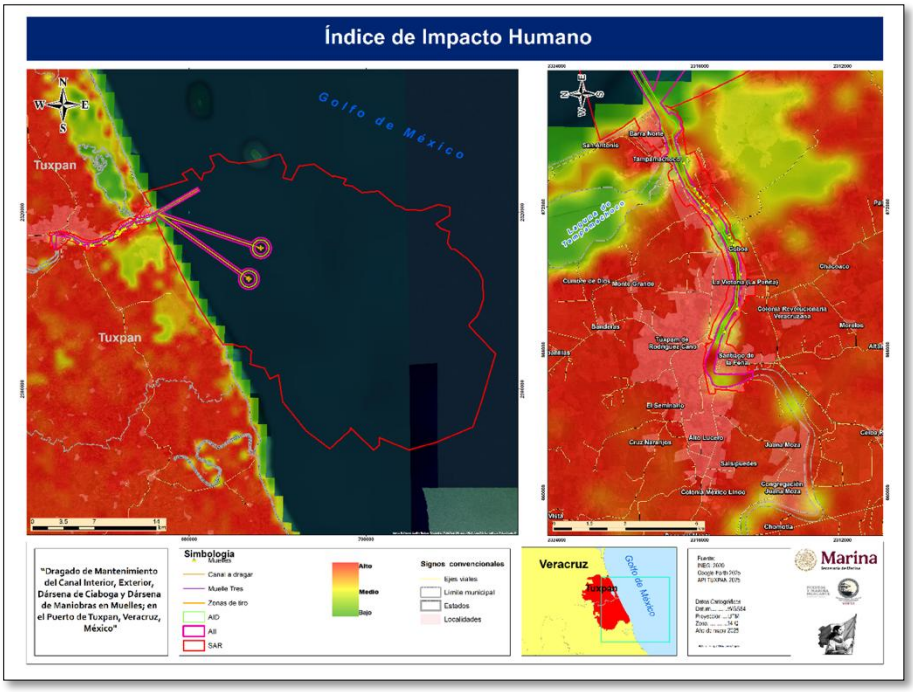
IV.4.2 IMPACTO AMBIENTAL, CONECTIVIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

IV.4.2.1 ÍNDICE DE IMPACTO HUMANO

De acuerdo con el Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad de la CONABIO, el índice indica el grado de impacto antropogénico en el capital natural y permite evaluar los cambios temporales en el estado general de la biodiversidad terrestre. El modelo está basado en el marco teórico del Modelo Global de Biodiversidad (GLOBIO3, por sus siglas en inglés) y para desarrollar el índice de México, se consideraron los siguientes factores de amenaza a la biodiversidad: la degradación de la vegetación natural y los cambios de uso del suelo, la infraestructura de caminos y carreteras y la fragmentación de la vegetación natural.

En el mapa IV-44 se muestra que, en la zona de costa del SAR, se tiene un índice de impacto humano bajo. En el mapa IV44 correspondiente al Río Tuxpan, aunque el impacto urbano alto en gran parte del tramo del río que se localiza en el área del SAR ya que se trata de un puerto de alta actividad comercial e industrial, y con superficies ya urbanizadas, cobra efectos sobre la calidad de agua y los elementos acuáticos del SAR.

MAPA IV-44 ÍNDICE DE IMPACTO URBANO EN EL SAR



IV.4.2.2 CONECTIVIDAD ECOLÓGICA (CORREDORES BIOCLIMÁTICOS)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad en colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas en el marco del

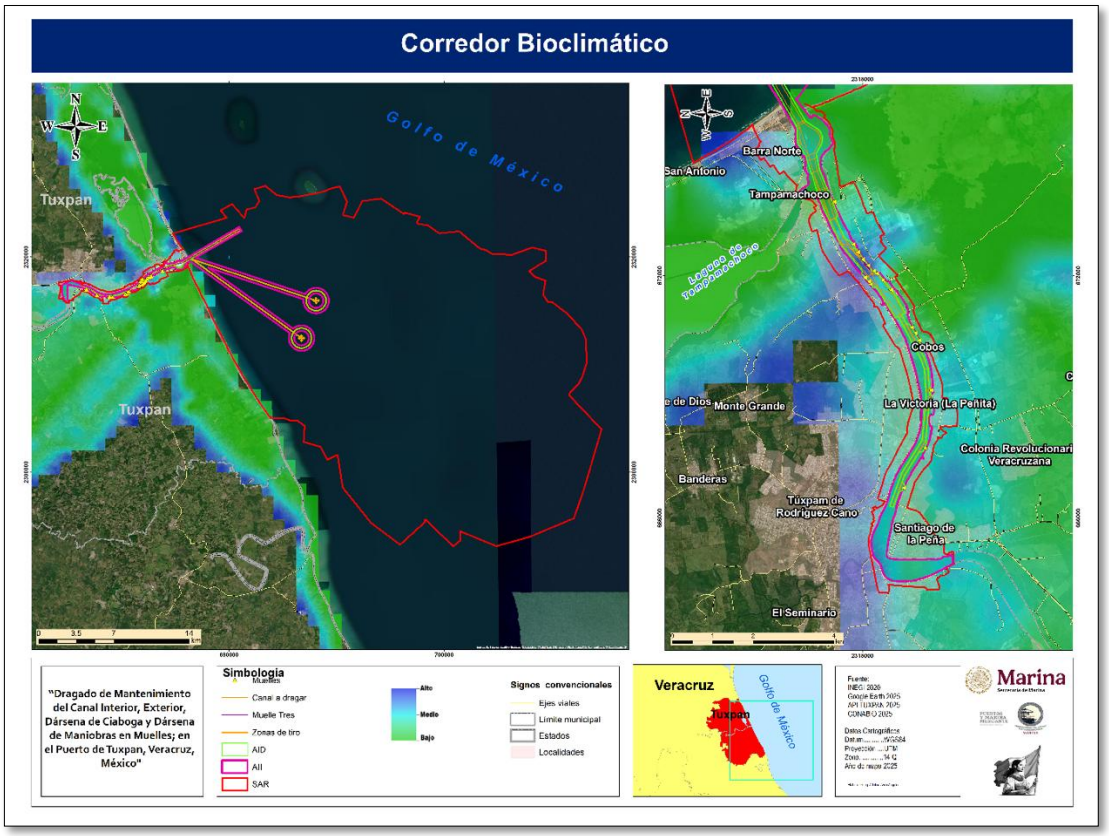
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

proyecto GEF-Resiliencia y alineado al Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, el Instituto de Biología de la UNAM, y diversos especialistas, ha identificado corredores bioclimáticos para conectar fragmentos de vegetación natural (en estado de conservación primario, que aparentemente tienen menor grado de impacto o deterioro) y con ello contribuir a la conectividad del paisaje y a la conservación de la biodiversidad. Los corredores bioclimáticos identifican las rutas de menor distancia y transformación humana que además evitan cambios bruscos en el clima, lo que podría permitir que los organismos —dependiendo de sus capacidades de dispersión— se muevan a medida que el clima cambia. El modelo de conectividad aplica un algoritmo de menor costo sobre un índice de impacto humano (cambio de uso del suelo, desarrollo de infraestructura y fragmentación de hábitats) y la evapotranspiración reciente (1980-2009) como variable climática que representa de manera integral las condiciones de temperatura y precipitación. Además, se modelaron los corredores usando como variable climática la evapotranspiración de escenarios de cambio climático derivados de cuatro modelos de circulación global (CNRMC-M5, GFDL-CM3, HADGEM2-ES y MPI-ESM-LR) para dos forzamientos radiactivos (RCP 4.5 y 8.5, Trayectorias de Concentraciones Representativas) y tres horizontes futuros.

En el mapa IV-45 se muestra la conectividad bioclimática en el SAR, principalmente en el cauce y desembocadura del Río Tuxpan. El valor más bajo (en verde) representa las zonas dentro de los corredores con menor variación del gradiente climático y menor impacto humano, lo cual está presenten en la mayor parte del cauce del Río Tuxpan dentro del SAR, a pesar que es la zona con mayor índice de impacto humano.

[redacted]
Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

MAPA IV-45 CORREDORES BIOCLIMÁTICOS EN EL SAR – CAUCE DEL RÍO TUXPAN.



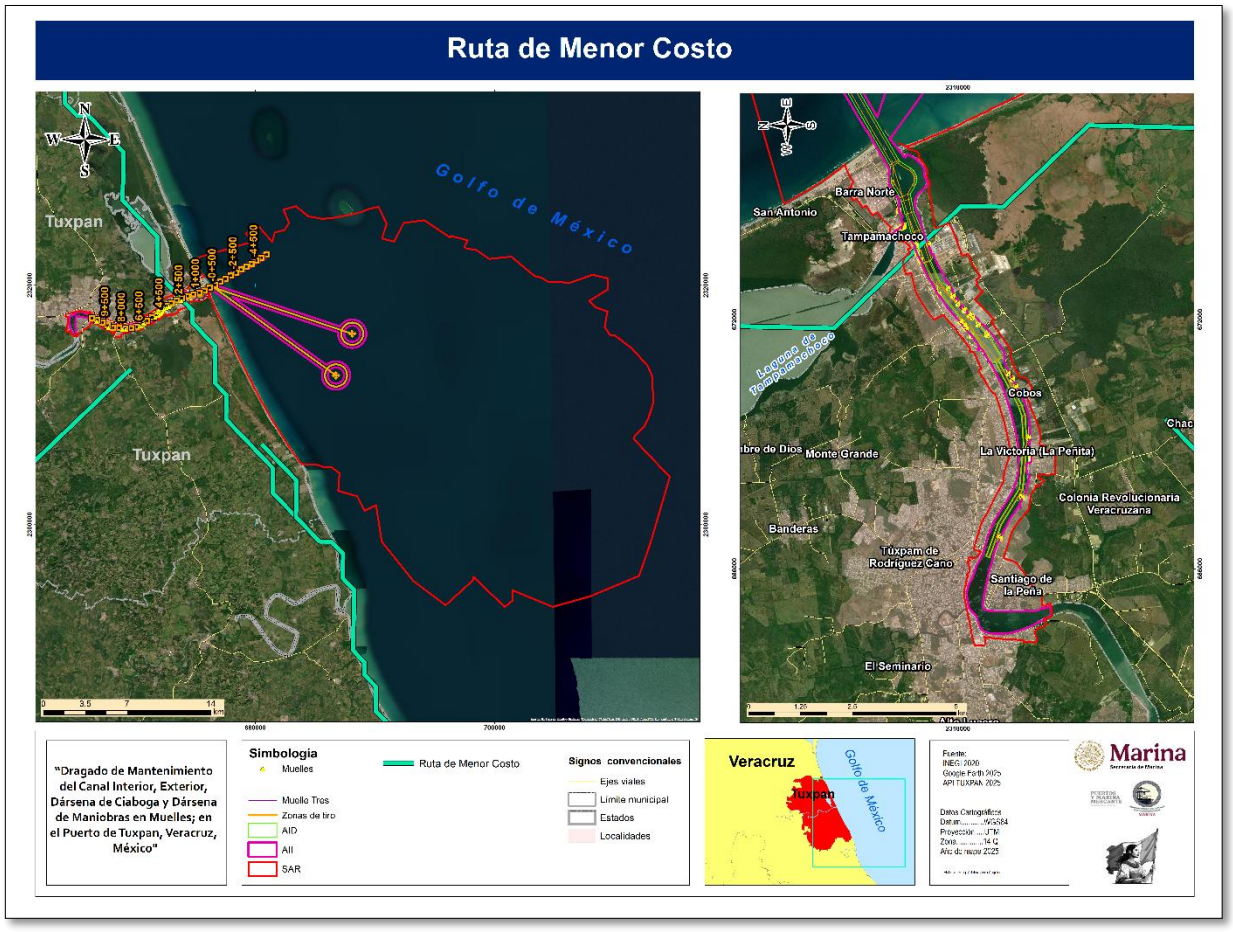
IV.4.2.3 RUTA MENOR COSTO

Las rutas de menor costo (aquellas que conectan dos fragmentos, considerando los criterios establecidos) conectan en menor distancia fragmentos de vegetación primaria mayores a 1 000 hectáreas de acuerdo con la cartografía del uso del suelo y vegetación, serie V (INEGI 2013). Para identificar estas rutas se usaron el índice de impacto humano como costo de desplazamiento de las especies y la evapotranspiración (1980-2009) como variable climática para evitar desviaciones extremas en el clima a lo largo de las rutas estimadas.

Las líneas en color negro representan las rutas entre fragmentos de vegetación primaria con la menor variación del gradiente climático y menor impacto humano. En el SAR se presentan estas rutas de menor costo a lo largo de la costa gracias a la presencia de humedales, así como a 2.0 kilómetros de distancia hacia el Sur del Río Tuxpan.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

MAPA IV-46 RUTAS DE MENOR COSTO EN EL SAR



Por lo antes dicho el SAR se única en una zona de conectividad ecológica de menor costo, ya que el medio acuático, permite el intercambio genético, de materiales y energía.

IV.4.2.4 CALENTAMIENTO GLOBAL

IV.4.2.5 ESCENARIOS

Los escenarios de cambio climático son el resultado de análisis de prospectiva sobre el clima futuro, que pueden servir para la simulación de los impactos e implican a un análisis para un periodo de tiempo de un futuro cercano que abarca un periodo del (2015-2039), futuro intermedio que abarca un periodo del (2045-2069) y un futuro lejano que abarca (2075-2099).

Para tener mayor claridad de las tendencias de cambio del SAR del proyecto se igualmente se utilizó la herramienta denominada Explorador de cambio climático y biodiversidad (ECCBio) - desarrollada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Instituto de Cambio Climático (INECC)-. Dicha herramienta permite visualizar y consultar de manera interactiva los patrones de temperatura y precipitación recientes (1950-1979 y 1980-2009), así como bajo distintos

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

escenarios futuros de cambio climático, se basa en cuatro modelos de circulación global: MPI-ESM-LR (Alemania), GFDL-CM3 (Estados Unidos), HADGEM2-ES (Reino Unido) y CNRMCM5 (Francia) y dos trayectorias de concentraciones representativas (**RCP**, por sus siglas en inglés) que proyectan las condiciones climáticas para los períodos de 2015 a 2039, 2045 a 2069 y 2075 a 2099. El ECCBio utiliza dos RCP; la trayectoria RCP 4.5[50] y 8.5[51] que corresponden respectivamente a escenarios con un nivel moderado y muy alto de emisiones de gases de efecto invernadero. Toda esta información es generada por municipio, por lo que fue consultados los reportes para el municipio de Túxpam de Rodríguez Cano, Veracruz.

En el Cuadro IV-133 se muestran los cambios proyectados respecto al promedio histórico de temperatura media anual, los cuales muestran que un futuro cercano se tendría entre 25.18 a 25.21 °C lo que representa un aumento de 2°C del promedio histórico, mientras que en el futuro intermedio aumentaría a 26.1 a 26.71 °C y en un futuro lejano llegaría a temperaturas entre 26.39 a 28.27; en el caso de la temperatura media en el futuro cercano la variación media de 0.72 °C mientras que en el futuro intermedio es de 1.21 °C y en el futuro lejano tiene una variación promedio de 1.25 grados. En el caso de la precipitación máxima, no se observan grandes variaciones en los escenarios modelados ya que en los tres periodos evaluados (2015 a 2039, 2045 a 2069 y 2075 a 2099), la precipitación máxima se estima entre 1260 a 1319 mm, cifra muy similar al promedio histórico de 1281 para el periodo 1950-1979 y 13156.48 mm para el periodo 1980-2009.

[50] **RCP 4.5**: *Es el escenario con reducciones de emisiones relativamente ambiciosas. En este caso las emisiones aumentan hasta 2040 y a partir de ahí comienzan a disminuir. Ante este escenario el incremento de temperatura oscila entre 1.5 y 2 °C por arriba de los niveles pre industriales (TCFD, 2017).*

[51] ***RCP 8.5***: *Escenario que propone la generación más alta de emisiones de GEI y es comúnmente conocido como el escenario del "business as usual" en el que la sociedad no hace esfuerzo alguno por reducir las emisiones de GEI.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO IV-133 TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES PARA LOS PERIODOS HISTÓRICOS Y LOS CUATRO MODELOS DE CIRCULACIÓN GLOBAL

Periodo	Histórico	Modelos – temperatura (°C)				
		CNRMCM5	MPI_ESM_LR	HADGEM2_ES	GFDL_CM3	Promedio
1950-1979	23.68	-	-	-	-	-
1980-2009	23.68	-	-	-	-	-
2015-2039 (RCP 4.5)	-	24.76	25.06	25.3	25.61	25.18
2015-2039 (RCP 8.5)	-	24.8	25.16	25.34	25.54	25.21
2045-2069 (RCP 4.5)	-	25.47	26.09	26.25	26.57	26.1
2045-2069 (RCP 8.5)	-	25.88	26.71	26.98	27.27	26.71
2075-2099 (RCP 4.5)	-	25.71	26	26.91	26.96	26.39
2075-2099 (RCP 8.5)	-	27.18	28.14	28.92	28.86	28.27

CUADRO IV-134 PRECIPITACIONES TOTALES ANUALES PARA LOS PERIODOS HISTÓRICOS Y LOS CUATRO MODELOS DE CIRCULACIÓN GLOBAL

Periodo	Histórico	Modelos - precipitación (mm)				
		CNRMCM5	MPI_ESM_LR	HADGEM2_ES	GFDL_CM3	Promedio
1950-1979	23.68	-	-	-	-	-
1980-2009	23.68	-	-	-	-	-
2015-2039 (RCP 4.5)	-	24.76	25.06	25.3	25.61	25.18
2015-2039 (RCP 8.5)	-	24.8	25.16	25.34	25.54	25.21
2045-2069 (RCP 4.5)	-	25.47	26.09	26.25	26.57	26.1
2045-2069 (RCP 8.5)	-	25.88	26.71	26.98	27.27	26.71
2075-2099 (RCP 4.5)	-	25.71	26	26.91	26.96	26.39
2075-2099 (RCP 8.5)	-	27.18	28.14	28.92	28.86	28.27

IV.4.2.6 ZONAS DE CALENTAMIENTO GLOBAL

Con este insumo del Explorador de Cambio Climático y Biodiversidades de la CONABIO, posible identificar las zonas que están experimentando las mayores alteraciones climáticas. En particular, representa la magnitud de cambio para variables de temperatura y precipitación en dos periodos: 1940-1979 y 1980-2009, y con esto se identifican las zonas mayormente impactadas por el aumento de la temperatura del trimestre más cálido y la disminución de la precipitación anual. En EL MAPA IV-47 se muestra que en el área del SAR no se encontré ninguna zona vulnerable ante el cambio climático y que la más cercana se encuentra a más de 70 kilómetros de distancia.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

MAPA IV-47 ZONAS VULNERABLES ANTE CAMBIO CLIMÁTICO



IV.4.2.7 ZONAS DE ESTABILIDAD CLIMÁTICA

De acuerdo con el Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad de la CONABIO, el índice se calculó a partir del sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge y la cartografía climática histórica y proyectada. Para ambos periodos se estimaron zonas de vida, las cuales fueron comparadas con el propósito de identificar zonas de clima estable, así como aquellas que cambiarían entre los dos tiempos. En l Ilustración IV-127 promedio de los cuatro modelos globales (CNRMCM5, MPI_ESM_LR, HADGEM2_ES y GFDL_CM3) de circulación bajo un escenario de emisiones severo (RCP 8.5 y 4.5) y para los periodos 2015-2039, 2045-2069 y 2075-2099. Con estas zonas se calculó la magnitud de cambio que fue normalizada a un índice de 0 y 1, donde los valores de 1 representan áreas de estabilidad climática en los cuatro modelos globales de circulación. Como puede observarse, en el SAR, las zonas de estabilidad climática en los tres distintos periodos de tiempo se presentan en el cauce del Río Tuxpan.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Modelo RCP 4.5	Modelo RCP 8.5
2015-2039	
	
2045-2069	
	

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

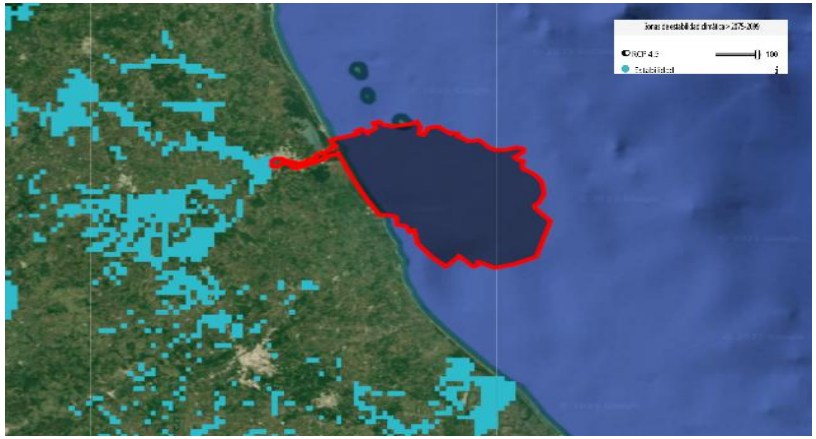
2045-2069	
	

ILUSTRACIÓN IV-127 MAPAS DE ESTABILIDAD CLIMÁTICA

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

IV.5 Conclusiones

El análisis conjunto de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del SAR, permite establecer que el área presenta condiciones ambientales de estabilidad media a alta, caracterizadas por procesos hidrodinámicos activos, buena calidad del agua y ecosistemas funcionales.

El medio físico mantiene una dinámica fluvio-marina estable, donde la energía del flujo y el intercambio mareal aseguran la renovación continua de la columna de agua y la dispersión de sedimentos. La ausencia de estancamiento y la dirección predominante del flujo hacia el mar garantizan una autorregulación natural frente a descargas y materiales dragados.

El medio biótico conserva diversidad significativa y especies indicadoras de buena calidad ambiental, como Chaetoceros sp., Acartia tonsa, Hediste sp. Y Crocodylus moreletii. Los manglares, en particular, mantienen conectividad ecológica y cumplen funciones de amortiguamiento hidrológico y biológico.

El medio socioeconómico revela una fuerte vinculación entre las actividades humanas y la salud ambiental del sistema. La población reconoce el valor del dragado como medida necesaria para la seguridad portuaria y la prevención de inundaciones, pero también identifica la importancia de la gestión ambiental y la conservación de los recursos costeros. En el Cuadro IV-135, se presenta un cuadro de evaluación general del SAR

Cuadro IV-135 Evaluación general del SAR

Componente	Condición actual	Tendencia	Nivel de vulnerabilidad
Hidrología	Estable, con recarga natural y equilibrio mareal	Constante	Baja
Hidrodinámica	Flujo residual hacia el mar, buena dispersión	Estable	Baja
Calidad del agua	Media a alta, con gradientes naturales	Estable	Media
Flora	Manglares funcionales, presencia de exóticas	Ligero deterioro	Media
Fauna	Diversidad media-alta, 7 spp. protegidas	Estable	Media
Biota acuática	Comunidades resilientes y bien estructuradas	Estable	Baja
Socioeconomía	Actividad portuaria funcional y dependiente del ambiente	Creciente	Media

Fuente: Integración de estudios del SAR Tuxpan 2023–2025; Elaboración propia, 2025.

Correlación entre los Medios Físico, Biótico y Socioeconómico. El análisis conjunto de los medios físico, biótico y socioeconómico demuestra que el SAR, mantiene un equilibrio

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

dinámico funcional, donde los procesos hidrodinámicos y mareales actúan como reguladores naturales de la productividad biológica y la calidad ambiental.
La estabilidad hidrológica del canal y la zona marina garantiza la renovación continua del sistema estuarino, permitiendo sostener comunidades de flora y fauna adaptadas a gradientes salinos y de turbidez. Los componentes bióticos —en especial los manglares y el fitoplancton— funcionan como filtros ecológicos y eslabones tróficos que amortiguan las descargas continentales y mantienen la disponibilidad de oxígeno y nutrientes.

Desde el punto de vista socioeconómico, la relación de la población con el medio natural sigue vinculada a la pesca, el transporte fluvial y las actividades portuarias, todas dependientes de la salud ecológica del sistema estuarino.
Esta interdependencia confirma que la conservación de los procesos físicos y biológicos no solo tiene valor ambiental, sino también relevancia económica y social, consolidando la resiliencia regional (Cuadro IV-136).

CUADRO IV-136 RELACIÓN FUNCIONAL ENTRE LOS MEDIOS DEL SAR TUXPAN

Medio	Interacción principal	Efecto ambiental
Físico ↔ Biótico	La hidrodinámica regula la productividad del plancton y la dispersión de nutrientes	Mantiene equilibrio ecológico y calidad del agua
Físico ↔ Socioeconómico	El flujo residual y la calidad del agua determinan la pesca y navegabilidad	Asegura sostenibilidad económica local
Biótico ↔ Socioeconómico	El manglar y la fauna sostienen la pesca artesanal y ecoturismo	Conservación vinculada al bienestar social

Fuente: Integración de información del SAR Tuxpan, 2025.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

SECRETARIA DE MARINA

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

P R E S E N T A

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

CAPÍTULO V

[redacted]

Contenido

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES V-1

V.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL SIN EL PROYECTO V-2
V.1 CONDICIONES AMBIENTALES ESPERADAS POR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. V-5
V.1.1 Fuentes de Cambio en la etapa de preparación y construcción V-13
V.1.1.1 Fuentes de cambio y presiones ambientales V-13
V.1.1.2 Medio biótico V-13
V.1.1.3 Medio socioeconómico V-14
V.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS V-14
V.2.1 Medio Físico V-14
V.2.1.1 Remoción, succión y almacenamiento de sedimentos en tolvas V-14
V.2.1.2 Funcionamiento de bombas y equipo de extracción V-15
V.2.1.3 Enjuague de sedimentos y rebose V-16
V.2.1.4 Vertimiento de sedimentos y dispersión marina V-16
V.2.2 Medio Biótico V-17
V.2.2.1 Afectaciones a la fauna acuática y bentónica V-18
V.2.2.2 Fauna de interés ecológico y especies sensibles V-18
V.2.2.3 Vegetación y hábitats costeros V-19
V.2.3 Medio Socioeconómico V-20
V.2.3.1 Etapa de operación y mantenimiento V-21
V.3 MÉTODOS PARA VALORAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES V-22
V.3.1 Métodos de identificación y evaluación de impactos ambientales V-23
V.3.2 Matriz de Cribado V-25
V.3.3 Valoración de los impactos negativos V-29
V.3.4 Reconocimiento de Elementos y Factores Ambientales que pueden resultar afectados V-31
V.4 MÉTODO DE VALORACIÓN E IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS V-32
V.5 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES V-36
V.6 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS V-37
V.6.1 Impactos sobre la calidad del agua V-37
V.6.1.1 Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR V-37
V.6.1.2 Disminución de la calidad del agua durante el vertimiento del material producto de dragado . V-38
V.6.1.3 Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial V-40
V.6.1.4 Diminución de la productividad primaria en la zona marina V-41
V.6.2 Impactos sobre factor Atmosférico V-42
V.6.2.1 Disminución de la calidad del aire por emisiones de pm 2-5 y GEIyC a la atmosfera. V-42
V.6.3 Impactos sobre el factor Ecosistémico V-44
V.6.3.1 Afectación de la capacidad de hábitat fluvial V-44
V.6.3.2 Afectación de la capacidad de hábitat de la zona marina V-45
V.6.3.3 Cuadro V-32 Valoración Afectación de la capacidad de hábitat de la zona marina V-46
V.6.4 Impactos sobre la Fauna de Importancia Ecológica V-47
V.6.5 Impactos sobre Paisaje (Agua y Suelo) V-48
V.6.5.1 Disminución de calidad de paisaje por la generación de residuos sólidos V-49
V.6.5.2 Posible contaminación del paisaje - medio por la generación de materiales impregnados con sustancias gastadas (aceites, grasas y por piezas GASTADAS, así como de posibles fugas y derrames de hidrocarburos y de aceites V-50
V.6.6 Impactos sociales V-51
V.6.6.1 Efectos al confort sonoro humano V-51
V.7 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS V-52
V.7.1 Social y socioeconómicos V-52
V.7.1.1 Disminución de riesgos para la población civil V-52
V.7.2 Impactos positivos sobre el factor Socioeconómicos V-53

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.7.2.1 Mejoramiento de infraestructura portuaria V-53
V.7.2.2 Aumento de ingresos económicos V-54
V.7.2.3 Fuentes de trabajo V-54
V.7.3 Impactos Acumulativos V-54
V.7.4 Impactos sinérgicos V-55
V.7.5 Impactos residuales V-57

Cuadros

Cuadro V-1 Características generales del SAR V-3
Cuadro V-2 Resumen (escenario: 12 t diésel/día) V-6
Cuadro V-3 Volúmenes dragados en el canal y muelles del Pto de Tuxpan (2015-2024) .. V-7
Cuadro V-4 Emisiones de CO2 y HAPS calculadas en diferentes escenarios V-7
Cuadro V-5 Cambios esperado por el proyecto V-12
Cuadro V-6 Análisis causa raíz de los efectos negativos por la Remoción, succión y almacenamiento de sedimentos en tolvas V-15
Cuadro V-7 Análisis causa raíz de los efectos negativos por Funcionamiento de bombas y equipo de extracción V-16
Cuadro V-8 Análisis causa raíz de los efectos negativos por el vertimiento y dispersión marina V-17
Cuadro V-9 Análisis causa raíz de los efectos negativos a la fauna acuática y bentónica V-18
Cuadro V-10 Análisis causa raíz de los efectos negativos a la fauna de interés ecológico y especies sensibles V-19
Cuadro V-11 Análisis causa raíz de los efectos negativos vegetación y hábitat costeros ... V-19
Cuadro V-12 Análisis causa raíz de los efectos negativos socioeconómicos (Etapa de preparación y construcción) V-20
Cuadro V-13 Análisis causa raíz de los efectos negativos socioeconómicos (Etapa de Operación y Mantenimiento) V-21
Cuadro V-14 Análisis causa raíz de los efectos negativos por el Enjuague de sedimentos y rebose V-22
Cuadro V-15 Métodos utilizados para la Identificación de Impactos Ambientales V-23
Cuadro V-16 Impactos esperados por el desarrollo del proyecto V-25
Cuadro V-17 Efectos negativos esperado por el proyecto V-28
Cuadro V-18 Lista de Impactos ambientales Identificados para el proyecto V-30
Cuadro V-19 Elementos ambientales, factores e indicadores con los que puede medirse los posibles impactos ambientales V-31
Cuadro V-20 Valores de los criterios básicos modificada de Bojórquez – Tapia. V-32
Cuadro V-21 Valores de los criterios complementarios (Bojórquez-Tapia, modificado) V-33
Cuadro V-22 Criterios de importancia de las medidas de mitigación V-34
Cuadro V-23 Categorías de clasificación para los índices de importancia y significancia V-34
Cuadro V-24 Matriz de valoración de los Impactos ambientales esperados por el desarrollo del proyecto V-35
Cuadro V-25 Impactos negativos que se derivarán del proyecto V-36
Cuadro V-26 Disminución de la calidad agua en la zona fluvial V-38
Cuadro V-27 Disminución de la calidad del agua en la zona marina V-39
Cuadro V-28 Disminución de la Productividad primaria en la zona fluvial V-40

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Cuadro V-29 Disminución de la Productividad primaria en la zona marina V-42
Cuadro V-30 Disminución de la calidad del aire V-43
Cuadro V-31 Afectación de la capacidad de hábitat fluvial V-45
V.6.3.3 Cuadro V-32 Valoración Afectación de la capacidad de hábitat de la zona marina V-46
Cuadro V-33 Afectaciones a las especies de fauna de importancia ecológica V-48
Cuadro V-34 Valoración de disminución de calidad de paisaje por la generación de residuos sólidos..... V-50
Cuadro V-35 Posible contaminación del medio por la generación de materiales impregnados con sustancias gastadas.....V-51
Cuadro V-36 Posible contaminación del medio por la generación de materiales impregnados con sustancias gastadas.....V-52
Cuadro V-37 Valoración del impacto Disminución de riesgos para la población civil ...V-53
Cuadro V-38 Valoración del impacto Disminución de riesgos para la población civil ...V-53
Cuadro V-39 Impactos acumulativos V-54
Cuadro V-40 Impactos efectos derivados del proyecto V-56

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V. Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales

Para identificar y determinar de manera integral y holística las posibles afectaciones ambientales que derivarán de la realización de las actividades y de la obra que comprende el Proyecto, se ha sido considerada de forma exhaustiva la información contenida en el Capítulo II.

En dicho capítulo se describen todas las etapas del proyecto, con especial atención en las acciones sometidas al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), las cuales incluyen el dragado de mantenimiento del Canal de Navegación de Tuxpan y sus muelles, así como la construcción del Muelle Tres.

Estas actividades son necesarias para mantener en operación la infraestructura portuaria existente, asegurar las condiciones de navegabilidad y seguridad marítima, y garantizar la continuidad de las operaciones de carga y descarga vinculadas con las actividades de exportación e importación del país.

De manera complementaria, el dragado contribuye también a reducir el riesgo de inundaciones en la zona urbana asentada en las márgenes del río Tuxpan, favoreciendo el drenaje y el flujo hidráulico del cauce principal.

Para la identificación de los impactos ambientales, se tomó la información de la línea base del SAR, tanto la ofrecida en la caracterización de los componentes ambientales, sociales y del paisaje, así como el diagnóstico ambiental desarrollada en el Capítulo IV de esta MIA-R.

En ese sentido, se integró la valoración de los impactos ambientales preexistentes dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área de Influencia del Proyecto (AIP), permitiendo contextualizar los efectos potenciales del nuevo proyecto respecto de las condiciones actuales del entorno.

Es importante destacar que el dragado del Canal de Tuxpan **corresponde en esencia a una actividad de mantenimiento periódico, orientada a conservar las condiciones operativas del puerto y su canal de navegación**. La única obra nueva propuesta es la construcción del Muelle Tres, infraestructura que cuenta previamente con autorización de impacto ambiental, aunque no se ejecutó en el periodo originalmente previsto debido a limitaciones financieras.

Por tanto, la intervención actual no representa una expansión significativa del área de influencia ni una modificación sustancial del sistema ambiental regional previamente evaluado.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL SIN EL PROYECTO

El SAR donde se pretende desarrollar el proyecto abarca 86,721.35ha, integrada por una porción fluvial -continental (1.70%) y porción oceánica o marina en un 98.29 %. El SAR comprende parte de la Plataforma Continental del norte de Veracruz localizada entre la desembocadura de la Laguna de Tamiahua y la del 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.

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.

Estos materiales son transportados por los arroyos tributarios y corrientes pluviales, que finalmente desembocan en el río Tuxpan, favoreciendo el azolve progresivo 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.

Aunado a lo anterior, existen descargas domésticas, agrícolas e industriales que aportan cargas orgánicas y sustancias contaminantes a los escurrimientos y cuerpos de agua de la cuenca del Tuxpan.

Durante la temporada de lluvias, tormentas o huracanes, estos aportes aumentan, provocando disminución temporal de la calidad del agua, mientras que en épocas de calma se concentran los contaminantes en zonas de menor renovación hidráulica.

Algunos valores de parámetros de calidad —como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST)— superan los criterios normativos, por lo que en ciertos puntos el agua puede clasificarse como contaminada.

A las actividades terrestres se les atribuye además la presencia de trazas de metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y plumas térmicas registradas en distintos estudios sobre contaminación del agua y sedimentos del río Tuxpan.

A esta problemática se suma la insuficiencia de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, tanto domésticas como comerciales e industriales, lo que agrava el deterioro de los componentes ambientales del SAR.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

En conjunto, los usos actuales del territorio y del río Tuxpan inciden directamente en la calidad ambiental de los componentes físico-bióticos. En la zona portuaria, el tránsito constante de embarcaciones de bajo y alto calado genera turbulencia, incremento de ruido subacuático y resuspensión de sedimentos, lo que contribuye al deterioro de la calidad del agua e impide que el entorno costero pueda considerarse un sitio prístino.

No obstante, a lo anterior, desde la perspectiva de conservación, la zona fluvial-continental aún conserva áreas naturales relevantes, designadas como zonas de protección (UGA 2) dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tuxpan.

En la zona fluvial del SAR se encuentra el Sitio Ramsar "Humedales y Manglares de Tuxpan", donde se registra la presencia de especies de fauna silvestre, incluyendo al cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), así como diversas especies de aves y flora asociada al manglar.

Por su parte, la porción marina del SAR—que forma parte de la Plataforma Continental del norte de Veracruz, una extensión fisiográfica con relieves suaves menores a 50 m bajo el nivel medio del mar—, se encuentran bajos rocosos y formaciones arrecifales (algunos emergentes y otros sumergidos), que forman parte del Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpan, conformado por arrecifes coralinos de alto valor ecológico, cuya condición puede favorecer la presencia de peces, así como otras especies como delfines y tortugas, y no obstante que esa área presenta una mejor calidad ambiental relativa, existen evidencian presencia de microplásticos, residuos sólidos y descargas urbanas que llegan al mar desde asentamientos costeros y comercios ubicados en las playas de Tuxpan y que ocasionan daños como es el blanqueamiento de los corales —atribuibles a los aportes de agua dulce con baja calidad, que favorecen el desarrollo de bacterias de los géneros *Vibrio* y *Serratia*—, además de otros daños como son fracturas y desprendimientos por el paso de embarcaciones y la operación de terminales de hidrocarburos en la región.

En suma, el SAR del proyecto, es un sistema estuarino-marino funcional, con equilibrio hidrológico y biológico, cuyas características generales se resumen en el Cuadro VI-1.

CUADRO V-1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SAR

Elemento	Descripción
Localización	Municipio de Tuxpan, Veracruz, en la desembocadura del río Tuxpan hacia el Golfo de México.
Área total del SAR	86,721.35 ha (1.7 % fluvial, 98.3 % marina).
Componentes evaluados	Medio físico (hidrología, hidrodinámica, calidad del agua); medio biótico (flora, fauna, biota acuática); medio socioeconómico.
Principales hallazgos	Hidrodinámica estable con flujo residual hacia el mar; buena calidad del agua; ecosistemas resilientes; conectividad ecológica mantenida.
Elementos ecológicos relevantes	Sitio Ramsar No. 1602 "Manglares y Humedales de Tuxpan"; manglares de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, y *Crocodylus moreletii*.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Elemento	Descripción
Condición ambiental general	Estabilidad ambiental media-alta; sin deterioro crítico; buena capacidad de autorregulación.

Las tendencias ambientales del SAR en la zona fluvial-continental se relacionan con el incremento de las actividades portuarias, así como el crecimiento poblacional de las localidades urbanas que conllevarán a un aumento de residuos sólidos, mayores descargas de agua y presiones sobre los elementos ambientales, a excepción de las áreas de protección que están resguardadas por decretos ambientales como es el caso del Ramsar.

En la zona marina, las tendencias ambientales también se relacionan con el incremento esperado de la capacidad de acogida de embarcaciones y del comercio marino en el Puerto de Tuxpan, y con ello un posible aumento en el manejo de hidrocarburos, así se prevé que la tendencia de las presiones ambientales aumentará. Con el crecimiento del de capacidad de poder albergar mayor cantidad de embarcaciones en el Puerto de Tuxpán se prevé la necesidad de darle continuidad a los dragados de mantenimiento, que son necesarios para garantizar la actividad de navegación y comercial en el mismo, la actividad portuaria ya cobra efectos sobre la zona marina del SAR como se ha indicado en el diagnóstico del Capítulo IV de esta MIA R.

En función de lo anterior, se concluye que el Sistema Ambiental Regional (SAR) de Tuxpan presenta un estado ambiental funcional, aunque con evidencias de presión acumulativa derivada de actividades urbanas, industriales, portuarias y agropecuarias. La zona fluvial exhibe mayor grado de alteración por descargas y cambios de uso de suelo, mientras que la zona marina, aunque con mejor capacidad de dispersión y autorregulación, comienza a manifestar signos de afectación por la presencia de micro plásticos, trazas de hidrocarburos y procesos de blanqueamiento coralino en el Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpan.

El conjunto de presiones identificadas define un entorno ambiental de sensibilidad media a alta, en el cual la ejecución del proyecto —particularmente el dragado de mantenimiento y la construcción del Muelle Tres— deberá realizarse bajo estricto control y seguimiento ambiental, priorizando la prevención de emisiones y la protección de los componentes bióticos sensibles, especialmente las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con base en esta caracterización, se procedió a la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales potenciales, conforme a la metodología establecida en el Capítulo V de la presente MIA-R.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.1 CONDICIONES AMBIENTALES ESPERADAS POR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Durante las actividades de dragado en el canal de navegación y los frentes de muelles se prevé la operación de embarcaciones especializadas equipadas con dragas de succión por arrastre con tolva (*Trailing Suction Hopper Dredger*, TSHD). Estas maniobras tienen como finalidad la remoción controlada de sedimentos del fondo, a fin de mantener las profundidades de diseño requeridas para la operación portuaria.

Las dragas TSHD efectúan la extracción mediante un cabezal de succión que aspira los sedimentos del lecho a través de una o dos tuberías (*drag arms*). La bomba de succión impulsa una mezcla agua–sedimento hacia la tolva de almacenamiento (*hopper*), donde el material sólido (arena, limo y arcillas) se deposita en el fondo por efecto de la gravedad, mientras que el agua sobrenadante se acumula en la parte superior.

Posteriormente, el exceso de agua es evacuado por rebose (*overflow*) a través de uno o varios tubos ubicados en la parte superior de la tolva, retornándola al río de manera controlada. Esta descarga se realiza con el fin de mantener una mezcla de mayor densidad y optimizar la capacidad de carga de la draga, evitando la liberación excesiva de partículas que pudieran incrementar la turbidez o dispersar contaminantes.

La eficiencia de la operación depende de la proporción entre el volumen de sólidos y el volumen de agua bombeada, por lo que los operadores ajustan continuamente los parámetros de succión y rebose para maximizar la densidad de la mezcla útil y reducir el contenido de agua no aprovechable.

Durante el proceso de succión, es previsible la remoción temporal de sedimentos finos y su incorporación a la columna de agua, lo que puede generar una pluma de turbidez en torno al punto de dragado. El grado de dispersión de las partículas dependerá de la dinámica hidrodinámica del sistema —principalmente del flujo del río Tuxpan y del régimen de mareas—, que varía a lo largo del año.

Cuando la marea domina sobre el flujo del río, la pluma de sedimentos podría desplazarse hacia cuerpos adyacentes, como la Laguna de Tampamachoco; en cambio, si la corriente fluvial es predominante, el transporte de partículas tenderá hacia mar abierto.

En consecuencia, se producirá un aumento temporal de turbidez y sólidos suspendidos en la columna de agua, cuya magnitud dependerá de la duración de las labores, de las condiciones de flujo del río y de la eficiencia de las medidas de control implementadas desde la embarcación. Las dragas cuentan con sistemas de monitoreo y regulación que permiten mantener la turbidez dentro de los límites ambientales establecidos, minimizando así los efectos sobre el entorno acuático.

Una vez que la capacidad de las tolvas se encuentra saturada, las dragas se trasladan hacia los sitios de disposición final o “sitios de tiro”, donde el material extraído se descarga mediante bombeo o por el método conocido como *rainbowing*. En ambos casos, la mezcla de agua y sedimento vuelve a impulsarse a través de bombas y tuberías, añadiendo agua si es necesario para facilitar el flujo y garantizar una descarga homogénea.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

El tiempo requerido para completar cada ciclo operativo —que incluye la extracción, el transporte y la descarga del material— depende de factores como la capacidad de almacenamiento de la draga, la naturaleza y densidad de los sedimentos, la profundidad del canal y las condiciones hidráulicas del sitio.

Las dragas de succión por arrastre con tolva (TSHD) se clasifican, de manera general, según su capacidad de carga:

TSHD pequeña 1.000 a 3.000 m^3
TSHD mediana 4.000 a 10.000 m^3
TSHD grande 15.000 a más de 30.000 m^3

Durante la operación de las dragas se generan emisiones atmosféricas y partículas producto del consumo de combustible fósil (diésel marino) en los motores principales, bombas de dragado, propulsión y generadores auxiliares. A modo de referencia, una draga TSHD de tamaño medio–grande suele consumir típicamente entre **10 y 20 toneladas de diésel por día**; para efectos de este cálculo se adopta un valor de referencia **habitual de 12 t/día** (condición operativa típica).

Factores y supuestos

A. Consumo de combustible (referencia): **12 t diésel/día = 12 000 kg/día**.
B. Factor de CO_2 por tonelada de diésel: **3.17 t CO_2 / t diésel** (valor usado en tu texto).
C. Estimaciones diarias dadas (aproximadas en operación real): **NO_x 300–500 kg/día; SO_x 60–100 kg/día; PM 20–30 kg/día** (valores típicos para motores marinos grandes).
D. Factor de emisión de HAP (PAHs): **0.04 g HAP / kg de combustible** (guía EPA / EMEP usada en tu texto).

Cálculos (con 12 t/día)

- **CO_2** = 12 t/día × 3.17 t CO_2 / t = **38.04 t CO_2/día**.
- Para 16 días de operación continua: 38.04 × 16 = **608.64 t CO_2** (redondeo: **≈ 609 t CO_2**).
- **HAP (PAHs)** = 12 000 kg/día × 0.04 g/kg = 480 g/día = **0.48 kg/día**.
- Para 16 días: 0.48 × 16 = **7.68 kg**.
- Para 1 año de operación continua (365 d): 0.48 × 365 = **175.2 kg/año**.
- *(Obs.: si se usara 15 t/día, HAP ≈ 0.60 kg/día; si 10 t/día → 0.40 kg/día).)*

Los valores de NO_x, SO_x y PM se mantienen como rangos de referencia (Cuadro V-2), pues dependen fuertemente del tipo de motor, carga, calidad del combustible y la tecnología de post-tratamiento.

CUADRO V-2 RESUMEN (ESCENARIO: 12 T DIÉSEL/DÍA)

Contaminante	Emisión diaria estimada	Emisión por 16 días
CO_2	**38.04 t/día**	**608.64 t**
NO_x	300–500 kg/día (referencia)	4,800–8,000 kg
SO_x	60–100 kg/día (referencia)	960–1,600 kg
PM (partículas)	20–30 kg/día (referencia)	320–480 kg

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Contaminante	Emisión diaria estimada	Emisión por 16 días
HAP (PAHs)	**0.48 kg/día** (0.04 g/kg fuel)	**7.68 kg**

Notas.

Temporalidad: *las emisiones totales dependen del número de días/año con dragado. En tus historiales hay ejercicios con 15–75 días/año; multiplicando las cifras diarias por la duración real se obtiene la carga anual.*

Mitigación técnica: *reducir emisiones es factible con medidas operativas: mantenimiento óptimo de motores, aditivos o combustibles con bajo contenido de azufre, optimización de la carga de los motores, uso de catalizadores o filtros, y planificar los periodos de mayor actividad para minimizar tiempo total de operación.*

Impacto local: *las emisiones de NO_x, SO_x y PM pueden afectar calidad del aire en zonas portuarias y ribereñas; HAPs, aunque en menor masa, son compuestos de alta toxicidad y requieren control (evitar liberaciones puntuales por combustión incompleta).*

Con base en los antecedentes 2015–2024 de los volúmenes dragados en el canal de Tuxpan entre 2015 y 2024 (Cuadro V-3), período en que se movilizaron **6,117,439.77 m³**, con un **promedio anual de 679,715.55 m³** y **ventanas operativas cortas de 15 a 75 días por año**, se ha procedido a determinar las **implicaciones operativas y ambientales temporales**, como son, las emisiones atmosféricas de CO2 y HAP's que se indican en el Cuadro V-4).

CUADRO V-3 VOLÚMENES DRAGADOS EN EL CANAL Y MUELLES DEL PTO DE TUXPAN (2015-2024).

Año	Periodo(s)	Duración (días/año)	Volumen anual (m³)
2015	09–24 feb	15	517,993.77
2016	30 nov–16 dic	16	550,615.00
2017	01–30 ago; 01–26 dic	46	743,939.00
2018	07 may–05 jul; 10–28 nov	75	1,105,436.00
2019	10–30 may; 11 may–11 jun	50	847,494.00
2020	16 dic 2019–01 ene 2020; 22 jun–31 jul	24	673,587.00
2021	29 jul–27 ago; 27 sep–16 oct	49	805,960.00
2022	20 dic 2021–28 feb 2022; 20–25 jun	33	40,000.00
2023	15–30 jun	15	453,740.00
2024	24 jun–31 jul	36	378,675.00
Total	2015–2024	—	**6,117,439.77**

CUADRO V-4 EMISIONES DE CO2 Y HAPS CALCULADAS EN DIFERENTES ESCENARIOS

Escenario	Consumo (t/día)	CO_2 (t/día)	HAP (kg/día)	CO_2 total (16 días)
Bajo (10 t/d)	10	31.7	0.40	507
Medio (12 t/d)	12	38.0	0.48	609
Alto (15 t/d)	15	47.6	0.60	761

En el Cuadro V-4 se observa, un incremento del 25 % en el consumo de combustible (de 12 a 15 t/día) elevaría las emisiones totales de CO_2 en un 25 % aproximadamente, alcanzando 761 t en un ciclo de 16 días. Sin embargo, el impacto es temporal y localizado, asociado a la fase de dragado activo."

Otra de las fuentes de presión que se generarán por los dragados, se relacionan con la generación de residuos y aguas sanitarias, durante las operaciones de dragado, las embarcaciones especializadas tipo TSHD están equipadas para brindar todos los servicios necesarios a la tripulación, incluyendo alojamiento, alimentación, sanitarios y sistemas de tratamiento de residuos. En consecuencia, la generación de desechos sólidos y líquidos se gestiona de manera interna conforme a los lineamientos del **Convenio MARPOL**, que regula la prevención de la contaminación marina por descargas desde buques.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Los residuos sólidos, principalmente orgánicos y de manejo común (restos de alimentos, envases y materiales domésticos), se recolectan y almacenan temporalmente en contenedores segregados a bordo. Posteriormente, son entregados en puerto a **empresas autorizadas** para su recolección, transporte y disposición final conforme a la legislación ambiental mexicana.

En cuanto a las **aguas residuales domésticas**, las dragas cuentan con sistemas compactos de **tratamiento biológico y físico-químico**, que permiten su almacenamiento y posterior disposición segura en instalaciones portuarias. Dichos sistemas operan de manera cerrada, sin vertidos al medio acuático durante las maniobras de dragado.

Por su parte, las **aguas de sentina**, generadas en los espacios de maquinaria por acumulación de lubricantes, combustibles, aceites y agua, son gestionadas mediante un **sistema separador de agua y aceite (OWS,** *Oil–Water Separator***)**. Este equipo reduce el contenido de aceite del efluente tratado a menos de **15 ppm**, cumpliendo con lo establecido en el **Anexo I del Convenio MARPOL**.

El vertido al mar sólo se permite cuando el contenido de hidrocarburos se mantiene por debajo de dicho umbral y bajo condiciones controladas; de lo contrario, las aguas son almacenadas en tanques a bordo para su entrega en tierra. Todas las operaciones se registran en el **Libro de Hidrocarburos (Oil Record Book)** y son supervisadas mediante sistemas automáticos de monitoreo (**Oil Discharge Monitoring Equipment, ODME**).

Cuando el sistema separador se encuentra fuera de servicio o las aguas presentan contaminación superior al límite permitido, estas son retiradas y entregadas en las **instalaciones receptoras de residuos MARPOL** del puerto, conforme a los procedimientos aprobados por la **PROFEPA** y la **Capitanía de Puerto**.

De esta manera, la operación de dragado cumple con los estándares internacionales para la **prevención de la contaminación marina**, garantizando que ni los residuos sólidos, ni las aguas sanitarias o aceitosas generen impactos negativos en el entorno acuático.

Posterior a las actividades de dragado, se prevén efectos ambientales, principalmente **temporales y de corta duración**, asociados a la remoción y resuspensión de sedimentos, la operación de embarcaciones y la modificación local de las condiciones hidráulicas del canal de navegación, como son.

A. **Aumento temporal de sólidos suspendidos y turbidez.**
   La remoción de sedimentos del fondo genera una elevación momentánea de partículas en la columna de agua, lo que reduce la transparencia y puede alterar parámetros como el pH y el oxígeno disuelto. Esta condición se mantiene durante el periodo de dragado y tiende a estabilizarse posteriormente, conforme los sólidos se decantan y la corriente del río restablece su equilibrio.
B. **Variaciones en la calidad del agua.**
   La resuspensión de material fino puede liberar nutrientes, materia orgánica y trazas de contaminantes atrapados en los sedimentos. Sin embargo, dada la alta capacidad de mezcla y renovación del río Tuxpan, estos efectos son **temporales y localizados**, sin representar un deterioro persistente de la calidad del agua.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

C. **Alteración del hábitat bentónico.** La remoción del fondo implica la pérdida temporal de organismos bentónicos (moluscos, poliquetos, crustáceos), los cuales se restablecen gradualmente conforme los sedimentos se consolidan. La recuperación natural del sustrato puede ocurrir en un lapso de semanas a pocos meses, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas.

D. **Cambios en la batimetría del canal.** El dragado modifica el relieve del lecho fluvial, generando una mayor profundidad y capacidad hidráulica. Esta condición mejora la navegación y disminuye el riesgo de encallamientos de embarcaciones, además de favorecer la circulación y la renovación del agua en los tramos dragados.

E. **Emisiones atmosféricas y ruido subacuático.** La operación continua de motores diésel en las dragas genera emisiones de CO_2, NO_x, SO_x y partículas suspendidas, así como vibraciones y ruido subacuático. Estos efectos son **transitorios** y se limitan al periodo de operación (15 a 75 días por año). El ruido puede provocar desplazamientos temporales de fauna acuática, sin efectos permanentes conocidos.

F. **Posibles interacciones con fauna acuática.** Durante las maniobras de dragado existe el riesgo de colisiones accidentales con organismos acuáticos de gran tamaño, aunque la probabilidad es baja debido a la velocidad reducida de las dragas y la implementación de medidas de observación y exclusión.

De manera más permanente, el dragado contribuye a **reducir el azolve natural del canal**, aumentando la capacidad de flujo y disminuyendo el riesgo de inundaciones en las zonas urbanas ribereñas. Estos beneficios hidráulicos son relevantes para el puerto y para las áreas habitadas en las márgenes del río Tuxpan.

Estudios hidrometeorológicos realizados por **Ellis et al, 2021, Op. Cit.,** documentan que la cuenca del río Tuxpan presenta alta vulnerabilidad ante eventos de inundación recurrentes, con superficies de afectación estimadas entre 522 km² (periodo de retorno de 2 años) y 554 km² (retorno de 100 años).

En este contexto, el mantenimiento del canal mediante dragado periódico **contribuye a la mitigación del riesgo hidrológico**, al favorecer el flujo y disminuir el represamiento en zonas urbanas como Tuxpan y Álamo-Temapache.

Así, si bien se prevén que durante el dragado se produzcan algunos efectos negativos sobre el canal del Puerto de Tuxpan **los mismos son de corto plazo o temporales, sin embargo, los dragados traerán también efectos positivos como es lograr, el desazolve del canal, permitir la navegación, y prevenir las inundaciones**.

Cabe añadir que considerando la hidrodinámica del sistema fluvial, y el diagnóstico presentado en el capítulo IV, se prevé que los efectos sean transitorios y reversibles, de esta forma el dragado del canal y muelles del puerto de Tuxpan constituye una actividad de impacto temporal controlable. Las principales presiones ambientales son:

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- Aumento de turbidez,
- Ruido subacuático,
- Emisiones atmosféricas, y
- Alteraciones locales de hábitat bentónico y ribereño.

Por la cercanía del área de influencia directa del dragado con loa Manglares y Humedales de Tuxpan (Ramsar 1602), existen muy bajas probabilidades de afectación de sus componentes, como es el caso de los cocodrilos (Cocodrylus moreleti) ya que además al parecer los miembros de esta sp. no se aproximan a la zona del canal, y por ello se considera que existe un riesgo de bajo a moderado de que los dragados del canal puedan incidir sobre sus poblaciones.

Por el vertimiento de materiales de dragado. El material extraído durante el dragado será transportado por las dragas TSHD hacia los **sitios de disposición marina** previamente definidos. Dichas zonas no forman parte de áreas naturales protegidas y presentan condiciones con cierto grado de perturbación por la presencia de partículas sólida suspendidas y por la baja diversidad y riqueza de comunidades planctónica y bentónicas, con algunos rastros de contaminación por hidrocarburos -posiblemente recibidas por derrames accidentales de embarcaciones-, por su baja calidad ambiental pueden considerarse adecuadas para seguir recibiendo el material de dragado, conforme a los lineamientos del **Capítulo II de la presente MIA**.

El vertimiento se realizará mediante la descarga controlada de la mezcla agua–sedimento en el fondo marino, utilizando el **método de refulado o "rainbowing"**. Este procedimiento consiste en la expulsión del material a través de una tobera curva ubicada en la proa de la draga, que proyecta el sedimento con presión hidráulica hacia el punto designado. La operación se efectuará durante la navegación a baja velocidad, lo que permite una deposición uniforme del material.

Una vez depositado, el sedimento forma montículos de acumulación que se asienta a profundidades aproximadas de 21 a 22 metros bajo el nivel medio del mar (mbnm). Se estima que, dependiendo de las características de la textura, más del 99 % del material se decantara alrededor del punto de descarga, mientras que aproximadamente 1 % podría mantenerse en suspensión temporal en la columna de agua. Las partículas finas flocularán y se decantarán rápidamente por gravedad, consolidándose en el fondo y reduciendo progresivamente las pendientes del montículo. Este proceso de compactación natural incrementa la densidad aparente del sedimento y limita su desplazamiento posterior.

Los modelos hidrodinámicos de dispersión de partículas realizados para el periodo **2017–2022** muestran que la **zona de influencia principal** de los vertimientos se mantiene dentro de un radio de **6 a 8 km**, pudiendo alcanzar de manera excepcional plumas de hasta **18 km** bajo condiciones de corrientes extremas. Sin embargo, en estas distancias, la concentración de partículas es mínima y las mismas tienden a depositarse en el fondo sin causar afectaciones significativas a los ecosistemas marinos adyacentes.

En todos los casos, los vertimientos se llevarán a cabo fuera de la zona fótica, es decir, por debajo de la capa donde penetra la luz solar, evitando impactos en los procesos fotosintéticos del fitoplancton o en hábitats coralinos y arrecifales. Asimismo, los análisis de corriente geostrófica indican que las condiciones de circulación marina favorecen

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

la dispersión hacia mar abierto, sin interferir con las zonas arrecifales del Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpan (SALT).

Por lo anterior, los efectos directos del vertimiento se concentrarán en los dos sitios de tiro autorizados, siendo localizados y temporales, y limitados al periodo de consolidación del material. Con la aplicación de las medidas de control y seguimiento propuestas, se espera que los sedimentos depositados se estabilicen de forma natural sin alterar de manera significativa las condiciones del ecosistema marino circundante.

Condiciones esperadas por la construcción del muelle tres. Durante la etapa de preparación y construcción del **Muelle Tres- con una duración máxima de un año-** , se prevé la presencia de maquinaria, equipo especializado y personal técnico en la margen del canal de navegación frente a la **Terminal de Usos Múltiples (TUM)**. Esta instalación ya cuenta con infraestructura y servicios suficientes para alojar a las brigadas de trabajadores, por lo que no será necesario habilitar campamentos adicionales.

Las actividades principales comprenderán la recolección y manejo de residuos, la extracción de materiales mediante dragado complementario, y la colocación de estructuras tales como el tablaestacado, los pilotes y las losas de concreto del muelle. Dichas labores se realizarán bajo un plan de obra **que prioriza la seguridad y la prevención de impactos ambientales**.

El dragado previo y complementario permitirá establecer la dársena y la profundidad requerida para el atraque. Durante esta fase se generará un **aumento temporal de turbidez** por la remoción de sedimentos, fenómeno similar al descrito para el dragado de mantenimiento, aunque **de menor magnitud** y **duración acotada**.

En la etapa constructiva se espera la producción de **residuos inertes** fragmentos de concreto, acero, madera, empaques y materiales de obra), así como residuos domésticos y sanitarios generados por el personal. Todos serán clasificados y almacenados temporalmente en la TUM para su posterior entrega a **prestadores de servicios autorizados** para su disposición final conforme a la **NOM-161-SEMARNAT-2011** y la legislación portuaria vigente.

Durante el hincado de pilotes y el vaciado de elementos estructurales (losas, pasarelas y componentes del muelle), pueden presentarse **pérdidas menores de lechadas o mortero**, las cuales serán controladas mediante sistemas de contención y bandejas receptoras, evitando su dispersión al medio acuático.

La operación de maquinaria y equipos de construcción generará **niveles moderados de ruido y vibración**, principalmente por la hinca de pilotes metálicos y el uso de martillos hidráulicos. Se estima que las actividades se realizarán en horario diurno, de **09:00 a 19:00 horas**, a fin de reducir molestias y posibles perturbaciones a la fauna silvestre o al entorno urbano.

En la zona acuática adyacente al área de construcción se presentan **bajas probabilidades de presencia de fauna acuática residente**, aunque podrían observarse ocasionalmente aves costeras y especies de paso. El plan de obra contempla medidas preventivas de exclusión y vigilancia ambiental durante la ejecución de los trabajos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

En conjunto, los efectos esperados por la construcción del Muelle Tres se consideran **temporales, localizados y reversibles**, sin implicaciones significativas sobre el equilibrio ambiental del sistema fluvial-marino. Con la aplicación de las medidas de control y manejo ambiental propuestas, se garantiza la compatibilidad de la obra con el entorno portuario existente.

En síntesis, se esperan los siguientes cambios por el proyecto (Cuadro V-5).

CUADRO V-5 CAMBIOS ESPERADO POR EL PROYECTO

Tipo de presión	Descripción	Intensidad	Duración	Reversibilidad
Alteración física del agua	Remoción de sedimentos, aumento de turbidez y sólidos suspendidos.	Media–Alta	Temporal (fase de dragado)	Reversible
Alteración química del agua	Posible liberación de materia orgánica, nutrientes o trazas metálicas desde los sedimentos.	Media	Temporal	Reversible
Acústica	Ruido subacuático y vibración por dragas y maquinaria de hincado.	Media	Corta	Reversible
Atmosférica	Emisiones de CO_2, NO_x, SO_x, PM y HAP por consumo de diésel marino.	Media	Intermitente (15–75 días/año)	Reversible
Ecológica	Pérdida temporal de fauna bentónica; desplazamiento de peces y reptiles acuáticos (p. ej. *Crocodylus moreletii*).	Media	Temporal	Reversible
Hidro morfológica	Modificación batimétrica y redistribución de sedimentos.	Alta (local)	Permanente (canal)	Estable
Socioambiental	Ruido diurno y tránsito de maquinaria en zona portuaria.	Baja	Temporal	Reversible

Los efectos negativos directos son temporales y localizados, limitados al periodo operativo del dragado y la construcción.

No se identifican impactos acumulativos de magnitud significativa, debido a la alta capacidad de renovación natural del sistema estuarino del río Tuxpan y a la planificación de dragados en ventanas cortas.
De manera paralela, se reconocen efectos positivos asociados a:

- La mejora en la navegabilidad y seguridad portuaria,
- La reducción del riesgo de inundaciones urbanas, y
- La recuperación de la capacidad hidráulica del río.

El vertimiento de materiales dragados se realizará fuera de la zona fótica y a profundidades de 21–22 m, lo que evita afectaciones en procesos fotosintéticos o comunidades coralinas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Los modelos de dispersión de 2023 y 2025 para los periodos (2017–2022) confirman que las partículas se concentran en radios de 6–8 km, sin alcanzar las zonas arrecifales del SALT.

V.1.1 FUENTES DE CAMBIO EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

V.1.1.1 FUENTES DE CAMBIO Y PRESIONES AMBIENTALES

V.1.1.1.1 Medio físico

a) Remoción y succión de sedimentos

- Liberación de material particulado y aumento temporal de **SST y DBO5**.
- Posible liberación de trazas de contaminantes del fondo.
- Alteración del relieve y pérdida temporal de hábitat bentónico.
- Dispersión limitada de partículas hacia cuerpos de agua adyacentes, mitigable mediante monitoreo de turbidez.

b) Funcionamiento de bombas y equipos de extracción

- Ruido subacuático y vibraciones.
- Emisiones atmosféricas de **CO_2, NO_x, SO_x y HAP** derivadas del consumo de diésel.
- Riesgo bajo de fugas de aceites o lubricantes.

c) Vertido y rebose de sedimentos en mar

- Incremento temporal de turbidez por re-suspensión al verter el agua de lavado.
- Riesgo leve de mezcla de aguas con diferentes salinidades.

d) Vertimiento en sitios de tiro

- Acumulación de montículos de sedimentos en fondos de 21–22 m bnm.
- Generación de plumas de dispersión de hasta 9–19 km, con concentración decreciente de partículas.
- Disminución temporal de comunidades bentónicas, reversible por recolonización natural.

V.1.1.2 MEDIO BIÓTICO

a) Fauna acuática y bentónica

- Afectación temporal de organismos bentónicos por alteración del sustrato.
- Posible desplazamiento de peces y reptiles acuáticos (*Crocodylus moreletii, Lepidochelis kemptii, y Tursiops truncatus*) ante aumentos de ruido o turbidez.
- No se espera mortalidad significativa ni afectación a especies protegidas, conforme al diagnóstico biológico

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

b) Flora y hábitats costeros

- Turbidez y sedimentos finos pueden disminuir temporalmente la penetración lumínica en zonas fóticas.
- Sin afectaciones directas a manglares ni vegetación halófila, de acuerdo con su distribución en márgenes internas y zonas no dragadas.

V.1.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

a) Construcción del Muelle Tres

- Ruido y vibraciones diurnas (09:00–19:00 h).
- Generación de residuos de obra (concreto, acero, maderas, aceites).
- Producción de residuos sanitarios por personal, mitigable mediante manejo conforme a NOM-161-SEMARNAT-2011.

b) Operación portuaria y mantenimiento

- Riesgo de derrames menores por carga y descarga.
- Posible introducción de especies exóticas mediante lastre de buques, de bajo riesgo y mitigable con control sanitario.
- Beneficios económicos y logísticos: mayor seguridad de navegación, reducción del riesgo de inundaciones y mejora de la eficiencia portuaria.

V.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS

V.2.1 MEDIO FÍSICO

V.2.1.1 REMOCIÓN, SUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE SEDIMENTOS EN TOLVAS

Durante la fase de dragado, las operaciones de succión y transporte de materiales desde el fondo del canal generan cambios físicos temporales sobre la calidad del agua, el relieve y la dinámica sedimentaria. Las principales fuentes de presión se derivan de la acción mecánica del cabezal de succión, la turbulencia inducida por las bombas y el vertimiento parcial del agua de rebose. En el Cuadro V-6, se presenta un análisis de causa raíz con la determinación de impactos directos e indirectos.

Los efectos derivados de la remoción y succión son **localizados y de corta duración**, limitados a la zona inmediata de dragado. Las condiciones de corriente del río Tuxpan y su renovación natural permiten una rápida **recuperación de la transparencia y calidad del agua**, sin evidencia de impactos persistentes. Los efectos sobre la biota bentónica se consideran **reversibles** y mitigables mediante programación de dragados fuera de periodos de reproducción de fauna acuática sensible.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-6 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS POR LA REMOCIÓN, SUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE SEDIMENTOS EN TOLVAS

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Remoción y succión de sedimentos	Liberación de material particulado y aumento temporal de SST y turbidez.	Calidad del agua.	Incremento temporal de DBO_5 y DQO_5; posible liberación de trazas de metales y compuestos orgánicos.	Corta (durante dragado).	Medio
	Alteración del relieve del fondo y pérdida temporal de hábitat bentónico.	Morfología del canal.	Disminución temporal de densidad y diversidad bentónica.	Corta a media.	Medio
	Re-suspensión de sedimentos finos y floculación parcial.	Calidad del agua.	Posible necesidad de dragado secundario de limpieza.	Corta.	Bajo
	Dispersión de partículas hacia la Laguna de Tampamachoco (bajo escenarios de marea dominante).	Hidrodinámica y conectividad.	Aumento leve de turbidez, mitigable mediante monitoreo continuo.	Corta.	Bajo

V.2.1.2 FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS Y EQUIPO DE EXTRACCIÓN

Las bombas de succión, generadores y sistemas de propulsión de las dragas representan una fuente puntual de ruido subacuático y emisiones atmosféricas. Los impactos principales se asocian con la combustión del diésel marino y la generación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Los efectos se indican en el Cuadro V-7.

Los efectos atmosféricos se consideran **temporales y controlables**, dado el uso de combustible con bajo contenido de azufre y mantenimiento preventivo de motores. El ruido subacuático se mantiene **por debajo de los umbrales de daño fisiológico** para peces y reptiles acuáticos (rango <180 dB re 1 µPa), generando únicamente desplazamientos leves y temporales.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-7 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS POR FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS Y EQUIPO DE EXTRACCIÓN

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Operación de bombas y motores principales	Generación de ruido y vibración subacuática.	Medio acuático.	Desplazamiento temporal de fauna.	Corta.	Bajo
	Emisiones de CO_2, NO_x, SO_x y partículas suspendidas.	Atmósfera.	Aporte temporal a gases de efecto invernadero.	Corta (15–75 días/año).	Medio
	Liberación mínima de HAP por combustión incompleta.	Agua y aire.	Potencial toxicidad subletal en organismos acuáticos (bajo).	Corta.	Bajo
	Riesgo de fugas menores de aceites o combustibles.	Agua.	Posible contaminación localizada, mitigable con barreras absorbentes.	Eventual.	Bajo

V.2.1.3 ENJUAGUE DE SEDIMENTOS Y REBOSE

Durante el proceso de separación agua-sedimento dentro de la tolva, se produce el rebose de agua sobrenadante hacia el río o mar, fenómeno que puede generar aumentos localizados de turbidez. Los efectos se indican en el Cuadro V-7.

El rebose se considera una **fuente menor de impacto** debido al bajo volumen de agua descargada y al control operacional que permite mantener una alta densidad de mezcla (sólido-líquido). Los efectos desaparecen en pocas horas por la capacidad de renovación del sistema fluvial-marino.

V.2.1.4 VERTIMIENTO DE SEDIMENTOS Y DISPERSIÓN MARINA

El material dragado se transportará a los **sitios de disposición marina** establecidos fuera de áreas naturales protegidas, donde será vertido mediante el **método de refulado o "rainbowing"**, proyectando la mezcla de sedimento y agua desde la draga hacia el fondo marino.

Esta actividad ocasiona modificaciones temporales en la turbidez local, la morfología del fondo y la distribución bentónica, dentro de los radios de dispersión previstos por los modelos hidrodinámicos (2017–2022) realizados en 2023 y confirmados en 2025. Los efectos se indican en el Cuadro V-8.

Los efectos del vertimiento son **temporales, localizados y de baja magnitud**. Los modelos hidrodinámicos muestran que el 99 % del material vertido se deposita alrededor del punto de descarga, con un 1 % de partículas finas en suspensión que se decantan en pocas horas.

Las operaciones se realizarán **fuera de la zona fótica**, evitando interferencias con procesos fotosintéticos y comunidades coralinas.

El área de disposición se encuentra a **más de 10 km de las zonas arrecifales del Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpan (SALT)**, por lo que no se prevén impactos en dichos

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ecosistemas.

Los montículos generados tienden a estabilizarse rápidamente, consolidándose por compactación natural y corrientes marinas.

Se considera que el proceso de recolonización biológica se inicia a las pocas semanas posteriores al vertimiento, conforme se restablece el equilibrio sedimentario.

CUADRO V-8 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS POR EL VERTIMIENTO Y DISPERSIÓN MARINA

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Vertimiento del material dragado mediante refulado ("rainbowing")	Acumulación de sedimentos en montículos sobre el fondo marino (21–22 m bnm).	Morfología bentónica.	Modificación local del relieve y redistribución del sustrato.	Media (1–3 meses).	Medio
	Generación de plumas de dispersión (6–8 km, excepcionalmente hasta 18 km).	Columna de agua.	Incremento temporal de turbidez; decantación progresiva por floculación.	Corta (horas–días).	Bajo
	Formación de capas de sedimentos floculantes bajo la zona fótica.	Penetración lumínica.	Disminución temporal de fotosíntesis en fitoplancton; sin afectación estructural.	Corta.	Bajo
	Dispersión marginal de partículas finas o trazas de contaminantes adsorbidos.	Calidad del agua.	Potencial toxicidad subletal, no acumulativa.	Muy corta.	Bajo
	Asentamiento y consolidación de los montículos de disposición.	Fondo marino.	Recolonización bentónica natural tras compactación.	Media.	Bajo–Medio

V.2.2 MEDIO BIÓTICO

Las actividades de dragado, vertimiento y construcción del Muelle Tres generarán efectos principalmente **temporales y localizados** sobre los componentes biológicos acuáticos y ribereños.

Los mecanismos de presión identificados incluyen **aumento de turbidez**, **ruido subacuático**, **alteración de hábitats bentónicos**, y **presencia de maquinaria y personal** durante la etapa constructiva.

No se prevén afectaciones severas o irreversibles en poblaciones de fauna, considerando la alta capacidad de resiliencia del sistema estuarino del río Tuxpan y su conexión con ambientes marinos abiertos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.2.2.1 AFECTACIONES A LA FAUNA ACUÁTICA Y BENTÓNICA

Las comunidades bentónicas y acuáticas pueden experimentar **perturbaciones locales** asociadas al movimiento de sedimentos y al ruido, pero se espera su recuperación natural en semanas o pocos meses.

Los niveles de turbidez previstos no exceden los umbrales críticos (>180 mg/L) para peces o crustáceos, y la movilidad de las especies permite **su desplazamiento hacia zonas no afectadas**.

Las condiciones hidrodinámicas del SAR Tuxpan favorecen la dispersión de partículas, evitando la sedimentación prolongada y la hipoxia.

CUADRO V-9 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS A LA FAUNA ACUÁTICA Y BENTÓNICA

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Remoción y succión de sedimentos	Alteración y pérdida temporal del hábitat bentónico.	Fauna bentónica (moluscos, crustáceos, poliquetos).	Disminución temporal de densidad y diversidad; recolonización natural posterior.	Corta (semanas–meses).	Medio
Aumento de turbidez y sólidos suspendidos	Reducción de transparencia del agua y penetración lumínica.	Fitoplancton y zooplancton.	Reducción temporal de productividad primaria y cadena trófica.	Corta.	Bajo
Ruido subacuático por dragas y maquinaria	Generación de ondas de presión (rango <180 dB re 1 µPa).	Ictiofauna y reptiles acuáticos.	Desplazamiento momentáneo; sin efectos fisiológicos permanentes.	Corta.	Bajo
Vertimiento en sitios de tiro	Cobertura temporal del sustrato por material dragado.	Fauna bentónica.	Recolonización tras consolidación del sedimento.	Media.	Bajo–Medio
Plumas de dispersión	Incremento temporal de partículas finas.	Fauna planctónica.	Efecto leve, reversible en días.	Corta.	Bajo

V.2.2.2 FAUNA DE INTERÉS ECOLÓGICO Y ESPECIES SENSIBLES

Las especies de interés ecológico y de protección especial presentan **baja coincidencia espacial** con las áreas de dragado y construcción.

Los cocodrilos del SER (*C. moreletii*) utilizan cuerpos de agua secundarios con baja interferencia directa. El principal riesgo potencial es el **ruido o vibración durante el dragado**, mitigable con pausas programadas, observadores y señalización.

No se prevén afectaciones significativas a poblaciones de tortugas, delfines o aves, ya que las actividades se realizarán fuera de sus zonas de anidación o alimentación.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-10 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS A LA FAUNA DE INTERÉS ECOLÓGICO Y ESPECIES SENSIBLES

Especie o grupo	Condición ecológica	Posible afectación	Medidas preventivas	Riesgo
Crocodylus moreletii (Cocodrilo de Morelet)	Registrado en canales secundarios y márgenes de humedales cercanos al SER.	Perturbación por ruido, vibración y presencia de embarcaciones.	Evitar dragados durante temporada de anidación (abril–agosto). Vigilancia visual de ejemplares y protocolos de exclusión.	Bajo
Chelonia mydas y Eretmochelys imbricata (Tortugas marinas)	Ocasionalmente en tránsito marino frente a Tuxpan.	Molestia por ruido o paso de embarcaciones.	Observadores de fauna marina en dragas; reducción de velocidad y maniobras de evasión.	Bajo
Delfín costero (Tursiops truncatus)	Presencia esporádica en la desembocadura.	Desplazamiento temporal por ruido.	Monitoreo acústico pasivo y detención temporal de maniobras si se detectan ejemplares.	Bajo
Aves costeras y acuáticas	Presentes en márgenes fluviales y zonas de descanso.	Molestia por maquinaria y tránsito humano.	Restricción de actividades fuera de áreas de anidación; horarios diurnos controlados.	Bajo

V.2.2.3 VEGETACIÓN Y HÁBITATS COSTEROS

La vegetación costera y acuática no sufrirá impactos directos debido a su localización fuera del área de influencia.

Las condiciones de corriente y mareas impiden la acumulación de sedimentos en márgenes con manglares.

Por tanto, el efecto sobre la cobertura vegetal y los procesos ecológicos ribereños se considera **nulo o no significativo**.

CUADRO V-11 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS VEGETACIÓN Y HÁBITAT COSTEROS

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Duración	Riesgo
Turbidez en zona fótica	Reducción temporal de penetración lumínica.	Fitoplancton y microalgas.	Corta (días).	Bajo
Sedimentación en márgenes ribereñas	Depósito mínimo de partículas finas.	Vegetación emergente.	Corta (días).	Bajo
Aumento de sólidos suspendidos por dragado	No se prevé afectación significativa a manglares o vegetación halófila, ubicados fuera de la zona de obra.	Ecosistemas costeros.	N/A.	Bajo

El conjunto de los impactos sobre el medio biótico se califica como **de baja magnitud, temporal y completamente reversible**.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Las comunidades acuáticas y ribereñas muestran alta capacidad de resiliencia ante perturbaciones de corta duración.

Las medidas propuestas —ventanas de dragado, monitoreo de turbidez, observadores de fauna y control de ruido— aseguran la **compatibilidad ecológica del proyecto** con el equilibrio del ecosistema fluvial-marino del río Tuxpan.

V.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Las actividades de dragado, vertimiento y construcción del Muelle Tres incidirán de forma directa sobre el entorno humano-portuario del área de influencia, principalmente por la presencia temporal de maquinaria, personal operativo y embarcaciones.

Los efectos esperados se concentran en el ámbito de la percepción sonora, el manejo de residuos, la seguridad laboral y el desarrollo económico local.

Durante la fase de construcción, los efectos sobre el entorno humano son **moderados y fácilmente controlables,** mediante la aplicación de buenas prácticas:

- Manejo integral de residuos conforme a la **NOM-161-SEMARNAT-2011**.
- Control de horarios de obra y mantenimiento de maquinaria.
- Capacitación al personal en seguridad e higiene ambiental.
  Los impactos visuales y acústicos se limitan al polígono portuario, donde no existen zonas habitacionales colindantes.

CUADRO V-12 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS SOCIOECONÓMICOS (ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN)

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Uso de maquinaria y equipo pesado	Incremento temporal de ruido y vibraciones.	Confort ambiental y salud auditiva.	Molestias leves en trabajadores y habitantes cercanos.	Corta (fase constructiva).	Bajo
Hincado de pilotes y obras de cimentación	Generación de ondas sonoras y vibraciones.	Ambiente urbano y fauna cercana.	Efectos localizados y reversibles.	Corta.	Bajo
Generación de residuos sólidos urbanos y de construcción	Acumulación temporal de materiales inertes (concreto, acero, madera, empaques).	Calidad del suelo y paisaje.	Impacto visual; riesgo sanitario si no se maneja adecuadamente.	Corta.	Medio
Presencia de personal y brigadas	Generación de residuos sanitarios y domésticos.	Servicios urbanos.	Aumento de demanda de servicios de limpieza y recolección.	Corta.	Bajo

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Operación de vehículos y embarcaciones de apoyo	Emisiones de gases y partículas.	Calidad del aire.	Contribución mínima al inventario local de emisiones.	Corta.	Bajo
Actividades de hincado y obra diurna (09:00–19:00)	Ruido ambiental en margen portuaria.	Confort sonoro.	Sin afectación a la población por ubicación en zona industrial-portuaria.	Corta.	Bajo

V.2.3.1 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante la operación del Muelle Tres, los impactos negativos se asocian principalmente al manejo de hidrocarburos y generación de residuos, **totalmente mitigables** mediante el cumplimiento de la normatividad MARPOL y la legislación ambiental mexicana (Cuadro V-13)

En contraparte, los beneficios socioeconómicos son **altos y permanentes**, destacando:

- **Creación de empleos directos e indirectos** durante la construcción y operación.
- **Aumento en la eficiencia logística y seguridad portuaria.**
- **Reducción del riesgo de inundaciones** en zonas urbanas aledañas gracias al mantenimiento del canal.
- **Fortalecimiento de cadenas productivas regionales** y mayor competitividad del puerto de Tuxpan como nodo estratégico del Golfo de México.

CUADRO V-13 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS SOCIOECONÓMICOS (ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Operación del Muelle Tres (carga y descarga de embarcaciones)	Riesgo de derrames de combustibles o aceites.	Calidad del agua.	Efectos locales y controlables con procedimientos de contención.	Eventual.	Bajo
Reparaciones y mantenimiento portuario	Generación de residuos impregnados con aceites y solventes.	Suelo y agua.	Posible contaminación localizada.	Eventual.	Bajo
Tránsito marítimo y maniobras de atraque	Emisiones atmosféricas y ruido.	Calidad del aire y confort sonoro.	Molestias mínimas y no acumulativas.	Permanente (bajo).	Bajo
Operación logística portuaria	Incremento del flujo de transporte y actividades económicas.	Empleo y economía local.	Creación de fuentes de trabajo directas e indirectas.	Permanente.	Positivo

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Seguridad portuaria y protección civil	Mejora en control operativo.	Seguridad y riesgo urbano.	Reducción de incidentes e inundaciones.	Permanente.	Positivo

En síntesis, los efectos para el medio socioeconómico en materia económica, logística y de infraestructura, con beneficios sostenibles para la región.

Los efectos negativos son **temporales y controlables**, localizados principalmente en el área portuaria.

Con la aplicación de las medidas de manejo ambiental y de seguridad, el proyecto mantiene **compatibilidad plena con el desarrollo urbano-portuario y la conservación ambiental del SAR Tuxpan.**

CUADRO V-14 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LOS EFECTOS NEGATIVOS POR EL ENJUAGUE DE SEDIMENTOS Y REBOSE

Fuente de cambio	Efecto directo	Factor afectado	Efecto secundario	Duración	Riesgo
Descarga de agua de rebose ("overflow")	Incremento temporal de turbidez.	Calidad del agua.	Disminución leve de transparencia y penetración lumínica.	Muy corta.	Bajo
	Posible mezcla con aguas de diferente salinidad.	Dinámica físico-química.	Alteraciones puntuales en gradiente de salinidad.	Muy corta.	Bajo

V.3 MÉTODOS PARA VALORAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Considerando los escenarios ambientales descrito así como el análisis de las fuentes de cambio antes presentados (desarrollados en aras de poder determinar la importancia de los impactos ambientales), enseguida se presentan las metodologías utilizadas para valorar a los impactos que es posible se produzcan como consecuencia de las actividades, en las diferentes etapas del proyecto.

Para identificar y valorar los impactos ambientales, se trabajó en 4 (cuatro) fases; la primera es la elaboración de una matriz de identificación de impactos, en la cual se utilizó el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) de la OCDE 1999 (Ver Cuadros V-1 al V-14); en la segunda fase de valoración, se presentan los valores atribuidos a cada impacto, según su característica aplicando un algoritmo matemático para cada impacto, la interpretación a ese valor está basada en criterios preestablecidos; en la tercer fase, denominada determinación de importancia, se presentan los cuadros con los valores finales de importancia asignados; consecuentemente, en la cuarta fase, se describen los impactos, explicando los valores dentro de cada rango; y finalmente, de acuerdo a la evaluación, se reconocen los impactos más relevantes, los potenciales y los residuales.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.3.1 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La probabilidad de ocurrencia de impactos ambientales (entendiéndose, por impactos ambientales "*los posibles efectos negativos sobre el ambiente que se deriven en una modificación del entorno natural dependen de las obras u otras actividades*", que se ejecuten, de su intensidad, extensión, temporalidad, y del estado en que se encuentre la zona de influencia, y por supuesto, de la capacidad de respuesta de los elementos ambientales. Para poder identificar cualquier impacto ambiental potencial derivado de las diferentes etapas del proyecto que corresponden a: 1) Preparación del Sitio (que incluye los trabajos preliminares), 2) Etapa de Construcción, 3) Etapa de operación y mantenimiento y 4) Etapa de Abandono.

La base para la identificación de los posibles impactos relacionados con el proyecto se basa en las actividades del programa de trabajo (que comprende las actividades de las diferentes etapas del proyecto), que forma parte del capítulo II titulado: "Descripción de la obra o actividad proyectada".

A fin de simplificar y hacer más ágil la identificación de los impactos ambientales esperados por la realización de la obra, se consideraron las fuentes de cambio ya descritas en este capítulo, y se aplicaron los métodos que se indican en el Cuadro V-15.

CUADRO V-15 MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Metodología	Descripción
Identificación de Impactos	
Lista de verificación	Tomando como referencia la información del Capítulo II, en la que se describen las obras y actividades propias proyecto
Selección de indicadores ambientales	Se eligieron los indicadores ambientales susceptibles a los efectos derivados de la ejecución de las actividades constructivas, operacionales y de mantenimiento de la obra.
Matriz Causa Efecto	Corresponde propiamente a una adaptación de la Matriz de Presión-Estado-Respuesta (PER) de la OCDE.
Matriz de cribado de Identificación de impactos	Para la realización de la matriz de cribado, se emplea la información de la lista de verificación, así como los indicadores ambientales, con el fin de identificar las interacciones y con ello los impactos. De este modo, se construye una matriz simple, en la cual se ordenarán en las columnas las actividades del proyecto y sobre las filas los componentes, factores e indicadores ambientales que puedan ser afectados. El resultado de esta matriz permite saber cuáles son los impactos ambientales, adversos y/o benéficos causados por la acción de las actividades de la obra sobre uno o varios factores ambientales.
Valoración de Impactos	
Elección de criterios de valoración del impacto	Una vez identificadas las interacciones relevantes entre los indicadores ambientales y las actividades involucradas con el proyecto, se eligieron siete criterios con sus respectivos valores para determinar la dimensión del impacto, los cuales se enlistan a continuación: Magnitud del impacto (M) Extensión espacial (E) Duración de la acción (D) Sinergia (S)

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Metodología	Descripción
	Acumulación (A) Controversia (C) Mitigación (T)
Valoración	Se obtendrán los índices de cada uno de los impactos identificados, con base en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. 1998: O Índice Básico (MEDij) Índice Complementario (SACij) Índice de Importancia (Iij) Índice de Significancia del impacto (Gij). Esta metodología permitió un análisis global de los impactos ambientales identificados, y con ello se determinó el grado de importancia que éstos tendrán sobre el entorno abiótico, biótico y socioeconómico para la zona donde se establecerá el Proyecto. Considerando, la significancia como "aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales" (Referencia: Art.3 del Reglamento de la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental)
Clasificación de acuerdo con su significancia	Una vez obtenidos los valores de los Índices Básico, Complementario, de Importancia y de Significancia para cada impacto, se procedió a agrupar los resultados por valor numérico de acuerdo con el valor de Significancia en 4 categorías: Baja (0.01 al 0,259), Moderada (0,26 al 0,499), Alta (0,50 al 0,749) y Muy Alta (0,75 al 1).
Descripción de Impactos	
Descripción de los impactos identificados	En este caso la descripción de los impactos se presentará simultáneamente a la valoración, para facilitar su análisis. Dicha descripción de los impactos ambientales detectados durante las diferentes etapas del Proyecto indicará las características de sus atributos (magnitud, extensión, duración, sinergia, controversia, acumulación y mitigación).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.3.2 MATRIZ DE CRIBADO

A partir de los Cuadro V-16 al V-18 se desarrolló una lista general de impactos de acuerdo los efectos esperados (Cuadro V-16).

CUADRO V-16 IMPACTOS ESPERADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Impacto	Efecto	Signo	Factor afectado
Afectación de Capacidad de Hábitat Marino	Alteración del relieve del fondo del canal y pérdida temporal de hábitat bentónico.	Negativo	Ecosistémico
Afectación de Capacidad de Hábitat Marino	Generación de ruido subacuático y vibraciones por el funcionamiento de dragas.	Negativo	Ecosistémico
Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Pérdida temporal de organismos bentónicos en áreas dragadas y recolonización natural posterior.	Negativo	Ecosistémico
Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Cobertura puntual del sustrato por material dragado en sitios de vertimiento.	Negativo	Ecosistémico
Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Formación de montículos de sedimento en sitios de tiro y su consolidación natural.	Negativo	Ecosistémico
Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Pérdida temporal de organismos bentónicos en áreas dragadas y recolonización natural posterior.	Negativo	Ecosistémico
Afectaciones a la fauna acuática	Desplazamiento temporal de peces, cocodrilos y delfines por ruido o vibración subacuática.	Negativo	Fauna
Afectaciones a la fauna acuática	Alteración de hábitats secundarios del *Crocodylus moreletii* por presencia de embarcaciones.	Negativo	Fauna
Afectaciones a las especies de fauna	Desplazamiento temporal de peces, cocodrilos y delfines por ruido o vibración subacuática.	Negativo	Fauna
Afectaciones a las especies de fauna	Alteración de hábitats secundarios del *Crocodylus moreletii* por presencia de embarcaciones.	Negativo	Fauna

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Impacto	Efecto	Signo	Factor afectado
Aumento de ingresos económicos	Incremento de la actividad económica regional y generación de empleo directo e indirecto	Positivo	Socioeconómico
Aumento de ingresos económicos	Fortalecimiento de cadenas productivas y de la infraestructura portuaria nacional.	Positivo	Socioeconómico
Calidad del Agua	Plumas de dispersión de partículas finas (6–8 km) sin afectación al SALT.	Negativo	Agua
Diminución de la-Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas	Reducción momentánea de la productividad primaria por turbidez elevada.	Negativo	Agua
Diminución de la-Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas	Afectación leve y transitoria al fitoplancton por disminución de la luz en zonas fóticas.	Negativo	Agua
Diminución de la-Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas	Afectación leve y transitoria al fitoplancton por disminución de la luz en zonas fóticas.	Negativo	Agua
Disminución de calidad de paisaje	Generación de residuos sólidos, peligrosos y sanitarios durante la construcción y mantenimiento	Negativo	Paisaje urbano
Disminución de la calidad de aire en la zona urbana	Emisiones puntuales de gases y partículas por maquinaria y transporte terrestre	Negativo	Atmosfera
Disminución de riesgos para la población civil	Reducción del riesgo de inundaciones urbanas por mejora en la capacidad hidráulica del canal	Positivo	Social
Ecosistema acuático-Capacidad de Hábitat	Cobertura puntual del sustrato por material dragado en sitios de vertimiento.	Negativo	Ecosistémico
Efectos al confort sonoro humano	Ruido y vibraciones por maquinaria de construcción e hincado de pilotes	Negativo	Social
Mejoramiento de infraestructura portuaria	Aumento de la eficiencia logística y de la competitividad del Puerto de Tuxpan	Positivo	Socioeconómico

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Impacto	Efecto	Signo	Factor afectado
Posible contaminación del suelo por generación de residuos peligrosos	Riesgo eventual de derrames menores de combustibles o aceites durante la operación portuaria.	Negativo	Suelo y Agua
Reducción de la calidad de agua marina y fluvial	Reducción momentánea de la productividad primaria por turbidez elevada.	Negativo	Agua
Reducción de la Calidad del Agua Fluvial	Re-suspensión y floculación de sedimentos finos con dispersión controlada hacia cuerpos adyacentes.	Negativo	Agua
Reducción de la Calidad del Agua Marina	Incremento temporal de turbidez por rebose de agua sobrenadante (“overflow”).	Negativo	Agua
Reducción de la Calidad del Agua Fluvial	Incremento de sólidos suspendidos totales (SST), turbidez y DBO/DQO en la columna de agua durante la succión y vertimiento.	Negativo	Agua
Reducción de la Calidad del Aire	Emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero (CO_2, NO_x, SO_x, PM) y HAP.	Negativo	Atmósfera

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Remoción y succión de sedimentos

- Liberación de material particulado y aumento temporal de **SST y DBO5**.
- Posible liberación de trazas de contaminantes del fondo.
- Alteración del relieve y pérdida temporal de hábitat bentónico.
- Dispersión limitada de partículas hacia cuerpos de agua adyacentes, mitigable mediante monitoreo de turbidez.

b) Funcionamiento de bombas y equipos de extracción

- Ruido subacuático y vibraciones.
- Emisiones atmosféricas de **CO_2, NO_x, SO_x y HAP** derivadas del consumo de diésel.
- Riesgo bajo de fugas de aceites o lubricantes.

c) Vertido y rebose de sedimentos en mar

- Incremento temporal de turbidez por re-suspensión al verter el agua de lavado.
- Riesgo leve de mezcla de aguas con diferentes salinidades.

d) Vertimiento en sitios de tiro

- Acumulación de montículos de sedimentos en fondos de 21–22 mbnm.
- Generación de plumas de dispersión de hasta 9–19 km, con concentración decreciente de partículas.
- Disminución temporal de comunidades bentónicas, reversible por recolonización natural.

CUADRO V-17 EFECTOS NEGATIVOS ESPERADO POR EL PROYECTO

No	Efecto	Factor afectado	Momento del Efecto Negativo					
			Construcción Muelle		Dragado			
			Preparación del sitio y Construcción Tres	Operación y Mantenimiento	Remoción y succión de sedimentos	Funcionamiento de bombas y equipos de	Vertimiento de material de dragado	Vertimiento en sitios de tiro
Negativos								
1	Diminución de la productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial	Agua	▲					
2	Diminución de la productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina	Agua					▲	▲
3	Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR	Agua			▲	▲		
4	Reducción de la calidad de agua zona marina	Agua		▲			▲	
5	Reducción de la Calidad del Aire	Atmósfera	▲		▲	▲		
6	Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Ecosistémico	▲	▲	▲			

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

No	Efecto	Factor afectado	Momento del Efecto Negativo					
			Construcción Muelle		Dragado			
			Preparación del sitio y Construcción Tres	Operación y Mantenimiento	Remoción y succión de sedimentos	Funcionamiento de bombas y equipos de	Vertimiento de material de dragado	Vertimiento en sitios de tiro
7	Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Ecosistémico					▲	▲
8	Afectaciones a las especies de fauna de importancia ecológica	Fauna					▲	▲
9	Disminución de calidad de paisaje	Paisaje urbano	▲					▲
10	Efectos al confort sonoro humano	Social	▲					
11	Posible contaminación del suelo por generación de residuos peligrosos	Suelo y Agua	▲			▲		
Positivos								
12	Disminución de riesgos para la población civil	Social			▲			
13	Aumento de ingresos económicos	Socioeconómico	▲	▲	▲	▲	▲	
14	Mejoramiento de infraestructura portuaria	Socioeconómico	▲	▲	▲			

V.3.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS

Una vez reconocidos los impactos potenciales negativos que se derivarán del proyecto, se generó una lista general de impactos, en el Cuadro V-18 se indican las características que tendrán los mismos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-18 LISTA DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO

No	Efecto	Carácter	Magnitud	Duración	Extensión con relación al SAR y al AIP	Instrumento legal que lo regula
1	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial	Negativo	Media (2)	Ocasional (2)	En el AIP (2)	NOM-001-SEMARNAT-2021) (3)
2	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina	Negativo	Alta (3)	Constante o permanente (3)	En el AIP de la zona marina (2)	NOM-001-SEMARNAT-2021 (3)
3	Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR	Negativo	Media (2)	Ocasional (2)	En el AIP zona fluvial (2)	NOM-001-SEMARNAT-2021 (3)
4	Reducción de la calidad de agua zona marina	Negativo	Media (2)	Constante y/o permanente (3)	En el AIP de la zona marina (2)	NOM-001-SEMARNAT-2021 (3)
5	Reducción de la Calidad del Aire	Negativo	Medio (2)	Ocasional (2)	En el AIP de la zona fluvial (2)	NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017,
6	Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Negativo	Bajo (1)	Ocasional (2)	En el AIP de la zona fluvial (2)	No existe (0)
7	Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Negativo	Alto (3)	Constante y/o permanente (3)	En el AIP de la zona marina (2)	No existe (0)
8	Afectaciones a las especies de fauna de importancia ecológica	Negativo	Bajo (1)	Esporádica (1)	En el AIP de la zona fluvial y marina (3)	NOM-059-Ley de Vida silvestre
9	Disminución de calidad de paisaje	Negativo	Bajo (1)	Ocasional (2)	En el AIP de la zona fluvial (2)	No existe norma
10	Efectos al confort sonoro humano	Negativo	Bajo (1)	Esporádica (1)	En el AIP de la zona fluvial	No existe norma
11	Posible contaminación del suelo por generación de residuos peligrosos	Negativo	Bajo (1)	Esporádica (1)	En el AIP de la zona terrestre y fluvial	NOM-052-SEMARNAT-
12	Disminución de riesgos para la población civil	Positivos	Alto	Constante y/o permanente (3)	SAR (3)	No existe norma (0)
13	Aumento de ingresos económicos	Positivos	Bajo	Ocasional (2)	AIP zona de vertimientos	No existe norma
14	Mejoramiento de infraestructura portuaria	Positivos	Alto	Constante y/o permanente (3)	En el AIP de la zona fluvial (2)	Programa de desarrollo del Puerto de Tuxpan

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.3.4 Reconocimiento de Elementos y Factores Ambientales que pueden resultar afectados

A partir Cuadro V-19 que señala dichos factores ambientales que se pueden afectar se construyó otra matriz que reconoce indicadores que pueden servir medir la producción de los impactos ambientales para el proyecto.

Cuadro V-19 Elementos ambientales, factores e indicadores con los que puede medirse los posibles impactos ambientales

Elemento	Factor afectados	Evidencia del Impacto	Indicadores
Aire	Calidad del aire	Gases contaminantes del aire	Gases procedentes de la combustión (NOx, SOx, SOx, CO2).
		Aumento de partículas suspendidas en el aire	Partículas suspendidas PM10 y 2.5
	Emisiones de sonido)	Reducción del confort sonoro	Nivel de Decibeles
Hídrico	Calidad del agua	Generación de residuos orgánicos (restos de alimentos y sanitarios)	Materia orgánica (DBO, DQO)
		Posible contaminación por derrames de sustancias tóxicas	Presencia de hidrocarburos y otros contaminantes
		Presencia de residuos de tipo especial	Concentraciones de metales pesados y HAP
Ambiente Marino	Afectaciones a los arrecifes de coral	Cambio de coloración de coral y mortandad del coral	Cantidad de sedimentos acumulados en corales
	Productividad primaria	Diminución de la diversidad y riqueza de especies fitoplancton y zooplancton	Turbidez de agua
Fauna	Mortalidad - Morbilidad	Aumento de exclusión o desplazamiento de especies de fauna	Especies colisionadas con barcos draga
	Afectación fauna asociada al coral	Cambio de coloración y mortalidad	Mortalidad asociada a sedimentos
	Competencia de nicho	Surgimiento de plagas	La presencia de plagas en las zonas donde se preserva vegetación nativa puede aumentar aún más la competencia entre plagas y especies silvestres, tales como ratones nativos y ratas comunes.
Paisaje	Nivel estético del Paisaje	Reducción del nivel estético del paisaje o ecosistema	Presencia de residuos solidos

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Elemento	Factor afectados	Evidencia del Impacto	Indicadores
Fauna	Salud Ecosistémica	Reducción de confort sonoro	Decibeles
		Reducción de la calidad de aire	Partículas suspendidas

V.4 Método de valoración e importancia de los impactos

Posterior a desarrollar la matriz de impactos ambientales potenciales, se procedió a la aplicación de la técnica de Bojórquez Tapia (1998), cuyo objetivo es valorar los impactos ambientales. A partir del uso de matrices causa-efecto se aplican valores cualitativos predeterminados a fin de conocer la importancia de los impactos y su significancia real. Dicha técnica, es ampliamente utilizada en los estudios ya que la misma proporciona gran objetividad, si bien la técnica no es cuantitativa, permite conocer el valor del impacto acorde dos tipos de indicadores que se pueden adjudicar a un efecto (básico y complementario). El conjunto de indicadores ambientales que se utiliza con este método puede alcanzar valores del 0 al 3.

Los criterios básicos son indispensables para definir la interacción entre la actividad y el componente ambiental, y como lo dice el mismo nombre, los criterios complementarios detallan la descripción que puede estar faltando en la interacción. A estos criterios se les otorga un valor en escala ordinal que corresponden al efecto de una actividad sobre la variable del componente ambiental seleccionado. Para tal fin, se limitó la escala de 1 a 3 para los criterios básicos, modificando la propuesta de la metodología original (Cuadro V-20).

Cuadro V-20 Valores de los criterios básicos modificada de Bojórquez – Tapia.

Escala	Magnitud del impacto (M)	Extensión del impacto (E)	Duración del efecto (D)
Concepto	Intensidad de la afectación en el área de estudio definida por la superficie afectada.	Área de afectación con respecto al área disponible en la zona de estudio	Definida por la extensión en el tiempo de la acción y la repercusión del impacto ambiental.
1	Mínima. Cuando la afectación cubre la menor proporción del total de los recursos existentes en el área de estudio (< 15%) o cuando los valores de la afectación son menores a un 30% respecto al límite permisible.	Puntual. En sitios muy específicos	Corta. Cuando el efecto puede ser esporádico
2	Moderada. Cuando la afectación cubre una proporción intermedia del total de los recursos (30%) o si los valores de la afectación se ubican entre 31 y <75% respecto al límite permisible.	Local. Dentro del AIP de la zona de dragados o zonas de tiro	Media. Cuando la acción puede repetirse.
3	Alta. Cuando la afectación cubre la mayor proporción del total de los recursos existentes o si los valores de la afectación rebasan el 75% respecto al límite permisible.	Regional. Los efectos podrían extenderse en SAR o más allá del SAR.	Permanente. Cuando el efecto será definitivo o constante.

Para los criterios complementarios la escala considerada fue de 0 a 3 con las siguientes definiciones, ver Cuadro V-21.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-21 VALORES DE LOS CRITERIOS COMPLEMENTARIOS (BOJÓRQUEZ-TAPIA, MODIFICADO)

Escala	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)
Concepto	Interacciones de orden mayor entre impactos	Presencia de efectos aditivos de los impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil. Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto.
0	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos.	No existe. Cuando existen normas que regulan el impacto, y/o la sociedad civil local y regional NO manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre 2 actividades sobre el mismo componente.	Mínima. Cuando el impacto SI está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local Si manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de estas.	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre 3 actividades sobre el mismo componente.	Moderada. Cuando el impacto Si está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil regional SI manifiesta su aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
3	Fuerte. Cuando el efecto producido por las sumas de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre 4 o más actividades sobre el mismo componente.	Alta. Cuando el impacto NO está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y regional SI manifiesta aceptación o preocupación por la acción y el recurso.

Con la aplicación de la técnica de Bojórquez-Tapia, se determinan dos valores que son: la importancia de cada uno de los impactos, así como su significado, y a efecto de lo anterior, se aplican los siguientes algoritmos: Para determinar la intensidad del impacto (Iij) y la significancia del Impacto (Gij), es necesario calcular dos índices, que fueron denominados por su autor, como índice básico (MEDij) y el índice complementario (SACij), aplicando las siguientes formulas:

(1) $$MEDij = \frac{1}{9}(Mij + Eij + Dij)$$ Índice básico

(2) $$SACij = \frac{1}{9}(Sij + Aij + Cij)$$ Índice complementario

Una vez obtenidos los valores de los índices: básico y complementario, se calcula el índice de importancia o intensidad (Iij) y el Índice de Significancia (Gij), para cada uno de los impactos ambientales de la matriz.

Es importante mencionar que, para obtener el índice de significancia, Bojórquez-Tapia, se introduce otro criterio que es el de Mitigación (Tij), el cual indica la existencia y eficiencia de medidas de mitigación (Cuadro V-22).

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-22 CRITERIOS DE IMPORTANCIA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Mitigación (Tij)	
Escala	Concepto
	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación
0	Nula. No hay medidas de mitigación
1	Baja. Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25 %
2	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre un 25 y un 74%
3	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

Estos índices se obtienen con las siguientes formulas:

(3) $Iij = MEDij\ \varphi$ Índice de Importancia intensidad

Donde: $\varphi = 1 - SACij$

(4) $Gij = Iij * \left[1 - (Tij / 3)\right]$ Índice de Significancia

A estos índices se les clasifica según el intervalo del valor obtenido, colocándolos dentro de una de cuatro categorías como se muestra en el siguiente Cuadro V-23.

CUADRO V-23 CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN PARA LOS ÍNDICES DE IMPORTANCIA Y SIGNIFICANCIA

Categoría	Intervalo
Bajo	0 – 0.259
Moderado	0.26 – 0.499
Alto	0.50 – 0.749
Muy Alto	0.75 – 1

En el Cuadro V-24, se presenta la matriz con los datos asignados para cada impacto.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-24 MATRIZ DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Impacto Efectos derivados del proyecto	Factor afectado	M*ij*	E*ij*	D*ij*	S*ij*	A*ij*	C*ij*	T*ij*	MED*ij*	SAC*ij*	I*ij* *(intensidad)*	G*ij* *(significancia)*
Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial	Agua	1	2	2	0	1	0	1	0.56	0.11	0.59	0.4
Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina	Agua	3	2	3	1	2	1	2	0.89	0.44	0.94	0.31
Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR	Agua	2	2	2	1	1	1	2	0.67	0.33	0.76	0.25
Reducción de la calidad de agua zona marina	Agua	3	2	2	1	2	0	2	0.78	0.33	0.85	0.28
Reducción de la Calidad del Aire	Atmósfera	1	2	3	1	1	0	2	0.67	0.22	0.73	0.24
Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Ecosistémico	1	2	2	1	1	0	2	0.56	0.22	0.63	0.21
Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Ecosistémico	3	2	3	0	2	0	1	0.89	0.22	0.91	0.61
Afectaciones a las especies de fauna de importancia ecológica	Fauna	1	2	1	0	0	0	2	0.44	0	0.44	0.15
Disminución de calidad de paisaje	Paisaje urbano	1	2	2	0	1	0	3	0.56	0.11	0.59	0
Efectos al confort sonoro humano	Social	1	1	1	0	1	0	2	0.33	0.11	0.38	0.13
Posible contaminación del suelo por generación de residuos peligrosos	Suelo y Agua	1	1	1	0	1	0	3	0.33	0.11	0.38	0
Disminución de riesgos para la población civil	Social	2	2	1	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0.56
Aumento de ingresos económicos	Socioeconómico	2	2	2	0	0	0	0	0.67	0	0.67	0.67
Mejoramiento de infraestructura portuaria	Socioeconómico	2	1	2	0	0	0	0	0.56	0	0.56	0.56

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.5 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Cuadro V-25, se muestra la valoración a los 14 impactos ambientales que se identificaron para este proyecto, enseguida se presenta un breve análisis sobre los mismos. Tres de los 14 impactos corresponden a efectos o impactos positivos, con una intensidad y significado que va del valor alto a muy alto, ya las actividades de dragado son básicas para la navegación de embarcaciones y para lograr la eficiencia del Puerto de Tuxpán, y sobre todo para reducir el riesgo de inundaciones de la zona marginal del rio Tuxpan donde se encuentran asentamientos humanos, que suelen resultar afectados en diferentes sentidos

CUADRO V-25 IMPACTOS NEGATIVOS QUE SE DERIVARÁN DEL PROYECTO

N°	Impacto Efectos derivados del proyecto	Factor afectado	Carácter	Iij (intensidad)	Gij (significancia)
1	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina	Agua	Negativo	0.93666	0.62444
2	Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Ecosistémico	Negativo	0.912462	0.608308
3	Reducción de la calidad de agua zona marina	Agua	Negativo	0.84574	0.563827
4	Mejoramiento de infraestructura portuaria	Socioeconómico	Positivos	0.822451	0.822451
5	Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR	Agua	Negativo	0.763143	0.254381
6	Reducción de la Calidad del Aire	Atmósfera	Negativo	0.729525	0.243175
7	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial	Agua	Negativo	0.697388	0.464925
8	Aumento de ingresos económicos	Socioeconómico	Positivos	0.666667	0.666667
9	Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Ecosistémico	Negativo	0.633074	0.211025
10	Afectaciones a las especies de fauna de importancia ecológica	Fauna	Negativo	0.555556	0.185185
11	Disminución de calidad de paisaje	Paisaje urbano	Negativo	0.532207	0.177402
12	Efectos al confort sonoro humano	Social	Negativo	0.37661	0.125537
13	Posible contaminación del suelo por generación de residuos peligrosos	Suelo y Agua	Negativo	0.37661	0
14	Disminución de riesgos para la población civil	Social	Positivos	0.333333	0.333333

V.6 Descripción de Impactos Ambientales Negativos

Enseguida se ofrece una descripción de los impactos, principalmente señalando los razonamientos que se usaron para asignar valores y determinar su importancia, la información iniciará del impacto de más relevancia al menos relevante. La descripción será de orden de los factores que se verán impactados.

V.6.1 Impactos sobre la calidad del agua

La calidad de agua del SAR puede verse afectada en diferentes momentos, como son en el dragado del Canal de Navegación como por el Vertimiento de los Sedimentos productos del dragado sobre los dos sitios de tiro y su zona de influencia, de esta forma se prevén dos diferentes tipos de impacto para el componente agua

V.6.1.1 Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR

Durante los dragados se espera la liberación de material particulado en la columna de agua como son sólidos totales suspendidos, aumento de turbidez, aumento temporal de la DBO5 y de la DQO5, y la re-suspensión de sedimentos finos y floculación parcial con posible fuga de posibles trazas de sustancias tóxicas almacenadas en la matriz de los sedimentos, asimismo, es posible que exista Dispersión de partículas hacia la Laguna de Tampamachoco (bajo escenarios de marea dominante).

Los sedimentos se comportan como trampas de sustancias de diversos tipos como fosforo, materia orgánica, metales pesados, residuos de plaguicidas, compuestos de carbono aromáticos cíclicos, llegan a concentrar altas cantidades de químicos y pueden convertirse en pasivos ambientales con concentraciones que los convierten en tóxicos para las especies.

Para el caso de los sedimentos del canal de Tuxpán - acorde los estudios de calidad de agua y CRIT anexos al capítulo VIII de la presente MIA Regional-, los mismos, **no constituyen pasivos ya que no presentaron altas concentraciones de sustancias tóxicas.** No obstante, los sedimentos quedarán suspendidos junto algunas ligeras trazas de metales con efectos negativos como son: el aumento de la turbidez del agua, disminución de la calidad del agua temporal, la diminución del paisaje, posible aumento de la DBO5 y DQO, reducción temporal de los servicios ecosistémicos como la productividad primaria, entre otros que se relacionan con la merma de la calidad del agua.

Otra de las formas de afectación a la calidad de agua, puede derivarse de los lavados de sedimentos y el retorno del agua hacia la zona fluvial, sin embargo; se considera una **fuente menor de impacto** debido al bajo volumen de agua descargada y al control operacional que permite mantener una alta densidad de mezcla (sólido-líquido). Los efectos desaparecen en pocas horas por la capacidad de renovación del sistema fluvial-marino

Es preciso mencionar, que los trabajos de preparación y la construcción del Muelle Tres puede dar lugar a la alteración de la calidad del agua, en la zona específica donde se

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

construirá esta obra, pues para ello se precisa de un dragado que permitirá el establecimiento de su dársena, el tabla estacado y los pilotes que sostendrá este muelle, lo cual será propiamente dicho en la zona aledaña al canal de navegación de Tuxpan en un plazo no mayor a tres meses, y dadas las dimensiones de esta obra, se considera poco relevante.

Por todo lo anterior, los valores asignados (Cuadro V-30) se estimó un **impacto de intensidad 0.76** y con las medidas de mitigación el valor puede disminuir y el significado del impacto será de **0.25**, es decir con medidas de mitigación se espera poder reducir el impacto.

CUADRO V-26 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD AGUA EN LA ZONA FLUVIAL

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	2	Media Considerando la posibilidad de liberaciones de sustancias del fondo de la zona fluvial y un aumento temporal de SST
Extensión	1	Local. Se producirá dentro del Canal de Tuxpán, es decir en el AIP.
Duración	2	Ocasional o temporal. Se considera ocasional o temporal ya que los dragados a pesar de ser necesarios de modo permanente en el Canal .de Navegación, **solo tienen lugar periodos de entre 25 a 75 días, por lo tanto se consideran temporales**.
Sinergia	1	Baja Se considera baja debido a los dragados no son la única fuente de liberación de sustancias atrapadas en la matriz de sedimentos, **ya que la re-suspensión puede deberse a procesos naturales derivados de las precipitaciones pluviales ocasionadas por tormenta y nortes así como suradas.**
Acumulación	1	Baja. Se considera de acumulación baja debido al tipo de actividades que se realizan en la zona portuaria.
Controversia	0	Baja. Aunque puede existir preocupación por los pescadores, existen normas que regulan la calidad del agua como es la NOM-001-SEMARNAT-2021 que puede ser un referente para mantener la actividad dentro de parámetros admisibles, y **además la mayor parte de la población urbana de Tuxpan puede entender la importancia que representa la realización de dragados en este Rio, ya que constituye una forma de reducir riesgos y pérdidas económicas**.
Medida de control	2	Media. El impacto se puede reducirse mediante prácticas de succión cuidadosas y programadas así como con un excelente manejo de residuos y permitiendo el reasentamiento de sustancias tóxica

V.6.1.2 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DURANTE EL VERTIMIENTO DEL MATERIAL PRODUCTO DE DRAGADO

Durante las maniobras de vertimiento del material producto de dragado, los sedimentos serán liberados en los sitios de tiro autorizados, donde se espera que se dispersen en forma de **montículos o bancos sedimentarios**. Al momento del vertido, los **materiales más densos y gruesos** se depositarán rápidamente en el fondo marino por efecto gravitacional, mientras que una fracción menor, compuesta por **partículas finas y ligeras**, permanecerá en suspensión generando **una pluma de turbidez temporal**. Esta pluma tenderá a **flocular progresivamente**, favoreciendo la decantación y la clarificación del agua en un periodo corto posterior al vertido.

Diversos estudios sobre la disposición marina de materiales de dragado (referencias de campo y literatura técnica) han demostrado que **aproximadamente el 99 % del material vertido** se acumula en el fondo como **lodo fluido o consolidado** en torno al

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

sitio de tiro, mientras que **solo el 1 %** permanece temporalmente suspendido en la columna de agua.

Conforme los sólidos suspendidos se aglomeran y descienden, la turbidez disminuye gradualmente, hasta restablecerse la **calidad del agua a condiciones de referencia**. Los montículos formados se nivelan con el tiempo por acción de las corrientes marinas, extendiéndose hasta **13 veces el área original de depósito**, con incrementos promedio de **30 cm en la pendiente del fondo** y disposición asimétrica. La **magnitud de la dispersión y estabilización** depende directamente de la **intensidad y dirección de las corrientes locales**.

De acuerdo con los **modelos hidrodinámicos y de dispersión de partículas** elaborados para el presente estudio (Anexos del Capítulo VIII), se identificó que las **mejores condiciones para realizar los vertimientos** ocurren entre **octubre y diciembre**, cuando las corrientes predominantes son débiles y tienden a mantener los sedimentos confinados en los sitios de tiro.

Durante los meses de enero a junio, las corrientes presentan una dirección dominante hacia el sur, mientras que entre julio y septiembre tienden al norte. En este último periodo podría existir una **dispersión máxima estimada del 1 % del material vertido**, alcanzando distancias de hasta 8 **km**, lo que **podría representar un riesgo bajo para el arrecife coralino de Tuxpan**, si no se controla adecuadamente la época de vertimiento.

Según la **valoración de atributos de impacto (Cuadro V.27)**, la intensidad estimada del impacto es **0.76**, que puede **reducirse a 0.51** mediante la aplicación de medidas de mitigación y monitoreo, clasificándose como un **impacto de baja significancia ambiental**, sin potencial de desequilibrio ecológico sobre los arrecifes del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SAR).

Se recomienda aplicar un **programa de monitoreo de turbidez y sedimentación coralina**, con el fin de asegurar que la **acumulación de sedimentos finos no produzca fenómenos de blanqueamiento coralino** ni reducción de la tasa fotosintética de las especies zooxanteladas.

CUADRO V-27 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA ZONA MARINA

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	2	Baja. Se considera que la cantidad de sedimentos que podría llegar al arrecife Tuxpán será mínima ya que el 99% se espera que se concentre dentro de los sitios de tiro y una mínima parte alcance la zona de los arrecifes
Extensión	2	Local. La dispersión de los sedimentos se concentrará en gran medida en los sitios de tiro y se espera se distribuyan en el fondo acorde a las corrientes formando montículos de formas y superficies variables.
Duración	3	Temporales modificaciones temporales en la turbidez local, l
Sinergia	1	Baja Se considera baja debido las otras fuentes que pueden generar afectaciones en los arrecifes similares a la deposición de sedimentos.
Acumulación	2	Media Se considera que la producción de sedimentos se puede acumular a otros efectos que ocasionan efectos negativos sobre los arrecifes de coral.
Controversia		Baja. Se espera que puede existir controversia local.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Concepto	Valor	Descripción
Medida de control	2	Media. El impacto se puede reducirse realizando el vertimiento en épocas de menor incidencia de las corrientes hacia el norte del SAR y usando técnicas de disposición que aseguren que los sedimentos se concentren en los sitios de tiro.

V.6.1.3 Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial

Otro de los efectos relacionado con las alteraciones de la calidad del agua por el aumento de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y en consecuencia un aumento de turbidez temporal debido a la remoción, succión y re-suspensión de sedimentos del fondo.

Estos procesos pueden reducir la penetración de la luz en la columna de agua, afectando la fotosíntesis del fitoplancton y, en consecuencia, la productividad primaria del ecosistema fluvial, con fluctuaciones del florecimiento de algunas especies zooplancton que pueden tolerar la turbidez. Sin embargo, los efectos son de corta duración y espacialmente limitados a las zonas inmediatas de dragado, dado que las corrientes del río y los procesos de mezcla vertical favorecen la rápida dispersión y decantación de las partículas en suspensión.

Asimismo, la alteración del sustrato puede provocar la remoción parcial de comunidades bentónicas y el desplazamiento temporal de organismos nectónicos, aunque la capacidad de recolonización del sistema es alta una vez restablecidas las condiciones normales de flujo y transparencia del agua.

En el Canal de Tuxpan corresponde a un rio dinámico, y de esta forma se prevé que se estabilizará relativamente rápido, dado que el canal es una zona con alta actividad y se considera que no corresponde a la zona de mayor productividad del rio, de esta forma la turbidez puede afectar a las zonas marginales del Rio Tuxpan aledañas al canal, se prevé que existe cierta adaptación a esos cambios toda vez que en el canal se producen dragados de manera constante, y **se considera que los cambios de productividad tendrán efectos mínimos sobre esa parte ecosistema fluvial, por lo tanto la productividad del sistema tiende a recuperarse en semanas o pocos meses, conforme los organismos fotosintéticos vuelven a estabilizarse y la calidad del agua retorna a sus valores de base.**

Cuadro V-28 Disminución de la Productividad primaria en la zona fluvial

Concepto	Valor	Descripción
Magnitud	1	Mínima. – Se considera que la afectación no será elevada, ya que los dragados son parciales cada año.
Extensión	2	Local. Se considera que las afectaciones pueden producirse sobre el AIP
Duración	2	Los efectos serán temporales pero continuos, pero ya que se están considerando 10 años de dragados. .
Sinergia	0	No se detectan otras fuentes que puedan hacer sinergia sobre a productividad primaria en este proyecto
Acumulación	1	Baja. Se considera que el efecto puede ser acumulativo, pero en baja magnitud.
Controversia	0	No se considera que pueda ocasionar controversia.
Medida de control	1	Se podrán aplicar medidas como mejorar las técnicas de dragado que puede reducir en gran medida la disminución de la

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
		productividad como es el uso de tuberías que aseguren que los sedimentos puedan quedar acumulados en los fondos de los sitios de tiro.

V.6.1.4 DIMINUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN LA ZONA MARINA

Durante el vertimiento del material producto de dragado en los sitios de tiro, se prevé que la mayor parte de los sedimentos —por su peso y granulometría— se concentre en el fondo marino, formando **montículos de acumulación**. No obstante, una fracción más ligera generará una **pluma o nube de sedimentos en suspensión** que permanecerá temporalmente flotando en la columna de agua antes de depositarse gradualmente hacia el fondo, cuya profundidad promedio en la zona alcanza **22 m bajo el nivel medio del mar**.

Las partículas finas permanecerán **floculando por periodos variables**, dependiendo de las corrientes y la densidad del agua, produciendo un **incremento temporal de turbidez** que reduce la penetración lumínica en la zona fótica y, con ello, **disminuye la productividad primaria marina**.

La disminución de luz disponible para la fotosíntesis afecta a los **productores primarios**, cuya actividad fotosintética regula la base trófica del ecosistema.

De esta manera, una **turbidez sostenida o intensa** puede traducirse en una reducción temporal de la biomasa planctónica, afectando de forma indirecta a **organismos filtradores y especies superiores** que dependen de esta productividad.

Estudios previos (Morton, 1977; OCIM, 2005) han reportado que las plumas de sedimentos generadas por vertimientos pueden extenderse hasta **5 km²**, reduciendo la transparencia del agua y modificando las condiciones térmicas y ópticas de la capa superficial. La magnitud del impacto dependerá de factores como:

1. Volumen vertido y velocidad de descarga,
2. Granulometría y densidad de los sedimentos,
3. Intensidad de las corrientes y estratificación de densidad (salinidad/temperatura), y
4. Época del año en que se realicen las operaciones.

Con base en la modelación de dispersión de partículas, se estima que el material fino podría **mantenerse en suspensión hasta 30 días** después del vertido, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas.
Los factores críticos son la **velocidad de descarga**, **densidad del sedimento**, **gradientes de salinidad y temperatura**, y la t**écnica de disposición utilizada**.
La aplicación de procedimientos controlados de vertimiento permite que la **pluma de sedimentos se concentre en torno al sitio de tiro**, reduciendo significativamente efectos sobre otras áreas como puede ser el **Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT)**,localizado aproximadamente a 8 Km de los sitios de tiro.

El impacto puede alcanzar un valor de intensidad alto en períodos cortos y se puede disminuir a moderado con medidas de mitigación.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-29 DISMINUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN LA ZONA MARINA

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	3	Alta. – Se considera que las corrientes marinas pueden aumentar la dispersión horizontal y vertical, durante vertimiento de los sedimentos, de manera importante durante el tiempo en que tengan lugar los vertidos, y aumentar el área de afectación para la disminución de la productividad primaria
Extensión	2	Local. Se considera que las afectaciones de disminución de productividad primaria serán dentro del área de influencia y por supuesto dada las plumas se puede llegar a extender varios kilómetros, pero no se esperan afectaciones sobre las comunidades del coral, ya que estas plumas serán cada vez más dispersas.
Duración	2	Los efectos serán temporales pero continuos, pero ya que se están considerando 10 años de dragados. .
Sinergia	0	No se detectan otras fuentes que puedan hacer sinergia sobre a productividad primaria en este proyecto
Acumulación	1	Baja. Se considera que el efecto puede ser acumulativo, pero en baja magnitud.
Controversia	0	No se considera que pueda ocasionar controversia.
Medida de control	1	Se podrán aplicar medidas como mejorar las técnicas de dragado que puede reducir en gran medida la disminución de la productividad en los tiros.

V.6.2 IMPACTOS SOBRE FACTOR ATMOSFÉRICO

V.6.2.1 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIONES DE PM 2-5 Y GEIYC A LA ATMOSFERA.

La calidad del aire del SAR se reporta como moderada en el Weather Chanel[1] señala que la calidad del aire es aceptable, aunque puede existir un riesgo de salud moderado con algunos contaminantes para una cantidad muy reducida de personas inusualmente sensibles a la contaminación del aire y Acutweather[2] señala que la calidad del aire es generalmente aceptable para la mayoría de personas. Sin embargo, los grupos sensibles pueden experimentar síntomas de menores a moderados por la exposición a largo plazo a partículas PM.2.5. En el municipio existe una estación meteorológica que da cuenta de la calidad de la SENASICA sin embargo en el portal señala que no existe suficiente información.

Es importante mencionar que en el SAR se detectan fuentes de emisiones fijas como son las relacionadas con la generación de energía y fijas como vehículos y por la operación de las embarcaciones que navegan la zonas fluvial y marina del SAR. Los gases no se concentran en la zona urbana debido a las corrientes de viento y masas de aire que se producen en la región; sin embargo, estas emisiones se suman a las emisiones globales produciendo efectos sobre el cambio climático.

Para el desarrollo del proyecto se requerirá una draga diaria con una capacidad de almacenamiento de material de dragado de aproximadamente 4200 m^3, aunque la ASIPONA podrá utilizar otras dragas con dimensiones menores de acuerdo a las necesidades de dragado. Cada barco draga quema cantidades importantes de

[1] *https://weather.com/es-US/forecast/air-quality/l/9be83438c228ea762a98d5804f6d77b1f2f3fee326386d2bbf5bdeb396ddad72#*
[2] *https://www.accuweather.com/es/mx/tuxpan/3559032/air-quality-index/3559032*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

combustible para la propulsión, la producción de energía y para otros procesos a bordo, aunque las dragas cuentan con sistemas electrónicos de monitorización del combustible para una gestión ambientalmente racional. El tipo de combustible que requieren es Diesel Oil Marino (MDO) según: ISO 8217: 2005(E)con designación ISO-F-DMB o norma equivalente.

Las emisiones de gases por la combustión de diésel serán de NOx, SOX, CO2, CO, PM2.5, las mismas están normadas en México y por ende deberán cumplir con la normatividad para fuentes móviles establecidas en la NORMA Oficial Mexicana ORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Las medidas que pueden servir para minimizar las emisiones es el mantenimiento, serán someter a verificaciones a los motores de los barcos draga o inspecciones semestrales para garantizar el buen funcionamiento de los equipos, que permitirán disminuir el efecto negativo de las emisiones de carbono y de otros GyCEI.

Se pueden sumar a las emisiones de GyCEI las emisiones de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP´s) -n sustancias químicas que se forman durante la incineración incompleta del carbón, el petróleo, el gas, y otras sustancias orgánicas. Los HAPs pirogénicos son producto de la combustión incompleta de todo material orgánico, incluyendo: hidrocarburos y carbón mineral. Considerando lo anterior, se espera que parte del combustible en los barcos draga que se utilicen produzcan algunas cantidades de HAPs, con características negativos sobre la calidad del aire y agua.

Por los valores asignados (Cuadro V-30) se estimó un impacto de **intensidad 0.73** y con las medidas de mitigación el valor puede disminuir y el **significado** del impacto será de **0.24.**

CUADRO V-30 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Baja. - Considerando el volumen bajo de dragas y las cortas temporadas a lo largo del año.
Extensión	3	Regional La emisión de partículas por las dragas se distribuirá en SAR, evidentemente las zonas con mayor afectación serán las áreas de influencia de las zonas de dragado, las de desplazamiento de las dragas barco y los sitios de vertimiento de dragados.
Duración	2	Medias. Las emisiones serán temporales, a lo largo de 10 años.
Sinergia	1	Baja Se considera baja debido a no se detectan fuentes diferentes de contaminación que puedan tener efectos que multipliquen el impacto
Acumulación	1	Baja. Se considera de acumulación baja debido al tipo de actividades que se realizan en la zona portuaria.
Controversia	0	Baja. Existen normas que regulan la calidad atmosférica como es la NOM-045-SEMARNAT-2017, que puede ser un referente para mantener la actividad dentro de parámetros admisibles.
Medida de control	2	Media. El impacto se puede reducirse con el mantenimiento de vehículos y las verificaciones o inspecciones y programas de uso adecuado, que impedirá que los motores queden encendidos en tiempos que no se utilicen los mismos, con lo que se espera minimizar el impacto a la atmosfera y además responder a las metas del acuerdo de Paris.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.6.3 IMPACTOS SOBRE EL FACTOR ECOSISTÉMICO

V.6.3.1 AFECTACIÓN DE LA CAPACIDAD DE HÁBITAT FLUVIAL

Las actividades de dragado en el canal y zonas adyacentes generarán efectos negativos directos sobre las comunidades bentónicas presentes en los sitios de intervención. Estos efectos se consideran definitivos en las áreas de dragado activo, debido a la remoción total del sustrato superficial que constituye el hábitat inmediato de los organismos bentónicos.

No obstante, tomando en cuenta las condiciones actuales de perturbación del fondo del canal de navegación del Puerto de Tuxpan, donde los dragados de mantenimiento son recurrentes y las actividades portuarias mantienen un alto nivel de alteración física, se reconoce que la vida bentónica actual es escasa y poco diversa.

La composición faunística predominante corresponde a invertebrados oportunistas y sésiles (anélidos, pequeños moluscos y crustáceos), adaptados a condiciones de inestabilidad del sustrato y baja colonización biológica. Por ello, la pérdida de hábitat por dragado representa una alteración adicional mínima sobre un sistema ya antropizado.
El impacto directo sobre la capacidad de hábitat fluvial se estima con una intensidad alta (0.63) antes de aplicar medidas de mitigación.

Sin embargo, con la implementación de acciones correctivas y preventivas —como exploraciones biológicas previas, rescate y reubicación de organismos bentónicos en zonas adyacentes con condiciones más estables—, la magnitud puede reducirse a 0.21, considerándose un impacto moderado y controlable (Cuadro IV-31).

El sistema fluvial del río Tuxpan presenta una alta capacidad de recuperación morfológica y biológica gracias a su renovación hidráulica continua y a la recarga natural de sedimentos, lo que favorece la recolonización gradual de los bentos una vez que las actividades de dragado concluyen.

Las medidas más efectivas se detallan en el Capítulo VI, orientadas a la protección de organismos bentónicos de valor ecológico o de importancia local, así como al seguimiento post-dragado de las condiciones del sustrato y su recolonización natural.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO V-31 AFECTACIÓN DE LA CAPACIDAD DE HÁBITAT FLUVIAL

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Mínima. – Los sitios de vertimiento seleccionados presentan ya perturbación significativa y baja diversidad bentónica, conforme a los resultados de los estudios de línea base
Extensión	2	Local. Se considera que las afectaciones pueden producirse sobre le AIP
Duración	2	Temporal. Tomando en cuenta que los dragados se realizarán en períodos entre 25 a 75 días cada año
Sinergia	0	Nula. En los sitios de tiro no se detectan otras forman que puedan aumentar la sinergia del impacto.
Acumulación	1	Baja. Las condiciones de alta perturbación e hidrodinámica activa impiden la acumulación prolongada de impactos sobre la biota bentónica
Controversia	0	Nula. No se prevé controversia pública o técnica, al tratarse de zonas no protegidas ni de valor ecológico relevante,
Medida de control	2	Media. Se aplicarán medidas de rescate y traslocación de organismos bentónicos de importancia ecológica, mitigando el efecto de manera eficiente

V.6.3.2 AFECTACIÓN DE LA CAPACIDAD DE HÁBITAT DE LA ZONA MARINA

El efecto esperado sobre el hábitat marino, particularmente en relación con el desarrollo de las comunidades bentónicas dentro de los sitios de tiro del material producto de dragado, será limitado y de baja magnitud, dado que dichas zonas presentan condiciones previas de perturbación significativa derivadas de las actividades de navegación, sedimentación recurrente y dinámica portuaria.

Los resultados de los estudios de línea base bentónica realizados en ambos sitios de disposición confirman un alto grado de alteración ecológica: el material colectado mostró un predominio de restos fragmentados de organismos y baja diversidad específica, lo cual evidencia un ecosistema degradado, con escasa capacidad de recolonización y sin presencia de comunidades bentónicas estructuradas.

En consecuencia, la deposición del material dragado en estos sitios no representa un impacto nuevo sobre hábitats prístinos, sino una reconfiguración morfológica adicional dentro de un ambiente ya antropizado y con baja funcionalidad ecológica.
No obstante, el vertimiento de sedimentos puede acentuar la pérdida local de microhábitats bentónicos y contribuir al sepultamiento de organismos sésiles o infaunales presentes en el fondo marino, limitando temporalmente los procesos de recolonización natural del bento.

Otra de las áreas que podría verse afectada indirectamente en su capacidad de hábitat por la dispersión de sedimentos durante el vertimiento es el Arrecife Tuxpan, componente del Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpan (SALT), el cual forma parte del SAR.
Diversos estudios (EPA, *The Atlantic Oceanographic & Meteorologic Laboratory*, Romero-Hernández, 2010, entre otros) han documentado que la acumulación excesiva de sedimentos finos puede rebasar la capacidad de autodepuración de los organismos coralinos, generando efectos negativos directos e indirectos, tales como:

- Asfixia directa de los tejidos coralinos por sedimentación prolongada.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- Reducción de la fotosíntesis de las zooxantelas, afectando el crecimiento y metabolismo del coral.
- Obstrucción de los pólipos coralinos, que impide los procesos de alimentación y limpieza natural.
- Dificultades en la reproducción sexual, ya que los sólidos suspendidos interfieren con la unión de gametos en la columna de agua.

Los sitios de tiro se localizan a más de 11 kilómetros de distancia del Arrecife Tuxpan, y los modelos de dispersión indican que aproximadamente el 99 % del material vertido se concentrará dentro de un radio de 2 km alrededor de los sitios de disposición.

Solo una fracción mínima, del orden del 1 %, podría alcanzar distancias entre 8 y 19 km, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas y estacionales.

De acuerdo con los modelos de dispersión de partículas presentados en el Capítulo IV, las corrientes dominantes del SAR tienden a desplazarse hacia el sur durante la mayor parte del año, lo que reduce la probabilidad de que los sedimentos alcancen los arrecifes.

Sin embargo, entre los meses de julio y septiembre, las corrientes reversas con dirección norte pueden incrementar ligeramente el riesgo de transporte de partículas hacia el Arrecife Tuxpan.

Por lo anterior, será necesario evitar los vertimientos durante dicho periodo y fortalecer el monitoreo coralino en los meses de mayor dispersión potencial.

La magnitud del impacto dependerá principalmente de la densidad de descarga, el tipo de sedimento vertido y la intensidad de las corrientes marinas, factores que determinan la dispersión y extensión de la zona de influencia, y considerando el caso de los corales, el grado de afectación está condicionado por la época de vertimiento y la persistencia de las plumas de sedimentos en la columna de agua.

De acuerdo con la valoración de los atributos de impacto (Cuadro V.32), la intensidad inicial estimada es alta (0.697), mientras que la aplicación de medidas de manejo —tales como la selección adecuada de la época de vertimiento, el control del flujo de descarga y el monitoreo oceanográfico continuo— permitiría reducir la intensidad a 0.465, clasificando el impacto como moderado y controlable.

Las medidas más efectivas se detallan en el Capítulo VI, e incluyen la programación de vertimientos en periodos de mínima dispersión (octubre–diciembre), el uso de boquillas dirigidas para limitar la expansión lateral del material, y la verificación batimétrica post-vertido para confirmar que los montículos de sedimento permanecen dentro del polígono autorizado.

V.6.3.3 CUADRO V-32 VALORACIÓN AFECTACIÓN DE LA CAPACIDAD DE HÁBITAT DE LA ZONA MARINA

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Mínima. – Se considera mínima tomando en cuenta que los sitios seleccionados para el vertimiento de dragados presentan condiciones de perturbación del fondo marino y que la riqueza y abundancia de la vida bentónica fue muy reducida en los estudios de bentos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Concepto	Valor	Descripción
Extensión	2	Local. Se considera que las afectaciones pueden producirse sobre le AIP
Duración	3	Permanente. Tomando en cuenta que los dragados se realizarán sobre los sitios de tiro y que se generarán montículos que quedarán dispersados de manera permanente sobre el AIP.
Sinergia	0	Nula. En los sitios de tiro no se detectan otras forman que puedan aumentar la sinergia del impacto.
Acumulación	1	Baja. Se considera que el efecto de acumulación de sedimentos será específicamente en los sitios de tiro.
Controversia	0	Se considera que no existirá controversia por las condiciones actuales de los sitios de tiro.
Medida de control	2	Se podrán aplicar medidas muy estrictas que impidan que los sedimentos se distribuyan en zonas frágiles o vulnerables.

V.6.4 Impactos sobre la Fauna de Importancia Ecológica

El cocodrilo de río (Crocodylus moreletii) se encuentra enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Sujeta a protección especial (Pr)", se registró en la cuenca baja y margen del río Tuxpan, en las áreas de baja corriente y orillas con vegetación emergente como son las áreas aledañas al Ramsar- donde se confirmó su presencia-.

Se espera que los **trabajos de dragado** se desarrollen **fuera de los principales hábitats de refugio y anidación**, por lo que **no se anticipan afectaciones directas sobre ejemplares**. No obstante, pueden presentarse **efectos indirectos o temporales**, entre los que destacan:

Por otra parte, y considerando que en el entorno marino del SAR sobre todo cerca dek Sistema Arrecifal Lobos–Tuxpan (SALT) se han reportado especies marinas de relevancia ecológica y sujeta a protección, entre las cuales destacan:

- Tortuga lora (Lepidochelys kempii)
- Delfín nariz de botella (Tursiops truncatus)

Ambas se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en los listados internacionales de protección CITES y UICN.

Estas especies utilizan las aguas costeras frente al puerto de Tuxpan principalmente como zonas de alimentación, descanso o tránsito migratorio, sin evidencia de anidación o crianza dentro del área directa de influencia del proyecto.

Durante las actividades de dragado y vertimiento, las posibles fuentes de perturbación para estas especies incluyen:

- Aumento temporal del ruido subacuático, producto del funcionamiento de motores y bombas de succión, que puede provocar cambios de comportamiento o evitación de áreas.
- Incremento local de turbidez y reducción de visibilidad, lo que puede interferir con la detección de presas por parte de tortugas forrajeras o delfines cazadores.
- Riesgo de colisión accidental con embarcaciones de dragado o de apoyo logístico.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- Modificación temporal del hábitat trófico, asociada a una reducción temporal de la productividad primaria o a la alteración del bento en los sitios de vertimiento.

Dichos efectos se consideran de baja probabilidad y corta duración, dado que las tortugas y delfines son especies altamente móviles que tienden a evitar áreas con actividad portuaria o industrial intensa. Además, las zonas de dragado y disposición no coinciden con corredores críticos de migración ni con áreas de reproducción o crianza.

Por lo antes expuesto, el impacto hacia las especies de fauna de importancia ecológica potenciales en el SAR, se espera que la intensidad sea moderada en 044 y el impacto se puede anular, los valores asignados se indican en el Cuadro V-33.

CUADRO V-33 AFECTACIONES A LAS ESPECIES DE FAUNA DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Mínima. – Se considera mínima tomando en cuenta los hábitos y la capacidad de desplazamiento de las especies de fauna, que pueden eludir el contacto con los barcos draga,
Extensión	2	Media. Dadas las rutas migratorias de las tortugas y delfines y la cercanía de la zona donde habita el cocodrilo dentro del AIP del proyecto.
Duración	2	Temporal. Tomando en cuenta que los dragados se realizarán en lapsos de 25 a días cada año en un plazo de 10 años.
Sinergia	1	Baja. Las actividades no interferirían directamente con la fauna
Acumulación	0	Baja. Se considera que el efecto de acumulación de sedimentos será específicamente en los sitios de tiro.
Controversia	0	Se considera que no existirá controversia ya que existe gran interés de la población de resolver problemas de riesgo de inundaciones en Tuxpan
Medida de control	0	Se podrán aplicar medidas muy estrictas que impidan la afección de especies de fauna

V.6.5 IMPACTOS SOBRE PAISAJE (AGUA Y SUELO)

Las actividades que pueden tener efectos sobre el medio acuático y suelo se relacionan con la generación de residuos sólidos incluso los de tipo peligroso o tóxicos, la producción de aguas residuales, y posibles derrames de sustancias como aceites y combustibles, enseguida se describen los impactos relacionados con los factores agua y suelo en general.

- Posible contaminación del medio por la generación de materiales impregnados con sustancias gastadas (aceites, grasas y por piezas gastadas
- Afectación del medio por la producción de HAP por combustión de gasolina y/o diésel durante la operación y desplazamiento de los barcos draga
- Afectación del medio por producción de residuos sólidos por la operación de barcos draga
- Afectación al medio por posible liberación o fugas de aguas residuales por la operación de barcos draga.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.6.5.1 DISMINUCIÓN DE CALIDAD DE PAISAJE POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La **generación de residuos sólidos** puede ocasionar diversos efectos sobre el medio ambiente, que van desde la **disminución estética del paisaje** hasta **afectaciones en la calidad del suelo, del agua y del aire**, dependiendo de su naturaleza, volumen y manejo.

La generación de residuos es una consecuencia inherente a las actividades humanas, y este proyecto no constituye la excepción. Durante su ejecución, los residuos se generarán principalmente en **dos frentes operativas**:

1. A bordo de las **embarcaciones de dragado**, durante los periodos anuales de operación (25 a 75 días).
2. En las **actividades de construcción del Muelle Tres**, durante un lapso estimado de hasta 12 meses. En los barcos draga, los residuos sólidos provendrán principalmente de las **actividades domésticas de la tripulación**, tales como restos de alimentos, envases, materiales de empaque y residuos sanitarios.

Estos residuos se **almacenan temporalmente a bordo**, conforme a los protocolos internacionales establecidos en el **Convenio MARPOL (Anexo V)** y a las **disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)**. Posteriormente, son **entregados en puerto a empresas autorizadas** para su recolección, transporte y disposición final, bajo control ambiental y trazabilidad documentada.

Por tanto, no se espera una **descarga o disposición inadecuada al mar**, dado que la operación de dragas en México se encuentra regulada por las **autoridades marítimas y ambientales**, y su cumplimiento es verificable mediante los **libros de registro de residuos (Oil Record Book / Garbage Record Book)**.

Durante la etapa de construcción del **Muelle Tres**, se prevé la generación de distintos tipos de residuos en función de las fases de obra y el tipo de materiales empleados:

- **Residuos urbanos:** producto de la limpieza y desmonte previo al inicio de los trabajos.
- **Residuos domésticos:** generados por el personal operativo y administrativo en el área de obra.
- **Residuos de manejo especial:** provenientes de los **sobrantes de materiales de construcción** (madera, concreto, acero, plásticos y empaques industriales).
- **Residuos peligrosos:** correspondientes a **materiales impregnados con aceites, grasas, disolventes y pinturas**, derivados del mantenimiento de maquinaria y del manejo de combustibles y lubricantes.

En todos los casos, los residuos serán **temporalmente almacenados en contenedores identificados**, con separación por tipo y grado de peligrosidad, para su **entrega a prestadores de servicio autorizados por SEMARNAT**.

Las cantidades generadas se estiman **bajas y temporales**, por lo que **no se prevé afectación significativa** sobre la calidad ambiental ni sobre el paisaje, siempre que se

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

cumpla el plan de manejo correspondiente. El valor del impacto puede ser moderado y anularse con las medidas de control antes dichas.

CUADRO V-34 VALORACIÓN DE DISMINUCIÓN DE CALIDAD DE PAISAJE POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Mínima. –La generación de residuos será temporal, con control técnico de manejo y disposición.
Extensión	2	*Local.* Los efectos se limitan a las zonas de obra y operación portuaria.
Duración	1	Durante los periodos de dragado (25–75 días) y construcción del muelle (hasta 12 meses).
Sinergia	0	Nula *Baja.* No se esperan efectos acumulativos con otras fuentes de residuos en la zona portuaria
Acumulación	1	*Baja.* No se esperan efectos acumulativos con otras fuentes de residuos en la zona portuaria
Controversia	0	*Nula.* No se prevé oposición social, al tratarse de actividades reguladas y de bajo riesgo
Medida de control	3	*Alta.* La implementación de planes de manejo y recolección controlada minimiza completamente el riesgo

V.6.5.2 POSIBLE CONTAMINACIÓN DEL PAISAJE - MEDIO POR LA GENERACIÓN DE MATERIALES IMPREGNADOS CON SUSTANCIAS GASTADAS (ACEITES, GRASAS Y POR PIEZAS GASTADAS, ASÍ COMO DE POSIBLES FUGAS Y DERRAMES DE HIDROCARBUROS Y DE ACEITES.

El uso de aceites, grasas y solventes en las embarcaciones de dragado es indispensable para la lubricación de equipos mecánicos como bombas, engranajes, pistones, compresores y motores auxiliares, garantizando su funcionamiento seguro y eficiente.
Estos insumos, al agotarse o mezclarse con contaminantes, generan materiales impregnados con sustancias gastadas que deben manejarse conforme a la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos (LGEEPA, LGPGIR y su reglamento).

Las embarcaciones tipo draga cuentan con áreas especializadas para el mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo limpieza, lubricación, sustitución de piezas y acopio temporal de residuos aceitosos.

Dado que la mayoría de las dragas empleadas en el país son naves arrendadas de origen extranjero, las reparaciones mayores se realizan fuera del territorio nacional; sin embargo, los mantenimientos rutinarios pueden llevarse a cabo dentro de la zona portuaria de Tuxpan, generando pequeños volúmenes de trapos, filtros, empaques, solventes y aceites gastados.

Estos materiales serán entregados a empresas autorizadas por SEMARNAT para su manejo, transporte y disposición final conforme al Código MARPOL (Anexo I) y la legislación nacional vigente.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Entre los riesgos ambientales potenciales se identifican:

- **Fugas o derrames eventuales de aceites o hidrocarburos** provenientes de bombas o líneas de conducción, que podrían provocar contaminación puntual del agua o del suelo si no se controlan adecuadamente.

- **Manejo inadecuado de materiales impregnados con sustancias peligrosas** durante la limpieza de maquinaria o sustitución de piezas.

- **Descargas accidentales de aguas sentinas** con contenido oleoso por fallas de mantenimiento o exceso de presión en los sistemas.

No obstante, las dragas están equipadas con sistemas de separación y control que minimizan estos riesgos.

El sistema separador de agua y aceite (Oil Water Separator, OWS) tiene capacidad nominal de 1 m^3/hora, permitiendo que el agua limpia (<15 ppm de hidrocarburo) se descargue sobre la borda conforme a MARPOL, mientras que los aceites recuperados se almacenan en tanques de aceite sucio para su disposición controlada en puerto.

Estas prácticas, junto con la vigilancia técnica portuaria, permiten mantener una trazabilidad ambiental completa desde la generación hasta la disposición final de los residuos.

CUADRO V-35 POSIBLE CONTAMINACIÓN DEL MEDIO POR LA GENERACIÓN DE MATERIALES IMPREGNADOS CON SUSTANCIAS GASTADAS

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Baja. Las embarcaciones cuentan con mantenimiento preventivo adecuado y sistemas de contención y almacenamiento de aceites gastados, lo que reduce significativamente el riesgo
Extensión	2	Local. Las fugas en caso de ocurrir serían puntuales si bien en caso de ocurrir las mismas se dispersarán sobre el medio, es factible realizar
Duración	2	Temporal. Se considera de largo plazo debido a que la solicitud de dragados será por 10 años.
Sinergia	1	Baja Se considera baja debido las otras fuentes que pueden generar afectaciones en los arrecifes similares a la deposición de sedimentos.
Acumulación	2	Media Se considera que la producción de sedimentos se puede acumular a otros efectos que ocasionan efectos negativos sobre los arrecifes de coral.
Controversia	0	Baja. Se espera que puede existir controversia local.
Medida de control	2	Media. El impacto se puede reducirse realizando el vertimiento en épocas de menor incidencia de las corrientes hacia el norte del SAR y usando técnicas de disposición que aseguren que los sedimentos se concentren en los sitios de tiro.

V.6.6 IMPACTOS SOCIALES

V.6.6.1 EFECTOS AL CONFORT SONORO HUMANO

Durante la etapa de construcción del Muelle Tres, el uso de maquinaria pesada, equipo de hincado, mezcladoras, grúas y vehículos de transporte de materiales generará

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

niveles sonoros variables, asociados principalmente al funcionamiento de motores de combustión interna y a las actividades de maniobra y carga.

Estos niveles de ruido pueden ocasionar molestias temporales para la población que habite en la cercanía inmediata de la zona de obra; sin embargo, debido a que el proyecto contempla una duración máxima de 12 meses, y el número de equipos operando simultáneamente será limitado, los impactos acústicos se consideran de baja importancia ambiental e inmediatamente reversibles una vez concluidas las obras.

De acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de fuentes fijas, se espera que los niveles sonoros generados no excedan los 68 dB(A) durante el día y 65 dB(A) por la noche en la zona más próxima a las viviendas, siempre que se apliquen medidas básicas de control y mantenimiento del equipo.

Las características urbanas del entorno portuario —donde el ruido por tráfico vehicular, maniobras marítimas y operación industrial es constante— contribuyen además a que el incremento sonoro temporal por la obra no represente una fuente de impacto significativa sobre el bienestar social ni sobre la fauna local.

CUADRO V-36 POSIBLE CONTAMINACIÓN DEL MEDIO POR LA GENERACIÓN DE MATERIALES IMPREGNADOS CON SUSTANCIAS GASTADAS

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Baja. *Por el número limitado de maquinaria y equipo que se utilizará*
Extensión	1	Puntual Se generará en el área de influencia de la construcción del muelle
Duración	1	Corto. La generación de ruido será esporádica en el lapso de un año en que se espera la construcción de la obra
Sinergia	0	Nula, en la zona se producen ruidos acordes a las actividades humanas que allí se realizan.
Acumulación	2	Baja. El nivel de ruido y plazo se acumularán al que se produce en la zona de influencia
Controversia	0	Nula No se prevé controversia local.
Medida de control	1	Baja. Se establecerá un reglamento para asegurar que se cumpla con los establecido en la normatividad local vigente.

V.7 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS

V.7.1 SOCIAL Y SOCIOECONÓMICOS

V.7.1.1 DISMINUCIÓN DE RIESGOS PARA LA POBLACIÓN CIVIL

Uno de los impactos positivos que se espera con el desarrollo del dragado del Canal de Navegación es la disminución de los riesgos contantes de inundación que se producen en las zonas urbanas ubicada al margen del Rio Tuxpan durante las temporadas de lluvias y nortes, situación que es recurrente en ese municipio y que da lugar a pérdidas económicas, interrupción de la movilidad y riesgos sanitarios.

Los volúmenes de materiales que alcanzan más de 900,000 m3 promedio al año, aunado a la acreción del mar suelen producir estos efectos y aunque el dragado no sea la

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

panacea, estas actividades van a seguir siendo necesarias en este Puerto. El impacto positivo es del proyecto es moderado

CUADRO V-37 VALORACIÓN DEL IMPACTO DISMINUCIÓN DE RIESGOS PARA LA POBLACIÓN CIVIL

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	2	Media. *Por los volúmenes que se extraen anualmente el impacto es de magnitud media*
Extensión	2	Local, se benefician las zonas más afectadas con el azolve anual
Duración	1	Temporal, dado que el azolve en constante y anual
Sinergia	0	Nula, no existen otras acciones que puedan sumar a la solución de esta problemática.
Acumulación	0	Nula, no existen otras acciones que puedan sumar a la solución de esta problemática
Controversia	0	Nula No se prevé controversia local.
Medida de control	0	No se requiere.

V.7.2 IMPACTOS POSITIVOS SOBRE EL FACTOR SOCIOECONÓMICOS

V.7.2.1 MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA PORTUARIA

El mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura del Puerto de Tuxpan como es el caso de lo dragados y el establecimiento del Muelle Tres, aseguran la operación de las actividades de comercio exterior e interior, permite que se generen cadenas de valor, empleos, Mayor volumen comercial y, por tanto, más impuestos y tasas que benefician a los gobiernos, en el caso del dragado la disminución DE VARADURAS O ENCALLAMIENTOS, ASÍ COMO DE DAÑOS A EMBARCACIONES Y EN EL CASO DEL MUELLE EL INCREMENTO DE la eficiencia logística y reduce tiempos de espera y operación de las naves, con mayor atracción de inversión nacional e internacional en este país. El impacto positivo es del proyecto es muy alto

CUADRO V-38 VALORACIÓN DEL IMPACTO DISMINUCIÓN DE RIESGOS PARA LA POBLACIÓN CIVIL

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	2	Media. *Por qué el dragado resuelve una necesidad que requiere ser atendida constantemente*
Extensión	2	Local, se benefician las zonas más afectadas con el azolve anual
Duración	3	Se considera permanente en el caso de que se obtenga la autorización por los 10 años
Sinergia	1	Hará sinergia con otras obras que se promuevan para aumentar la capacidad de infraestructura del puerto.
Acumulación	1	Se acumulará a otras actividades que se promuevan para aumentar la capacidad instalada del puerto.
Controversia	0	Nula No se prevé controversia local.
Medida de control	0	No se requiere.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

V.7.2.2 AUMENTO DE INGRESOS ECONÓMICOS

El desarrollo del dragado y de la construcción del muelle Tres genera cadenas de valor al producirse fuentes de empleo e ingresos económicos para la población del municipio de Tuxpan, por los servicios de apoyo requeridos para las embarcaciones draga y los empleos directos para la construcción y operación del muelle de tipo local.

V.7.2.3 FUENTES DE TRABAJO

CONCEPTO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Magnitud	1	Baja La generación de empleo se concentra en servicios de apoyo
Extensión	2	Local. Principalmente beneficia a la población cercana al puerto y a sus alrededores.
Duración	2	Temporal. Los empleos pueden mantenerse durante la operación y mantenimiento del puerto, aunque dependen de la continuidad del proyecto.
Sinergia	0	No existe sinergia.
Acumulación	1	Se acumulan a otras fuentes de empleo e ingreso.
Controversia	0	Nula. La generación de empleos formales impacta positivamente a la población, no es controversial.
Medida de control	0	No aplica. Impacto positivo que no requiere medidas de control.

V.7.3 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Acorde a la técnica de valoración de impactos los impactos con efectos acumulativos se indican en el Cuadro V-39.

CUADRO V-39 IMPACTOS ACUMULATIVOS

N°	Impacto Efectos derivados del proyecto	Factor afectado	*Iij (intensidad)*	*Gij (significancia)*	Descripción del efecto acumulativo
1	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial	Agua	**0.59**	**0.4**	Los vertimientos de sedimentos pueden incrementar temporalmente la turbidez en la zona fótica, reduciendo la penetración de luz y la fotosíntesis del fitoplancton. El efecto se considera acumulativo de baja magnitud, ya que se suma a la resuspensión natural de sedimentos y al aporte continental, sin representar riesgo significativo para las comunidades coralinas del SAR.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

N°	Impacto Efectos derivados del proyecto	Factor afectado	I*ij* *(intens-idad)*	G*ij* *(signifi-cancia)*	Descripción del efecto acumulativo
2	Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina	Agua	0.94	0.31	Los dragados pueden provocar la generación de turbidez en la columna de igual, lo que se traduce en una reducción del ingreso de la luz, que se puede elevar en esta zona donde los resultados de turbidez del estudio de calidad de agua mostro una alta concentración de SST. Este efecto puede atenuarse con el tiempo, pero es probable que sea uno de los efectos que puede permanecer por un largo plazo en las zonas de tiro.
3	Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR	Agua	0.76	0.25	Los dragados pueden provocar incrementos temporales de sólidos suspendidos y materia orgánica, acumulándose con las descargas domésticas y agrícolas existentes. Sin embargo, el efecto será de corta duración y recuperable, sin cambios permanentes en la calidad del agua
4	Reducción de la calidad de agua zona marina	Agua	0.85	0.28	Se considera un **efecto acumulativo moderado**, debido a que los vertimientos sucesivos pueden aumentar la concentración local de partículas finas, pero la dinámica marina (corrientes y dispersión) favorece la recuperación de las condiciones de transparencia y oxigenación
5	Reducción de la Calidad del Aire	Atmósfera	0.73	0.24	La **emisión de gases de combustión** de dragas y maquinaria genera un aporte acumulativo menor de CO_2, NOx y PM_{10}, integrándose al tráfico portuario. El impacto es de baja significancia y controlable mediante mantenimiento preventivo y combustibles de bajo azufre
6	Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Ecosistémico	0.63	0.21	La remoción del fondo altera hábitats bentónicos y de peces de manera acumulativa con otras actividades del puerto y la navegación, aunque la movilidad de las especies y la recolonización natural minimizan los efectos a mediano plazo.
7	Afectación de la Capacidad de Hábitat Marino	Ecosistémico	0.91	0.61	El vertimiento de sedimentos sobre áreas ya perturbadas puede profundizar la alteración del hábitat bentónico y limitar temporalmente su recuperación. El efecto es **acumulativo moderado-alto**, aunque controlable con monitoreo de dispersión y selección adecuada de época de vertimiento
10	Efectos al confort sonoro humano	Social	0.38	0.13	El ruido de maquinaria y maniobras portuarias se suma al existente en el entorno urbano-portuario, generando un efecto acumulativo **bajo y transitorio**, sin repercusiones significativas sobre la salud o el bienestar social

V.7.4 IMPACTOS SINÉRGICOS

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Considerando el concepto de impacto sinérgico, como aquel que se produce como resultado, a menudo negativo, cuando dos o más factores se combinan y generan una consecuencia mayor que la suma de sus efectos individuales, es decir, el "todo es más que la suma de sus partes" y considerando el método aplicado de valoración de los impactos, se consideró como sinérgicos los señalados en el Cuadro V-40.

CUADRO V-40 IMPACTOS EFECTOS DERIVADOS DEL PROYECTO

Impacto Efectos derivados del proyecto	Factor afectado	Iij (intensidad)	Gij (significancia)	Descripción del efecto sinérgico
Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina	Agua	0.94	0.31	Existen diversas fuentes de contaminación marina, incluyendo descargas fluviales con materia orgánica, grasas e hidrocarburos, así como resuspensión natural de sedimentos y retornos de lavado de dragas. Estos factores pueden sinergizarse con el incremento temporal de turbidez por los vertimientos, amplificando la reducción de la productividad primaria en el corto plazo.
Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR	Agua	0.76	0.25	En la zona fluvial del SAR confluyen descargas urbanas, agrícolas e industriales, además de aportes naturales de escorrentía. La resuspensión de sedimentos durante los dragados puede interactuar con estos contaminantes, generando efectos sinérgicos que incrementan la carga orgánica y la demanda bioquímica de oxígeno, reduciendo temporalmente la calidad del agua.
Reducción de la calidad de agua zona marina	Agua	0.85	0.28	El impacto del vertimiento de sedimentos puede potenciarse por la actividad portuaria intensa (maniobras de embarcaciones, descargas de lastre, efluentes urbanos costeros). Estos factores combinados pueden aumentar la turbidez y la disponibilidad de nutrientes, modificando los gradientes de luz y oxígeno disuelto de manera sinérgica.
Reducción de la Calidad del Aire	Atmósfera	0.73	0.24	Las emisiones de gases de combustión provenientes de dragas, maquinaria y tráfico

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Impacto Efectos derivados del proyecto	Factor afectado	Iij (intensidad)	Gij (significancia)	Descripción del efecto sinérgico
				portuario pueden combinarse con las emisiones locales de transporte terrestre y fuentes industriales. Esta interacción puede incrementar localmente la concentración de partículas (PM_{10}, NO_x, CO_2), especialmente durante condiciones atmosféricas de baja dispersión.
Afectación de la Capacidad de Hábitat Fluvial	Ecosistémico	0.63	0.21	Las emisiones de gases de combustión provenientes de dragas, maquinaria y tráfico portuario pueden combinarse con las emisiones locales de transporte terrestre y fuentes industriales. Esta interacción puede incrementar localmente la concentración de partículas (PM_{10}, NO_x, CO_2), especialmente durante condiciones atmosféricas de baja dispersión.

V.7.5 IMPACTOS RESIDUALES

El impacto residual se refiere al efecto que permanece en el medio ambiente aun después de aplicar todas las medidas de prevención, mitigación y control previstas en el Programa de Manejo Ambiental del Proyecto.

En el caso del dragado del canal del Puerto de Tuxpan y la construcción del Muelle Tres, los efectos residuales identificados son limitados, localizados y compatibles con el uso portuario, debido a que la mayoría de los impactos son temporales o totalmente mitigables.

Sin embargo, se reconocen algunos efectos permanentes o de larga persistencia, que forman parte inherente de la propia naturaleza del proyecto y que no pueden eliminarse completamente, aunque sí mantenerse dentro de rangos aceptables de control ambiental.

Los impactos residuales permanentes se describen a continuación:

Modificación batimétrica y morfológica del canal del Río Tuxpan. La alteración del relieve del fondo fluvial constituye un cambio físico permanente, derivado del mantenimiento del canal de navegación. Aunque es funcional y planificado, representa una modificación irreversible de la morfología natural.

Alteración estructural del hábitat bentónico en los sitios de tiro marinos. La disposición del material dragado en el fondo marino modifica el sustrato y la microtopografía del

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

hábitat bentónico. Si bien ocurre recolonización natural, la composición original no se restablece totalmente, por lo que se considera un impacto residual ecológico de baja magnitud.

Emisiones atmosféricas de gases de combustión. Las emisiones de CO_2, NO_x y SO_x generadas por las dragas y maquinaria constituyen aportes inevitables al inventario global de gases de efecto invernadero. Aunque su magnitud local es baja, representan un impacto residual permanente en la atmósfera.

Cambios visuales y paisajísticos asociados a la construcción del Muelle Tres. La nueva infraestructura modifica de manera irreversible la fisonomía del entorno fluvial, generando un cambio permanente en el paisaje urbano–portuario. No obstante, este impacto es compatible con el contexto industrial existente, y aumenta la capacidad instalada de infraestructura del Puerto de Tuxpan.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

SECRETARIA DE MARINA

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

P R E S E N T A

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

CAPÍTULO VI

[redacted]

Contenido

VI. Estrategias para la Prevención y Medidas de mitigación de Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional VI-4

VI.1 Descripción de la medida o por componente ambiental VI-6
VI.1.1 Factor afectado: Agua VI-6
VI.1.1.1 Medidas para mitigar los efectos negativos sobre el componente del agua VI-6
VI.1.2 Factor afectado: Atmósfera (calidad de aire) VI-8
VI.1.2.1 Disminución de la calidad del aire por emisión de PM10 y gases producto de la combustión de diésel marino y otros combustibles por los barcos draga VI-8
VI.1.3 Factor afectado: Ecosistémico VI-10
VI.1.4 Factor afectado Medio biótico: fauna VI-12
VI.1.5 Factor Paisaje (Estético, Agua – Suelo) VI-14
VI.1.5.1 Medidas para prevenir y/o minimizar la contaminación del medio ambiente VI-15
VI.1.6 Medidas para Mitigar Impactos residuales VI-16

VI.2 Programa de vigilancia y monitoreo ambiental VI-18
VI.2.1 Sistema de Gestión Ambiental VI-18
VI.2.1.1 Los objetivos del SGA del proyecto VI-18
VI.2.1.1.1 Objetivo Principal VI-18
VI.2.1.1.2 Objetivos partículas del SGA VI-18
VI.2.1.2 Los componentes del Sistema de Gestión Ambiental para el proyecto. VI-19
VI.2.1.3 Mecanismos de garantía de cumplimiento de cumplimiento de medidas de mitigación VI-21
VI.2.1.4 Procedimientos y especificaciones para garantizar el éxito de las medidas de mitigación VI-23
VI.2.1.4.1 Procedimientos del SGA y Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental VI-23
VI.2.1.5 Procedimientos de Control de emisiones atmosférico VI-25
VI.2.1.5.1 Objetivos VI-25
VI.2.1.5.2 Actividades VI-25
VI.2.1.5.3 Periodo de aplicación VI-26
VI.2.1.5.4 Indicadores cuantitativos VI-26
VI.2.1.5.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-26
VI.2.1.5.6 Umbrales de alerta VI-26
VI.2.1.5.7 Comprobantes de cumplimiento VI-26
VI.2.1.6 Procedimiento del Programa de manejo y ahorro de combustibles fósiles y Programa de Mantenimiento de Equipos de Combustión VI-26
VI.2.1.6.1 Objetivos. VI-26
VI.2.1.6.2 Actividades VI-26
VI.2.1.6.3 Periodo de aplicación VI-27
VI.2.1.6.4 Indicadores cuantitativos VI-27
VI.2.1.6.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-27
VI.2.1.6.6 Umbrales de alerta VI-27
VI.2.1.6.7 Comprobantes de cumplimiento VI-27
VI.2.1.7 Procedimiento del Programa de Manejo Integrado de Residuos de tipo Doméstico. VI-27
VI.2.1.7.1 Objetivos VI-27
VI.2.1.7.2 Periodo de aplicación VI-28
VI.2.1.7.3 Indicador cuantitativo de cumplimiento VI-28
VI.2.1.7.4 Índices de éxito de cumplimiento VI-28

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI.2.1.7.5 Umbrales de alerta VI-28
VI.2.1.8 Procedimiento del Programa Manejo y Control de Residuos impregnados con sustancias Tóxicas. VI-28
VI.2.1.8.1 Objetivos VI-28
VI.2.1.8.2 Actividades VI-29
VI.2.1.8.3 Periodo de aplicación VI-29
VI.2.1.8.4 Indicador cuantitativo de cumplimiento VI-29
VI.2.1.8.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-29
VI.2.1.8.6 Umbrales de alerta VI-30
VI.2.1.8.7 Comprobantes de cumplimiento VI-30
VI.2.1.9 Procedimiento para garantizar que las aguas residuales de los barcos dragas son tratadas y no producen contaminación al medio ambiente VI-30
VI.2.1.9.1 Objetivos VI-30
VI.2.1.9.2 Actividades VI-30
VI.2.1.9.3 Equipo necesario VI-30
VI.2.1.9.4 Periodo de aplicación VI-30
VI.2.1.9.5 Indicador cuantitativo de cumplimiento VI-31
VI.2.1.9.6 Índices de éxito de cumplimiento VI-31
VI.2.1.9.7 Umbrales de alerta VI-31
VI.2.1.10 Programas de monitoreo de la calidad de agua en áreas de influencia del proyecto. VI-32
VI.2.1.10.1 Objetivos. VI-32
VI.2.1.10.2 Actividades VI-32
VI.2.1.10.3 Periodo de aplicación VI-32
VI.2.1.10.4 Indicador cuantitativo VI-32
VI.2.1.10.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-32
VI.2.1.10.6 Umbrales de alerta VI-32
VI.2.1.10.7 Personal VI-32
VI.2.1.10.8 Recursos VI-33
VI.2.1.11 Procedimiento para la sensibilización y capacitación del personal para la adquisición de nociones para la protección ambiental durante el desarrollo de sus trabajos. ... VI-33
VI.2.1.11.1 Objetivos. VI-33
VI.2.1.11.2 Actividades VI-33
VI.2.1.11.3 Periodo de aplicación VI-33
VI.2.1.11.4 Indicador cuantitativo VI-33
VI.2.1.11.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-34
VI.2.1.11.6 Umbrales de alerta VI-34
VI.2.1.11.7 Personal VI-34
VI.2.1.11.8 Recursos VI-34
VI.2.1.12 Procedimiento del Programa de Rescate de Especies Acuáticas de tipo Bentónico VI-34
VI.2.1.12.1 Objetivos VI-34
VI.2.1.12.2 Actividades VI-34
VI.2.1.12.3 Indicador cuantitativo VI-35
VI.2.1.12.4 Índices de éxito de cumplimiento VI-35
VI.2.1.12.5 Umbrales de alerta VI-35
VI.2.1.12.6 Umbrales de alerta VI-35
VI.2.1.12.7 Periodo de aplicación VI-35
VI.2.1.13 Procedimientos del Programa de Monitoreo de las plumas de sedimento y de la calidad del agua del AIP VI-35
VI.2.1.13.1 Objetivos VI-35

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI.2.1.13.2 Actividades VI-35
VI.2.1.13.3 Periodo de aplicación VI-36
VI.2.1.13.4 Indicadores cuantitativos VI-36
VI.2.1.13.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-36
VI.2.1.13.6 Umbrales de alerta VI-36
VI.2.1.13.7 Índices de éxito de cumplimiento VI-36
VI.2.1.13.8 Umbrales de alerta VI-37
VI.2.1.14 Planes de contingencias ambientales por accidentes VI-37
VI.2.1.14.1 Objetivos VI-37
VI.2.1.14.2 Actividades VI-37
VI.2.1.14.3 Periodo de aplicación VI-37
VI.2.1.14.4 Indicador cuantitativo VI-38
VI.2.1.14.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-38
VI.2.1.14.6 Umbrales de alerta VI-38
VI.2.1.15 Programa de protección de fauna acuática VI-38
VI.2.1.15.1 Objetivos VI-38
VI.2.1.15.2 Actividades VI-38
VI.2.1.15.3 Periodo de aplicación VI-39
VI.2.1.15.4 Indicador cuantitativo VI-39
Donde VI-39
VI.2.1.15.5 Índices de éxito de cumplimiento VI-39
VI.2.1.15.6 Umbrales de alerta VI-39

VI.3 Indicadores de Monitoreo y Vigilancia VI-40
VI.3.1 Objetivos del monitoreo y de la vigilancia, así como de la medición VI-40
VI.3.2 Selección de variables VI-40
VI.3.3 Procedimientos y técnicas para la toma de muestras, transporte y conservación de muestras, análisis, medición y almacenamiento de las mismas VI-42
VI.3.4 Calendario de muestreo VI-43
VI.3.5 Responsables del muestreo VI-44
VI.3.6 Procedimientos de acción cuando se rebasen los valores permisibles o umbrales para cambiar la tendencia VI-44

CUADROS

CUADRO VI-1 MEDIDAS MITIGAR Y/O CONTROLAR LOS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE VI-7
CUADRO VI-2 ACCIONES PARA PREVENIR Y MITIGAR LAS AFECTACIONES A LA ATMÓSFERA DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIÓN DE PM10 Y GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE DIÉSEL MARINO Y OTROS COMBUSTIBLES POR LOS BARCOS DRAGA VI-9
CUADRO VI-3 ACCIONES PARA CONTROLAR AFECTACIONES DE TIPO ECOSISTÉMICO VI-11
CUADRO VI-4 ACCIONES PARA PREVENIR Y/O REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE (AGUA Y SUELO) Y PAISAJE VI-15
CUADRO VI-5 OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES DEL SGA DEL PROYECTO VI-19
CUADRO VI-6 PROGRAMAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS Y LAS METAS DEL SGA DEL PROYECTO VI-23
CUADRO VI-7 INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE PAISAJE VI-40
CUADRO VI-8 INDICADORES DE PROTECCIÓN DE ESPECIES DE VIDA SILVESTRE VI-41
CUADRO VI-9 PROGRAMAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL VI-43
CUADRO VI-10 PERIODICIDAD DE VIGILANCIA PARA LA PROTECCIÓN DE ESPECIES DE VIDA SILVESTRE VI-43
CUADRO VI-11 PERIODICIDAD PARA MONITOREO VI-43
CUADRO VI-12 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO VI-44

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI. Estrategias para la Prevención y Medidas de mitigación de Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

La **Administración del Sistema Portuario Nacional Tuxpan, S.A. de C.V. (ASIPONA Tuxpan)** es una entidad paraestatal sectorizada a la **Secretaría de Marina**, cuyo desempeño se rige por los principios de sostenibilidad establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2024-2030, siendo parte del Gobierno Federal en México asume el compromiso de impulsar un desarrollo económico armónico con el medio ambiente, garantizando que las políticas públicas consideren sus impactos ecológicos, sociales y económicos.

La ASIPONA Tuxpan, como parte del Sistema Portuario Nacional, incorpora estos principios en su gestión ambiental mediante las siguientes directrices estratégicas:

A. **Cumplimiento estricto** de la normatividad ambiental aplicable en los tres órdenes de gobierno.
B. **Identificación y jerarquización** de los aspectos e impactos ambientales significativos de sus operaciones.
C. **Prevención y administración del riesgo ambiental**, priorizando la minimización de contaminantes, emisiones y residuos.
D. **Establecimiento de indicadores de desempeño ambiental**, verificables mediante programas de monitoreo y auditoría interna.
E. De acuerdo con su **Plan de Manejo Portuario 2023**, la ASIPONA Tuxpan se propone consolidarse como **nodo logístico principal del Golfo de México**, con infraestructura moderna, servicios eficientes y responsabilidad ambiental. Una de sus líneas estratégicas centrales es **promover la sustentabilidad ambiental** mediante la integración de prácticas sostenibles en la operación portuaria y el desarrollo de nuevas obras.
F. Entre las acciones prioritarias destacan:
G. Lograr la participación activa de **cesionarios y prestadores de servicios** en la certificación de **Puerto Limpio**.
H. Fomentar la **planeación urbano-portuaria con enfoque de sostenibilidad ambiental**.
I. Fortalecer las **medidas de control ambiental interno** para mantener bajo control los aspectos significativos de sus operaciones.
J. En congruencia con su política ambiental, y con base en la evaluación de impactos realizada en el **Capítulo V**, la ASIPONA Tuxpan se compromete a:
K. **Prevenir, mitigar y compensar** cualquier efecto negativo asociado al desarrollo del proyecto.
L. **Coordinarse con las autoridades ambientales federales, estatales y municipales**, conforme a los marcos jurídicos aplicables.
M. **Implementar un Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA)** que incluya supervisión, monitoreo, indicadores de cumplimiento y evaluación periódica de resultados.
N. **Fomentar la participación social y la transparencia ambiental**, en concordancia con el **artículo 4° constitucional**, garantizando el derecho a un medio ambiente sano.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

O. **Alinear las acciones del proyecto** con los criterios del **Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tuxpan**.
P. Todas las medidas presentadas en este capítulo serán **documentadas, verificables y auditables**.

La ASIPONA Tuxpan establecerá un sistema de **supervisión y seguimiento técnico-ambiental**, que permitirá demostrar su eficacia y cumplimiento ante la autoridad.

Los criterios Rectores para el Diseño de las Medidas. Las medidas preventivas y de mitigación se diseñan con base en los tres principios establecidos en el **Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, garantizando:

- **Integridad funcional del ecosistema**, asegurando la continuidad de procesos ecológicos esenciales.
- **Capacidad de carga**, evitando que las actividades superen los límites de resiliencia del medio receptor.
- **Calidad ambiental**, manteniendo las condiciones físico-químicas y biológicas dentro de los rangos normativos.
- La ejecución de las medidas implicará que **las embarcaciones y contratistas involucrados** en las obras cumplan con estándares ambientales específicos, entre ellos:
- Personal **capacitado** en manejo de residuos sólidos, peligrosos y aguas residuales.
- **Vigilancia ambiental** permanente a bordo y en tierra.
- **Protocolos de buenas prácticas ambientales** en control de residuos, manejo de combustibles y prevención de colisiones con fauna marina.
- **Registros documentales y bitácoras** de cumplimiento ambiental.
- **Análisis de laboratorio** de efluentes, emisiones y calidad de agua en las zonas de dragado y tiro.
- **Verificación de rutas de navegación seguras**, que eviten impactos sobre los arrecifes del **Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan (SALT)**.
- **Monitoreo de dispersión de sedimentos**, incluyendo las zonas de influencia del SALT.
- **Almacenamiento seguro e impermeable** para residuos peligrosos y biológico-infecciosos.
- **Contratación de empresas autorizadas por SEMARNAT y ASIPONA** para la recolección y disposición final de residuos.
- **Equipos especializados para rescate y monitoreo de fauna acuática** (bentos, delfines, tortugas, cocodrilos).
- **Programas específicos de control ambiental**, que incluyen:
  - Monitoreo y vigilancia ambiental.
  - Protección de fauna acuática.
  - Manejo integral de residuos sólidos.
  - Control de emisiones a la atmósfera.
  - Seguimiento de plumas de sedimentos y calidad del agua.
  - Restauración del fondo marino en sitios de vertimiento.
  - Manejo de combustibles y atención a contingencias por derrames

La implementación de estas medidas responde al marco jurídico ambiental vigente, en particular a la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

(LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como a la **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (2021)**, que define el daño ambiental como cualquier modificación adversa y mensurable de los hábitats, ecosistemas o sus servicios ambientales.

De los impactos analizados en el **Capítulo V**, se identificaron 14 efectos negativos, de los cuales 13 son reversibles y mitigables mediante las acciones descritas. El **impacto residual más relevante** corresponde a la **pérdida de hábitat marino en los sitios de tiro**, donde el depósito acumulativo de más de 3 millones de m^3 de sedimentos modificará de forma permanente la morfología y composición del fondo marino. Se prevé que, durante al menos 10 años, las condiciones ecológicas de dichos sitios no permitirán la recolonización completa del bentos ni la recuperación inmediata de la productividad primaria.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O POR COMPONENTE AMBIENTAL

VI.1.1 FACTOR AFECTADO: AGUA

Considerando los impactos identificados y valorados para el componente agua, enseguida medidas para atenuar y/o controlar los siguientes impactos

- Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona fluvial
- Diminución de la Productividad primaria y riqueza de especies acuáticas zona marina
- Reducción de la calidad de agua zona fluvial del SAR
- Reducción de la calidad de agua zona marina

VI.1.1.1 MEDIDAS PARA MITIGAR LOS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL COMPONENTE DEL AGUA

Fundamento normativo. Las medidas orientadas a la protección de la calidad del agua durante las actividades de dragado, vertimiento y construcción del muelle se sustentan en la siguiente legislación y lineamientos aplicables:

- **Ley General de Gestión para la Prevención y Control de la Contaminación**.
- **Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Veracruz**.
- **NOM-052-SEMARNAT-2005**, que establece las características, el procedimiento de identificación y clasificación de los residuos peligrosos.
- **NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012**, que regula los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para su remediación.
- **Criterios C8, C9 e If23 del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tuxpan (POER-CRT)**.

Estas disposiciones garantizan que las acciones adoptadas minimicen los riesgos de contaminación del agua, suelo y aire, y prevengan efectos adversos sobre la vida silvestre y la salud humana.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Objetivo general. Garantizar la **calidad ambiental del componente agua** disminuir el efecto negativo sobre la productividad primaria, durante todas las fases del proyecto (dragado, transporte, vertimiento y construcción del Muelle 3), mediante acciones preventivas, operativas y de seguimiento que permitan detectar y controlar oportunamente cualquier posible fuente de contaminación.

CUADRO VI-1MEDIDAS MITIGAR Y/O CONTROLAR LOS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL COMPONENTE AGUA

Medida o acción específica	Objetivo
Planeación y gestión	
Elaborar y aplicar un Programa de Seguimiento y Monitoreo de Plumas de Sedimentos y Calidad del Agua, que incluya puntos de muestreo, periodicidad, parámetros físico-químicos y biológicos, y radios de dispersión.	Evaluar en tiempo real el comportamiento de las plumas de sedimentos y asegurar que no se afecten zonas sensibles.
Verificar que las embarcaciones cuenten con constancia de supervisión para la prevención de contaminación por basuras, conforme al Anexo V del Convenio MARPOL.	Prevenir vertimientos accidentales o descargas directas de residuos al mar.
Contar con Plan de Contingencias por Derrames de Hidrocarburos, aplicable a cada embarcación y coordinado con la Capitanía de Puerto.	Responder eficazmente ante posibles fugas o derrames, especialmente durante tormentas o huracanes.
Implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, con bitácoras y manifiestos de transporte.	Asegurar la trazabilidad y disposición final adecuada de residuos.
Establecer procedimientos de manejo para aguas residuales y aguas sentinas, con dispositivos que garanticen cero descargas al canal de Tuxpan o zonas de vertimiento.	Evitar el contacto de aguas contaminadas con cuerpos naturales.
Verificar las tablas de mareas de la SEMAR antes de cada dragado y ajustar horarios a marea baja	Minimizar el transporte de sedimentos hacia la Laguna de Tampamachoco.
Monitoreo y control operativo	Monitorear mensualmente los parámetros de DBO, DQO, SST, turbidez, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad, en radio de hasta 11 km de los sitios de tiro.
Establecer protocolos correctivos adaptativos cuando se detecten incrementos de turbidez o SST superiores a 80 mg/L respecto al valor base.	Ajustar o suspender temporalmente operaciones para restablecer condiciones normales.
Instalar sensores multiparámetro en tiempo real aguas arriba y abajo de los sitios de dragado.	Vigilar variaciones en la calidad del agua durante la operación.
Capacitación y sensibilización	
Capacitar al personal de embarcaciones y supervisión ambiental sobre manejo de residuos, control de derrames y buenas prácticas.	Fortalecer la cultura ambiental y el cumplimiento normativo.
Realizar simulacros periódicos de contingencia ambiental.	Garantizar respuesta inmediata ante emergencias.
Difundir entre las empresas contratistas la normatividad mexicana aplicable y las medidas contenidas en la MIA-R.	Alinear las prácticas operativas a la regulación nacional.
Buenas prácticas ambientales	
Recolectar previamente residuos sólidos flotantes o arrastrados en el canal antes del dragado.	Evitar incorporación de plásticos y metales al material dragado.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Medida o acción específica	Objetivo
Separar residuos en origen (orgánicos, inorgánicos, peligrosos, reciclables).	Reducir generación de lixiviados y contaminación secundaria.
Asegurar que aguas sentinas sean tratadas mediante separadores eficientes con pruebas de laboratorio que garanticen la remoción de aceites.	Evitar contaminación por efluentes oleosos.
Medidas específicas para dragado y vertimiento	
Mantener la boca de succión de la draga a menos de 1 m del lecho.	Reducir la dispersión de sedimentos.
Implementar barreras flotantes de contención en zonas cercanas a manglares o fauna sensible.	Minimizar afectaciones en áreas ecológicamente frágiles.
Regular la velocidad de carga ≤ 2.5 nudos y realizar descargas a baja velocidad y en movimiento.	Favorecer dispersión homogénea y evitar acumulación excesiva.
Durante el vertimiento se establecerá control de dispersión durante vertimiento, con: • La ejecución de dragados y los vertimientos entre octubre y diciembre, cuando el transporte neto de partículas se orienta al sur-suroeste, alejándose de la costa y los arrecifes • Utilizar plumas de descarga controladas y sistemas de difusores de baja energía para reducir el radio de turbidez. • Mantener una tasa máxima de descarga ≤ 500 m^3/h para asegurar sedimentación progresiva. • En caso de dragados con material arcilloso o limoso, priorizar **descarga por tubería cerrada** o **control por geoestabilización** (geocontainers) para minimizar re suspensión.	
Efectuar vertimientos sucesivos y uniformes en distintos puntos dentro de los sitios autorizados por la SEMAR.	Evitar formación de montículos concentrados y efectos acumulativos.
Desarrollar un monitoreo estacional de dispersión y tasas de sedimentación, para ello, Instalar sensores de **turbidez, oxígeno disuelto y clorofila-a** en estaciones fijas y móviles y Suspender operaciones si la turbidez excede **80 mg/L sobre el valor de referencia ambiental** o si se detecta anoxia temporal en el fondo.	Ajustar la operación a las condiciones oceanográficas.

VI.1.2 FACTOR AFECTADO: ATMÓSFERA (CALIDAD DE AIRE)

Los impactos objetivo de las medidas que se exponen en el presente apartado son.

VI.1.2.1 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIÓN DE PM10 Y GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE DIÉSEL MARINO Y OTROS COMBUSTIBLES POR LOS BARCOS DRAGA

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Fundamento normativo. Las medidas preventivas y de mitigación orientadas a la reducción de emisiones atmosféricas durante las operaciones de dragado, transporte y vertimiento se sustentan en los siguientes instrumentos jurídicos:

- Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), Anexos IV y VI.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Veracruz.
- NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores a gasolina.
- NOM-045-SEMARNAT-2017, sobre límites máximos de opacidad en vehículos que usan diésel como combustible.
- NOM-025-SSA1-2014, sobre valores límite permisibles para PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente.
- Criterios If34 y If27 del POER-CRT, aplicables al control de emisiones y eficiencia energética portuaria.

Estas disposiciones establecen las bases para controlar las emisiones de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y gases contaminantes (NO_x, CO_x, SO_x, CH_4), los cuales tienen implicaciones tanto **locales** (calidad del aire y salud humana) como **globales**, al contribuir a la acumulación de gases de efecto invernadero y al cambio climático (GyCEI).

Objetivo general. Reducir las emisiones de partículas y gases derivados de la combustión de diésel marino y otros combustibles fósiles durante las operaciones de dragado y transporte marítimo, promoviendo la eficiencia energética y el cumplimiento estricto de la normatividad ambiental nacional e internacional.

CUADRO VI-2ACCIONES PARA PREVENIR Y MITIGAR LAS AFECTACIONES A LA ATMÓSFERA DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIÓN DE PM10 Y GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE DIÉSEL MARINO Y OTROS COMBUSTIBLES POR LOS BARCOS DRAGA

ACCIONES	OBJETIVO
Gestiones, planes e informes	
Elaborar un Programa de Control de Emisiones Atmosféricas que contemple mediciones periódicas de opacidad y registro de emisiones en equipos de combustión.	Contar con un instrumento operativo para verificar y reducir emisiones.
ASIPONA Exigirá a las compañías contratistas la documentación actualizada de los Certificados Internacionales de Prevención de la Contaminación (MARPOL), incluyendo el Certificado IAPP.	Garantizar el cumplimiento de estándares internacionales en materia de contaminación atmosférica.
ASIPONA Verificará que las embarcaciones draga cuenten con sistemas de control de gases y filtros en motores y equipos de bombeo.	Asegurar la reducción de partículas y gases contaminantes.
ASIPONA se asegurará de que se Implementen programas de mantenimiento preventivo y correctivo para todos los equipos de combustión y maquinaria auxiliar.	Minimizar emisiones fugitivas y mejorar la eficiencia energética.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ACCIONES	OBJETIVO
Reducir los tiempos de operación y maniobras que impliquen combustión continua, así como las operaciones simultáneas de maquinaria pesada.	Disminuir la carga contaminante a la cuenca atmosférica.
Supervisar que las embarcaciones draga cuenten con planes y equipos de reducción de emisiones, integrando sistemas de manejo eficiente de energía.	Optimizar el uso de combustibles y reducir emisiones de CO_2.
Sensibilización y capacitación	
Las empresas participantes deberán demostrar capacitaciones continuas al personal operativo sobre la normatividad nacional e internacional aplicable a emisiones atmosféricas, eficiencia energética y control de contaminantes.	Garantizar la aplicación práctica de las medidas preventivas y las reglas del Anexo IV del MARPOL.
La ASIPONA Tuxpan verificará que todo el personal embarcado y de supervisión cuente con comprobantes de entrenamiento ambiental.	Asegurar que la tripulación y supervisores comprendan los riesgos y técnicas de mitigación.
Buenas prácticas ambientales	
Mantener los motores y maquinaria en óptimas condiciones, documentando los mantenimientos realizados.	Cumplir con las normas ambientales y reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
Utilizar fuel oil reglamentario o equivalente de bajo contenido de azufre, verificando bitácoras de consumo y reportes a SEMARNAT sobre el cumplimiento del Anexo VI de MARPOL.	Disminuir emisiones de óxidos de azufre (SO_x).
Implementar sistemas de limpieza y tratamiento de gases de escape(scrubbers) en motores propulsores y de bombeo.	Reducir las emisiones de GEIyC y material particulado.
Requerir que las embarcaciones utilicen equipos ahorradores de combustible y presenten informes de eficiencia energética conforme a la regla 22A del Anexo IV de MARPOL.	Promover la reducción sostenida de GyCEI y partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$.
Mantener programas de trabajo escalonados, evitando el uso simultáneo de múltiples dragas o maquinaria pesada en una misma zona.	Reducir la concentración temporal de emisiones atmosféricas.
Realizar verificaciones periódicas de las emisiones de opacidad y concentración de PM mediante equipos certificados y calibrados.	Comprobar el cumplimiento de las NOM-041 y NOM-045.
Documentar las inspecciones y pruebas de eficiencia energética de cada embarcación, integrando reportes mensuales y anuales.	Asegurar la trazabilidad del cumplimiento ambiental del proyecto.

VI.1.3 FACTOR AFECTADO: ECOSISTÉMICO

Los efectos negativos de carácter ecosistémico derivados de las actividades del proyecto se asocian principalmente con la dispersión de partículas generadas durante el dragado del Canal de Tuxpan y el vertimiento del material dragado en los sitios de tiro marinos.

Estos efectos, descritos con detalle en el Capítulo V, incluyen:

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- Afectación temporal del hábitat de organismos bentónicos en las áreas de dragado y disposición.
- Alteración indirecta de especies coralinas del Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan (SALT), por incremento de turbidez o sedimentación.

- **Disminución de la productividad primaria** en las zonas de influencia marina y estuarina, por reducción de la transparencia del agua y modificación de los procesos fotosintéticos.

Fundamento normativo. Las medidas preventivas y de mitigación orientadas la protección de ecosistemas esta relacionada con los instrumentos jurídicos.

- NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca del Rio Tuxpan
- Decreto del ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan

Objetivo general. Prevenir, controlar y mitigar los efectos sobre los componentes bióticos y ecosistémicos del Sistema Ambiental Regional (SAR), promoviendo la conservación de hábitats acuáticos y la recuperación funcional de los fondos marinos alterados por las actividades de dragado y vertimiento.

CUADRO VI-3ACCIONES PARA CONTROLAR AFECTACIONES DE TIPO ECOSISTÉMICO

ACCIONES	OBJETIVO
Gestiones y Planes	
Obtener la autorización o revalidacióin de la Secretaría de Marina (SEMAR) para el uso de los sitios de tiro, conforme a la Ley de Vertimientos en Aguas Nacionales.	Asegurar la legalidad y control de las zonas de disposición marina.
Elaborar programas anuales calendarizados con fechas, volúmenes y localización de las zonas a dragar y a verter.	Controlar los movimientos de embarcaciones y optimizar el consumo de combustibles.
Desarrollar un Plan de Rescate de Organismos Bentónicos Sésiles en los sitios de vertimiento, que se ejecute antes y después de las operaciones de descarga.	Minimizar la pérdida de organismos y promover su reubicación o conservación ex situ.
Implementar un Programa de Monitoreo Continuo del Material en Suspensión, que evalúe: 1) Duración de las plumas de sedimentos. 2) Radio mensual de distribución y concentración de partículas. 3) Dispersión del material en el fondo marino, especialmente en relación con los arrecifes de coral. 4) Radios máximos de turbidez y pérdida de transparencia. 5) Reducción de productividad primaria.	Obtener información científica que permita tomar decisiones de manejo adaptativo y soporte futuras autorizaciones.
Elaborar y ejecutar un Programa de Restauración de Fondos Marinos, posterior al periodo operativo	Promover la recuperación ecológica y la resiliencia del ecosistema marino afectado.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

ACCIONES	OBJETIVO
del proyecto (10 años), para favorecer la recolonización de comunidades bentónicas en los sitios de tiro.	
Sensibilización y capacitación	
Contratar especialistas certificados para el rescate, identificación y reubicación de organismos bentónicos y coralinos.	Garantizar que las acciones de manejo sean científicamente fundamentadas y avaladas por expertos.
Involucrar laboratorios y técnicos especializados en la medición de parámetros físicos y biológicos durante el monitoreo de sedimentos.	Asegurar la confiabilidad y validez de los datos recolectados.
Capacitar al personal operativo y de supervisión sobre restricciones ambientales, prohibición de pesca o captura de fauna silvestre, y el manejo adecuado de equipos en zonas sensibles.	Evitar afectaciones a especies frágiles, amenazadas o de interés ecológico.
Buenas prácticas ambientales	
Realizar rescate y reubicación directa de organismos sésiles detectados en los sitios de vertimiento, con registro fotográfico y trazabilidad.	Conservar material biológico para su posterior recolonización en áreas restauradas.
Desarrollar y ejecuatar Programa de seguimiento post-dragado, que comprenda el monitoreo semestral de turbidez, oxígeno disuelto, SST y macroinfauna bentónica durante dos años posteriores. Con base en los resultados del monitoreo, ajustar las técnicas de dragado y vertimiento para reducir la dispersión de sedimentos.	Minimizar los efectos acumulativos sobre los organismos bentónicos y la productividad del sistema.
Favorecer la reutilización de estructuras naturales (rocas, corales muertos o conchas) como sustrato para facilitar la recolonización.	Acelerar la recuperación ecológica de los sitios de tiro.
Medidas de compensación	
Llevar a cabo un programa de reforestación de manglares en bordes degradados. Plantar 1.5 ha de manglar por cada ha afectada indirectamente, priorizando áreas con erosión o pérdida de cobertura.	Reducir tasas de erosion a lo largo del rioTuxpan
Impulsar Construcción de barreras biogénicas (arrecifes artificiales) para favorecer recolonización bentónica.	Impulsar el repoblamiento de áreas afectadas en las zonas de tiro

VI.1.4 FACTOR AFECTADO MEDIO BIÓTICO: FAUNA

Si bien el SAR en su mayor proporción presenta alto grado de impactoo, como se indicó en el Capitulo IV, existe cierto equilibrio con la presencia de áreas decretadas como prioritarias y conservadas para la protección de las especies de vida silvestre.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

De esta forma en el SAR se encuentran registradas las especies Crocodylus moreletii, Lepidochelys kempii, Chelonia mydas y Tursiops truncatus constituyen componentes clave de la biodiversidad de la región.

Todas se encuentran bajo categoría de protección especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de estar amparadas por convenios internacionales como CITES y UICN.

Fundamento normativo. Las medidas preventivas y de mitigación orientadas la protección de ecosistemas esta relacionada con los instrumentos jurídicos.

- NOM-059-SEMARNAT-2010
- Ley General de Vida Silvestre
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca del Rio Tuxpan
- Decreto del ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan

Objetivo Las acciones que se indican a continuación tienen por objetivo prevenir, mitigar y compensar los efectos negativos que las actividades de dragado y vertimiento pudieran ocasionar sobre sus hábitats, patrones de desplazamiento o comportamiento natural

CUADRO VI-7. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE ESPECIES DE INTERÉS ECOLÓGICO (CROCODYLUS MORELETII, LEPIDOCHELYS KEMPII, CHELONIA MYDAS Y TURSIOPS TRUNCATUS

Medida o acción específica	Objetivo
Gestiones y planes	
Delimitar y balizar los márgenes vegetados y zonas de manglar en un radio mínimo de 50 m a cada orilla del canal, prohibiendo maniobras de anclaje o arrastre de cables.	Proteger hábitats ribereños y vegetación asociada utilizada como refugio por cocodrilos y aves.
Establecer zonas de exclusión ecológica de al menos 1 km alrededor de arrecifes y pastos marinos, señalizadas en coordenadas GPS.	Evitar perturbaciones a tortugas, delfines y comunidades coralinas.
Elaborar un Plan de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre previo al dragado, con protocolos de captura y liberación controlada.	Reducir la mortalidad de reptiles, anfibios y pequeños mamíferos durante las obras.
Implementar un Programa de Monitoreo de Fauna Acuática y Marina antes, durante y después de las actividades.	Evaluar la respuesta de las especies y la eficacia de las medidas.
Sensibilización y capacitación	
Capacitar a todo el personal operativo y tripulación sobre identificación, manejo seguro y medidas de protección de fauna protegida.	Garantizar que el personal actúe conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES.
Evitar el vertido accidental de sedimentos o residuos sobre manglares o márgenes vegetados.	Prevenir el deterioro del hábitat y la pérdida de cobertura vegetal.
Designar observadores ambientales especializados en fauna marina para registrar	Evitar colisiones o interacciones negativas con delfines y tortugas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Medida o acción específica	Objetivo
avistamientos y emitir alertas durante dragados.	
Difundir información visual en las embarcaciones sobre especies presentes y procedimientos de actuación ante encuentros con fauna.	Mantener conciencia ambiental constante entre la tripulación y con el personal que lleve a cabo la construcción del Muelle Tres.
Buenas prácticas ambientales	
Operar dragas con silenciadores y hélices de baja cavitación, evitando dragados nocturnos en zonas de cocodrilos y aves acuáticas.	Minimizar el ruido subacuático y la alteración conductual.
Realizar descargas de succión gradual y mantener velocidades de arrastre ≤ 2 nudos durante dragados y vertimientos.	Reducir riesgo de colisión o succión de peces, tortugas y delfines.
Instalar deflectores de tortugas (TEDs) y cadenas cosquilleras en cabezales de succión, verificando su uso con cámaras acústicas.	Evitar la captura o daño accidental de tortugas y fauna bentónica.
Apagar bombas de succión durante maniobras de elevación o descenso de la draga.	Evitar el arrastre accidental de organismos acuáticos.
Realizar campañas de rescate y relocalización de organismos bentónicos antes del vertimiento y monitoreo de ictiofauna y macroinfauna posterior.	Favorecer la recolonización natural y reducir impactos residuales.
Mantener coordinación con PROFEPA, SEMAR y CONANP para validar resultados y ajustar medidas de manejo.	Asegurar la supervisión y cumplimiento interinstitucional.

VI.1.5 Factor Paisaje (Estético, Agua – Suelo)

Aunque las actividades del proyecto no se desarrollan directamente sobre áreas terrestres, **algunas operaciones auxiliares** —como la generación y manejo de residuos o el uso de combustibles— podrían **incidir de manera indirecta** sobre el medio como son el paisaje el suelo y, por extensión, sobre la calidad del agua, incluidas las actividades para la construcción del Muelle Tres.

Los principales impactos potenciales asociados a este factor son:

- **Reducción de calidad del paisaje** por posible dispersion de contaminantes
- **Posible contaminación del medio** por la generación de materiales impregnados con sustancias gastadas (aceites, grasas, solventes, piezas mecánicas).
- **Afectación por la emisión de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)** derivados de la combustión de gasolina y diésel en las embarcaciones draga.
- **Producción de residuos sólidos** durante la operación y mantenimiento de los barcos draga.
- **Riesgo de liberación o fugas de aguas residuales** y aguas sentinas durante la operación portuaria o el traslado de materiales.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Fundamento normativo. Las medidas preventivas y de mitigación orientadas la protección a la protección del medio ambiente.

- NOM-052-SEMARNAT-2005
- Ley General de Gestion Integral de Residuos
- LGEEPA
- NOM-001-SEMARNAT-2021

VI.1.5.1 MEDIDAS PARA PREVENIR Y/O MINIMIZAR LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Los impactos señalados son **potenciales** y, en la mayoría de los casos, **controlables o evitables**mediante la aplicación de medidas de prevención, contención y manejo ambiental adecuadas.

La **ASIPONA Tuxpan S.A. de C.V.**, como responsable del proyecto, implementará las acciones descritas en el siguiente cuadro para garantizar la protección del suelo, agua y paisaje.

CUADRO VI-4 ACCIONES PARA PREVENIR Y/O REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE (AGUA Y SUELO) Y PAISAJE

Medida o acción específica	Objetivo
Gestiones y planes	
Asegurar que las embarcaciones draga cuenten con un **Programa de Manejo de Combustibles y de Contingencias por Derrames**, conforme a la **NOM-052-SEMARNAT-2005**.	Prevenir riesgos de explosión, incendio o contaminación accidental y que pueda responder a desastres naturales
Llevar **bitácoras de registro** sobre el manejo de combustibles, aceites y residuos peligrosos, con control de volúmenes, fechas y destinos finales.	Garantizar trazabilidad y cumplimiento normativo.
Elaborar un **Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y Especiales**, incluyendo materiales impregnados con aceites, grasas y solventes.	Evitar contaminación del suelo y agua por materiales tóxicos.
Implementar un **Plan de Ahorro de Combustibles** y mantenimiento preventivo para reducir la generación de HAPs.	Minimizar emisiones derivadas de la combustión fósil.
Verificar que las áreas de resguardo de residuos cuenten con **instalaciones impermeables, contenedores identificados y kits de contención**.	Evitar filtraciones y dispersión de contaminantes.
Identificar **estaciones de servicio autorizadas** cercanas para el suministro de combustibles, evitando el almacenamiento en frentes de obra.	Disminuir riesgos asociados al acopio prolongado de combustibles.
Contar con un **Plan de Contingencias Ambientales** que contemple derrames, fugas y accidentes por sustancias peligrosas.	Garantizar atención inmediata ante emergencias.
Mantener un **directorio actualizado de empresas autorizadas** para la recolección y tratamiento de residuos peligrosos o infecto-contagiosos.	Asegurar una disposición final controlada y segura.
Sensibilización y capacitación	
Verificar que todo el personal que maneje sustancias químicas cuente con su **DC-3**	Asegurar que el personal esté técnicamente preparado para prevenir riesgos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

(constancia de habilidades laborales) y capacitación en manejo seguro de materiales peligrosos.	
Capacitar al personal sobre las **medidas de mitigación y manejo adecuado de residuos impregnados** con sustancias químicas tóxicas.	Reducir el riesgo de contaminación accidental.
Establecer un **procedimiento interno de comunicación y alerta**a nte emergencias ambientales o derrames.	Garantizar atención inmediata y efectiva ante contingencias.
Demostrar mediante constancias y simulacros la capacitación del personal en respuesta a contingencias ambientales.	Comprobar el cumplimiento de protocolos de seguridad ambiental.
Buenas prácticas ambientales	
Mantener **almacenamiento mínimo y temporal d**e combustibles, lubricantes y aceites, limitándose al volumen necesario para el ciclo operativo.	Reducir riesgos de explosión o incendio.
Aplicar un **sistema de identificación y etiquetado** visible para todas las sustancias peligrosas.	Evitar mezclas accidentales y mejorar la seguridad laboral.
Almacenar materiales impregnados con aceites o grasas in**cipientes herméticos y ventilados**, colocados sobre **sardineles impermeables**.	Prevenir filtraciones y derrames sobre el suelo o el agua.
Entregar residuos impregnados a **empresas autorizadas** para su tratamiento y disposición final, documentando cada entrega.	Asegurar trazabilidad y control ambiental.
Equipar las embarcaciones con **extintores, materiales absorbentes y equipos anticontaminantes** certificados.	Responder eficazmente ante emergencias o fugas.
Favorecer el uso de **barcos draga de última generación**, equipados con **sistemas de eficiencia energética** (celdas fotovoltaicas o filtros duales).	Reducir el consumo de combustibles fósiles y la emisión de GyCEI y HAPs.

VI.1.6 MEDIDAS PARA MITIGAR IMPACTOS RESIDUALES

El impacto residual del proyecto corresponde a la modificación permanente que se ocasionará al fondo marino de los dos sitios de vertimiento, que implicará la pérdida de hábitat, cambios en la estructura y composición bentónica, así como alteraciones ecológicas constantes por la turbidez y modificaciones de las comunidades planctónicas.

Los cambios ocurrirán durante el plazo de 10 años en que se pretende realizar los trabajos de dragado, en ese periodo de tiempo los sitios de vertimiento quedarán cubiertos con los materiales producto de dragado, como fue indicado en el Capítulo V, se espera la modificación batimétrica por la conformación de montículos que serán vertidos por los barcos draga, que se distribuirán de manera paulatina conforme a las corrientes marinas, y en ese lapso de este periodo se espera la acumulación en forma de diversas capas de espesores variables que provocarán el entierro de organismos bentónicos, produciendo la supresión del habitar e impidiendo el establecimiento y desarrollo de comunidades bentónicas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Es importante mencionar que los dos sitios de vertimiento propuestos para el proyecto corresponden a zonas marinas que encuentran una profundidad de 22 mbnm, y que acorde a los resultados de muestreo presentados en el Capítulo IV, presentaron valores en los índices de riqueza y diversidad de medios a bajos, la mayor parte del material bentónico colectado, se encontró impregnado con hidrocarburos y como parte del mismo, que en los. muestreos de necton no se identificaron especies de ningún tipo y las especies de bentos no corresponden a especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-20010 y la riqueza no fue superior a 12 especies de organismos bentónicos, lo que indica que se trata de una zona perturbada con muy bajo índice de riqueza y se puede decir que estos sitios no corresponden a bancos naturales de especies de importancia.

Será inminente que el vertido no rebase la capacidad de carga de sedimentos, y se espera que el incremento de las capas puede alcanzar un incremento máximo de 90 cm de espesor promedio.

Asimismo, se considera que es factible llevar a cabo algunas acciones que permitan la recuperación de los sitios, como son

1. Uniformización de la batimetría del fondo marino de los sitios de dragado
2. Acciones de protección para permitir el repoblamiento de la fauna
3. Dejar de utilizar los sitios durante períodos suficientes que permitan el repoblamiento y recuperación de los fondos marinos,
4. Después de que dichos sitios sean utilizados, evaluar posibilidades de realizar acciones de restauración

Es importante mencionar que no existen antecedentes específicos que guíen como debe desarrollarse la restauración de los fondos marinos, sin embargo existen reportes que pueden servir de base para lograr la recuperación de los sitios de vertimiento de dragados.

Acorde a Asfhorth, et. al. 2019[1], el bentos de aguas profundas cubre más del 90% del área del fondo marino y alberga una gran diversidad de especies que contribuyen a los servicios ecosistémicos, señala que en los fondos marinos existen precursores ambientales que influyen en la biodiversidad de la macrofauna del fondo como son la disponibilidad de alimentos, las perturbaciones físicas (pesca de arrastre de fondo), la velocidad de las corrientes, las características de los sedimentos, la heterogeneidad topográfica y la temperatura (en orden de relativa). importancia). El autor menciona que una alta heterogeneidad topográfica (en la escala de cientos a miles de metros) influye negativamente en la diversidad de los conjuntos, que el contenido de arena en los sedimentos pueden influir en el desarrollo de determinadas comunidades como los peracáridos

[1] *Ashford OS, Kenny AJ, Barrio Froján CRS, Horton T, Rogers AD., 2019. Investigating the environmental drivers of deep-seafloor biodiversity: A case study of peracarid crustacean assemblages in the Northwest Atlantic Ocean. Ecol Evol. 2019 Nov 27;9(24):14167-14204. doi: 10.1002/ece3.5852. PMID: 31938511; PMCID: PMC6953587.*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Por su parte Trannum HC, et. al.[2], reportaron que los resultados de un experimento de campo para investigar cómo los recortes de perforación a base de agua y el tipo de sedimento influyen en la colonización de las comunidades de fondos blandos. Indicando que se colocaron en el fondo del mar marcos inferiores con bandejas que contenían sedimentos desfaunados durante seis meses para estudiar la colonización de la macrofauna. Se utilizaron dos sedimentos diferentes (grueso y fino), y encima de estos sedimentos se agregaron una capa de 6 o 24 mm de recortes de perforación a base de agua. Algunos de los sedimentos fueron controles sin adiciones. Al final del experimento, la disponibilidad de oxígeno en el agua intersticial de los sedimentos y la abundancia de macrofauna se redujeron en los tratamientos con recortes de perforación de 24 mm en comparación con los controles. Los anélidos constructores de tubos eran particularmente sensibles a los recortes de perforación. Sin embargo, estas respuestas fueron menores y, en particular, los cortes de perforación iniciaron una respuesta de la fauna más débil que el tipo de sedimento y el sitio del marco inferior. Los sedimentos cubiertos con recortes de perforación a base de agua mostraron una rápida colonización de comunidades de macrofauna. Existen diversas iniciativas a nivel global que buscan la restauración los mares, como es la validación de la estrategia de recuperación de los fondos marinos como es el proyecto ECOREST[3].

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y MONITOREO AMBIENTAL

VI.2.1 SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

A fin de conseguir, que el proyecto pueda ser sostenible, la ASIPONA Tuxpan aplicará una política de protección ambiental, que estará apoyada en un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), que puede ser auditable por el gobierno y certificable con base en normas de calidad ambiental, como es la Norma ISO 14001.

VI.2.1.1 LOS OBJETIVOS DEL SGA DEL PROYECTO

VI.2.1.1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal del SGA consiste en asegurar el Cumplimiento de los Ordenamientos Jurídicos aplicables al proyecto, así como de las medidas de prevención y mitigación que se proponen en esta MIA R.

VI.2.1.1.2 OBJETIVOS PARTÍCULAS DEL SGA

Precisar los instrumentos, métodos, formas de organización y de comunicación se requieren para garantizar la prevención, mitigación y la compensación ambiental.

Definir la estructura que debe tener la Supervisión y Vigilancia Ambiental para dar seguimiento, medir y corregir posibles desviaciones de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se ha quedado expuestas en este capítulo, así como las

[2] *Trannum HC, Setvik S, Norling K, Nilsson HC. Rapid macrofaunal colonization of water-based drill cuttings on different sediments. Mar Pollut Bull. 2011 Oct;62(10):2145-56. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.07.007. Epub 2011 Aug 23. PMID: 21864862.*

[3] https://www.life-ecorest.es/el-proyecto/#objetivos

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

que dispongan las autoridades de los tres niveles de gobierno y que estén vinculadas con el manejo de variables ambientales.

Definir los mecanismos de registro y control de documentos que comprueben todo el Sistema de Gestión Ambiental, a efecto de que pueda ser revisado y auditado y sea mejorado.

VI.2.1.2 LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO.

Objetivos y metas ambientales.

CUADRO VI-5OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES DEL SGA DEL PROYECTO

Objetivo	Metas
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.
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 embarcaciones deben ser recolectado a la brevedad.
Prevenir la contaminación del por descargas de agua	Todas las 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.
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
Minimizar los riesgos de afectación para las	Lograr la sobrevivencia de organismos bentónicos en las zonas de vertimiento, mediante rescate y traslocación de organismos como son

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Objetivo	Metas
especies de vida marina	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 las 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.

Programa de Gestión ambiental y su calendarización de actividades. Se definirán en función de la totalidad de los objetivos ambientales, y para lograr una mayor efectividad, Este programa podrá ser realizado conforme el programa de trabajo de las obras y actividades del proyecto.

Procedimientos y controles operativos. Permitirán la autoevaluación de las acciones que se realicen para cumplir con las medidas de prevención, mitigación y compensación (incluyendo las de restauración) ambiental, que resulten necesarias. Se requiere de la revisión y sistematización cuidadosa de la citada documentación y del desarrollo cuidadoso y pormenorizado de procedimientos.

Metodologías. Corresponden a los procedimientos de los programas

Definición de los equipos de trabajo. Se definirán los perfiles de puestos que se requieren, así como las funciones o responsabilidades que tendrán, y su nivel de participación en el Sistema de Gestión Ambiental. La definición de los equipos estará en función de los trabajos que se contrate por la ASIPONA y se definirán previo al inicio de los trabajos.

Sensibilización y Capacitación. Corresponde a la capacitación continua que garantizará que el personal cumpla con el Sistema de Gestión Ambiental y colabore con el personal encargado de aplicar asegurar el éxito del cumplimiento del P de Manejo Ambiental. Se considera que la sensibilización y capacitación es nodal y que debe reunirse los requisitos incluso las certificaciones que aumenten la confianza de los trabajos, así como del comportamiento del personal sobre todo en materia de Protección Ambiental, Seguridad e Higiene de los Trabajos.

Indicadores de Cumplimiento Ambiental. Estarán basados en las normas oficiales mexicanas e internacionales que pueden facilitar la medición de los logros conseguidos por la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación por componentes ambientales, entre estos se identificaran.

Sistema de aseguramiento de regulación ambiental. Estará basado en matrices de verificación de cumplimiento, listas de verificación, así como bitácoras que lleven el control de acciones y de medidas correctiva además de recabar documentación

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

probatoria del cumplimiento de medidas de protección, mitigación y control de desviaciones, es decir no conformidades y conformidades.

Lineamientos de referencia. Comprenden normas, lineamientos e indicadores de éxito de cumplimiento y/o de alerta de desviaciones

Reconocimiento de los aspectos ambientales, impactos y riesgos significativos del proyecto de la alta dirección, así como todo el equipo que participe incluyendo prestadores de servicio externo.

VI.2.1.3 MECANISMOS DE GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DE CUMPLIMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Cartas de corresponsabilidad. Como parte de los métodos de comunicación efectivos se realizarán acuerdos firmados con las empresas que participen en las obras y las actividades, que mostrarán el conocimiento sobre el Sistema de Gestión Ambiental que se aplicará para el proyecto, donde se indicarán las forma en que se realizarán las siguientes acciones.

Evaluación del comportamiento relacionado con criterios internos, normas externas, regulaciones, códigos de práctica y conjunto de principios.

Sistema de medición y/o auditoria (interna). Formas y tiempos de inspección, que deben servir para verificar el cumplimiento o la eficiencia o efectividad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales.

Revisión y mejoramiento. Los periodos en que se realizarán las revisiones y las personas que intervendrán, así como los procedimientos que servirán para mejorar, junto a la Política Ambiental, esta instancia es muy importante, puesto que, al revisar y mejorar continuamente el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y mantenerlo en un nivel óptimo respecto al comportamiento ambiental global, Esta instancia comprende tres etapas, la revisión, mejora y comunicación.

El SGA permitirá evaluar el funcionamiento del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental (PMVA) y de los Procedimiento Ambientales de Buenas Prácticas Ambientales para cada etapa de desarrollo del proyecto.

a) Revisión de objetivos, metas ambientales y comportamiento ambiental,
b) Resultados de la auditoria del SGA,
c) Evaluación de efectividad, así como
d) Mejoramiento Continuo, que servirá para evaluar continuamente el comportamiento ambiental, por medio de sus políticas, objetivos y metas ambientales y

Lo anterior, a fin de demostrar el compromiso y corresponsabilidad con la protección del medio ambiente, generando confianza para al gobierno y sociedad.

El SGA, estará basado en un ciclo que permitirá la puesta en marcha de acciones, la medición del sistema y la mejora continua, para garantizar la efectividad de los resultados

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

de las acciones de protección ambiental. Las acciones del Sistema de Gestión Ambiental, tendrán como eje conductor el PMVA que abarca los siguientes procedimientos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI.2.1.4 PROCEDIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES PARA GARANTIZAR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

VI.2.1.4.1 PROCEDIMIENTOS DEL SGA Y PROGRAMA DE MANEJO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

El PMVA, estará integrado por acciones de protección de componentes ambientales, las acciones a vigilar estarán especificadas ellos procedimiento para manejo de emisiones atmosféricas, residuos sólidos, prevención de la contaminación del medio ambiente y restauración de áreas afectadas, por el vertimiento de material de dragado, entre otros, cada procedimiento será vigilado o monitoreado, con el uso de uso de listas de verificación y bitácoras, considerando las medidas que fueron indicadas en el apartado anterior para cada componente.

Se documentarán cada una de las medidas de prevención y mitigación para el control de los impactos ambientales, mediante la recopilación de documentación, registros fotográficos y con la sistematización de la información. Los resultados serán evaluados para determinar los resultados y determinar la efectividad del manejo ambiental.

Los procedimientos serán ampliados en el PMVA, que serán claros y objetivos, identifican a los responsables y funciones de aplicación de las medidas, así como a los responsables de vigilar su éxito o efectividad, para que estas acciones sean acordes al marco legal, y la medición de la efectividad se basará en indicadores de éxito, así como los umbrales de alerta, también, especificarán los períodos de recolección de la información y de verificación del éxito de las medidas o acciones, como son:

CUADRO VI-6 PROGRAMAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS Y LAS METAS DEL SGA DEL PROYECTO

Objetivo	Metas	Programas de Acciones
Prevenir y mitigar las emisiones a la atmosfera	Reducir el consumo de combustibles fósiles en un 30%	Programa de Control de emisiones atmosférico
	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 equipos cuentan mantenimiento para disminuir el consumo de energéticos.	Programa de manejo y ahorro de combustibles fósiles y Programa de Mantenimiento de Equipos de Combustión
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	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos
	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	Subprograma de limpieza, manejo y disposición final de residuos sólidos

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Objetivo	Metas	Programas de Acciones
	Todos los residuos que puedan tener impregnadas sustancias tóxicas y/o peligrosas deben ser entregados a empresas recicladoras	Subprograma de manejo y control de residuos sólidos peligrosos
	Lograr la trazabilidad del origen destino de residuos sólidos	Desarrollar medios de control y registro de residuos sólidos o libros de residuos
	Cualquier residuos o basura que pueda llegar a la zona fluvial o marina procedente de las embarcaciones deben ser recolectado a la brevedad.	Planes de contingencias ambientales por
Prevenir la contaminación del por descargas de agua	Todas las embarcaciones draga deben contar con sistemas de separación de aguas y/o de tratamiento en excelente estado de funcionamiento y Controlar el 100 % de las aguas residuales sin que se viertan al mar incluyendo a las aguas sentinas	Programa de Manejo de Aguas Residuales
	Cualquier avería en los sistemas de tratamiento de agua debe ser reparada de inmediato.	Programa de mantenimiento de sistemas de. tratamiento de aguas residuales y de aguas sentinas
	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.	Programas de monitoreo de la calidad de agua en áreas de influencia del proyecto.
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.	Programa de seguimiento y Monitoreo de las plumas de sedimento y de la calidad del agua del AIP
	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	
Minimizar los riesgos de afectación para las 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)	Programa de rescate y reubicación o traslocación de fauna acuática de tipo bentónica

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Objetivo	Metas	Programas de Acciones
	Evitar colisiones con organismos de vida acuática, mediante la operación de dragas en movimiento a bajas velocidades de navegación.	Programa de protección de fauna acuática
	Uso de equipos excluidores de fauna y de vigilancia que permita saber si en las 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.	Programa de restauración de fondos marinos

VI.2.1.5 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICO

VI.2.1.5.1 OBJETIVOS

Prevenir y mitigar las emisiones a la atmosfera

Garantizar que, durante el desarrollo de los , se cumpla con las normas ambientales, NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018, estrategias y criterios establecidos para el proyecto así como los criterios y lineamientos especificados en el Programa de Ordenamiento Regional de la Cuenca del Río Tuxpan.

VI.2.1.5.2 ACTIVIDADES

1. Verificar que los equipos de combustión interna como bombas se encuentren funcionando de manera óptima y al mismo tiempo aseguren la reducción de emisiones, y realizar la documentación de las acciones con evidencias.
2. Comprobar que los equipos de combustión cumplen con el Programa de mantenimiento y que existen comprobantes del mismos un plan de verificación de los vehículos que asegure que cumplen con las normas aplicables y al mismo tiempo aseguren la reducción de emisiones, atmosféricas y de ruido documentando con evidencias.
3. Cumplir con las medidas de mitigación del Cuadro VI-1 de esta MIA P.
4. Vigilar la correcta aplicación de las medidas de mitigación, usando para cada uno los umbrales de éxito y umbrales de alerta, y vigilando que no existan desviaciones mayores.
5. Definir los equipos que pueden servir para verificar el cumplimiento de las medidas
6. Establecer un sistema de comunicación efectivo a fin de que se garantice la debida aplicación de las medidas de mitigación
7. Sensibilizar y capacitar de manera constante al personal que participe en las obras y que colabore con el cumplimiento de las medidas.
8. Realizar actividades de verificación y de identificación de desviaciones oportuna
9. Recabar los comprobantes y mantener sistema de medición.
10. Dar a conocer los resultados al personal e incentivar al mismo a que se mantenga cumpliendo las medidas.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI.2.1.5.3 *PERIODO DE APLICACIÓN*

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto

VI.2.1.5.4 *INDICADORES CUANTITATIVOS*

- Concentraciones de Gases

CG = Gases procedentes de la combustión (No, SOx, SOx, CO2, niveles de mercurio), concentraciones

Inmisión de gases

$$CG = \frac{\sum(1\ a\ n) superficie\ de\ zona \times concentracion\ media\ en\ i}{Superficie\ total\ del\ DV\ o\ AIP}$$

VI.2.1.5.5 *ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO*

Que las concentraciones de GyCEI tiendan a cero

VI.2.1.5.6 *UMBRALES DE ALERTA*

- Maquinaria y equipo con producción ostensible de humos y gases
- Equipos sin verificaciones atmosféricas

VI.2.1.5.7 *COMPROBANTES DE CUMPLIMIENTO*

Que existan documentos que comprueben que se proporciona el mantenimiento de las maquinarias y equipos de combustión del barco draga.

VI.2.1.6 PROCEDIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO Y AHORRO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE COMBUSTIÓN

VI.2.1.6.1 *OBJETIVOS.*

Alcanzar el máximo rendimiento del nivel de operación de las embarcaciones draga para disminuir el uso de combustibles fósiles.

VI.2.1.6.2 *ACTIVIDADES*

1. ASIPONA deberá asegurarse de que los capitanes, ingenieros, jefes y otros miembros de la tripulación cuenten con la capacitación necesaria para lograr el manejo adecuado y ahorro de energéticos.
2. Llevar un registro en tiempo real del consumo de combustibles y su respectiva relación con respecto de las operaciones del dragado, Asimismo, indicar cuales de las operaciones han utilizado formas de suministro de energía alternativo con celdas, solares y otras formas de generación, a fin de contar con un balance de uso de combustibles.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

3. En la embarcación deberán verificarse la existencia celdas solares para iluminación y calefacción de agua, así como el uso de focos ahorradores y sistemas de apagado automatizado de cuartos en desuso.
4. Verificar que se apliquen las mejoras para aumentar la eficiencia de uso de energía y de fuentes alternas que resulten necesarias a partir de un diagnóstico de la línea de base.
5. Las empresas preferentemente deben contar con certificaciones sobre la generación de energía limpia y producción limpia.

VI.2.1.6.3 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto

VI.2.1.6.4 INDICADORES CUANTITATIVOS

Concentración de hidrocarburos promedio durante tres horas

$$I = \frac{\sum(1\ a\ n) superficie\ de\ zona \times concentracion\ media\ en\ i}{Superficie\ total\ del\ DV\ o\ AIP}$$

VI.2.1.6.5 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

Que más del 30 % de la energía sea producida por medios alternativos
Que existan equipos de ahorro de energía
Que se tengan certificados de auditoría de eficiencia energética

VI.2.1.6.6 UMBRALES DE ALERTA

- Maquinaria y equipo con producción ostensible de humos y gases
- Equipos sin verificaciones atmosféricas

VI.2.1.6.7 COMPROBANTES DE CUMPLIMIENTO

Que existan documentos que certifiquen que las embarcaciones son eficientes desde el punto de vista energético.

VI.2.1.7 PROCEDIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS DE TIPO DOMÉSTICO.

VI.2.1.7.1 OBJETIVOS

Reducir los riegos de contaminación del medio ambiente, así como de su dispersión; asociada a la producción de residuos sólidos domésticos y de tipo sanitario, asimismo cumplir con los ordenamientos Ley General de Gestión para la Prevención y Control de la Contaminación, Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del estado de Veracruz. Asimismo, se deberá dar cumplimiento a acciones tales como:

1. Señalar la ubicación específica de los almacenes temporales para recepción de residuos y otros tipos de instalaciones como son los baños portátiles.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

2. Se especificarán los procedimientos que deben tener los diferentes tipos de residuos sólidos, líquidos y sanitarios.
3. Se recopilarán los comprobantes y/o evidencias que demuestren la aplicación de las medidas de mitigación que fueron especificadas en el apartado correspondiente a los Cuadros VI-3 de este capítulo.
4. Uso de listas de chequeo y matrices de cumplimiento.
5. Se determinará las dimensiones y demás características que deben tener los recipientes para la recolección, transporte, almacenamiento y disposición final.
6. La experiencia, habilidades y certificaciones -en caso preciso- de los prestadores de servicios para la recolección, manejo y disposición final.
7. La periodicidad de recolección de residuos.
8. Las capacidades y habilidades que debe reunir el personal que realizará os trabajos y las verificaciones.
9. El tipo de equipo para determinar alguna afectación.

VI.2.1.7.2 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto

VI.2.1.7.3 INDICADOR CUANTITATIVO DE CUMPLIMIENTO

- Relación de residuos vs áreas limpias o contenedores rebosantes de residuos/sumatoria de las superficies de maniobra.

I = Cantidad de residuos sólidos no naturales expresados en g/m2.

VI.2.1.7.4 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

- Relación de la Cantidad de residuos reciclados/Cantidad de residuos generados de residuos debe acercarse a 1
- Relación de áreas con limpieza/superficie total de áreas de trabajo
- Áreas con fauna nociva/ superficie total de áreas de trabajo
- Frecuencia de limpieza de áreas de trabajo
- Frecuencia de sanitarios portátiles con limpieza

VI.2.1.7.5 UMBRALES DE ALERTA

- Residuos dispersos.
- Fauna nociva.
- Dispersión de residuos.
- Malos olores

VI.2.1.8 PROCEDIMIENTO DEL PROGRAMA MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS IMPREGNADOS CON SUSTANCIAS TÓXICAS.

VI.2.1.8.1 OBJETIVOS

Reducir los riegos de toxicidad sobre el medio físico y los posibles efectos negativos a la flora, fauna y salud humana. Dar cumplimiento a la Ley General de Gestión para la Prevención y Control de la Contaminación, Ley para la Prevención y Gestión

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Integral de los Residuos del estado de Veracruz, así como los criterios y lineamientos especificados en los POER-CRT.

VI.2.1.8.2 ACTIVIDADES

Señalar la ubicación específica de los almacenes temporales para recepción de materiales impregnados con residuos tóxicos o peligrosos -que pueden generarse por derrames accidentales de aceites o combustibles-, mismos que deben tener especificaciones básicas, como contar con tapas herméticas, contar con sardineles de contención, ubicarse fuera del alcance de áreas que puedan tener contacto con el agua, o bien que puedan ser conducidas a las zonas de almacenamiento de aguas sentinas, asimismo se debe verificar la existencia de, equipos de recuperación de derrames accidentales asi como de separación y señalamientos apropiados para fácil identificación de los equipos anticontaminantes para los trabajadores.

1. Se determinará las dimensiones y demás características que deben tener los recipientes para la recolección, transporte, almacenamiento y disposición final.
2. Los métodos adecuados para garantizar que los residuos peligrosos sean transportados con seguridad y se evite cualquier fuga tóxica.
3. Definir las pruebas que se deben seguir para cumplir con la normatividad ambiental y los reglamentos y leyes aplicables, para garantizar que cualquier derrame fue atendido y se reducen riesgos de toxicidad.
4. Las características de los prestadores de servicios para la recolección, manejo y disposición final de los residuos peligrosos.
5. La periodicidad de recolección de residuos impregnados con tóxicos
6. Las capacidades que debe reunir el personal que realizara las verificaciones.
7. El tipo de equipo para determinar alguna afectación.

VI.2.1.8.3 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto.

VI.2.1.8.4 INDICADOR CUANTITATIVO DE CUMPLIMIENTO

Relación de áreas con contaminación por tóxicos respecto de la superficie de las áreas de maniobras o AIP.

VI.2.1.8.5 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

Se calcula mediante la expresión:

$I = I_c + I_{mf} + I_g$

Donde el índice de color (I_c), el índice de materiales flotantes (I_{mf}) y el índice de grasas, aceites e hidrocarburos (I_g) se calculan	Marrón	Verde	Azul o transparente

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

mediante la siguiente tabla:

Color			
IC	2	1	0

VI.2.1.8.6 UMBRALES DE ALERTA

- Residuos dispersos más que áreas limpias y en orden
- Fauna muerta por toxicidad.
- Dispersión de residuos peligrosos.
- Presencia de restos de materiales impregnados con aceites o grasas gastadas

VI.2.1.8.7 COMPROBANTES DE CUMPLIMIENTO

- Documentos como facturas, comprobantes de entregas recepción y registros fotográficos que comprueben que se cuenta con el servicio.

VI.2.1.9 PROCEDIMIENTO PARA GARANTIZAR QUE LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS BARCOS DRAGAS SON TRATADAS Y NO PRODUCEN CONTAMINACIÓN AL MEDIO AMBIENTE

VI.2.1.9.1 OBJETIVOS

Prevenir la contaminación del por descargas de agua

VI.2.1.9.2 ACTIVIDADES

- Se debe verificar que las embarcaciones draga que participen en el proyecto cuenten con sistemas de separación de aguas y/o de tratamiento en excelente estado de funcionamiento y Controlar el 100 % de las aguas residuales sin que se viertan al mar incluyendo a las aguas sentinas
- Se debe llevar un control fotográfico y documental que garantice que los equipos de separación y tratamiento de agua funcionan correctamente
- Llevar una bitácora de registros de avería y de reparaciones de los sistemas de tratamiento de agua debe ser reparada de inmediato.
- Aplicar un procedimiento de verificación de funcionamiento de equipos
- Aplicar un procedimiento de control ante contingencias ambientales con el personal del barco draga
- Aplicar procedimiento para 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.

VI.2.1.9.3 EQUIPO NECESARIO

- Desarrollo de procedimientos específicos para verificar el funcionamiento del sistema de separación y tratamiento de aguas residuales.
- El tipo de personal que se requiere y la capacitación del personal.
- El tipo de equipo para determinar alguna afectación.

VI.2.1.9.4 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto.

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI.2.1.9.5 INDICADOR CUANTITATIVO DE CUMPLIMIENTO

Indicador de la calidad del agua que puede oscilar en
100 = Excelente
100 – 85 = Muy buena
85 – 75 = Buena
75 – 60 = Utilizable
< 50 = Pésima

$$I = \Sigma Vi\ X\ Pi$$

I = Índice de la calidad
V = Valor en unidades adimensionales de los parámetros que determinan la calidad del factor a valorar, el índice utiliza 23: oxígeno disuelto, materias en suspensión, pH, conductividad, DQO, DBO_5, coliformes totales, cloruros, sulfatos, fosfatos totales, calcio, magnesio, sodio, nitratos, cianuros, fenoles, cadmio, cobre, cromo hexavalente, mercurio, plomo, zinc. V se obtienes traduciendo todos os datos analíticos de estos parámetros en valores adimensionales, entre 0 a 100 mediante la correspondiente función de transformación.

P es la importancia relativa que se atribuye a cada parámetro, para asignar estos pesos, se puede recurrir a cualquiera de los métodos como el método Delphi.

Por ejemplo, para el caso de la DBO_5, se estima I = DBO5 en mg/l, Nisbet y Verneux interpretan así los datos.

Clase	Situación	DBO_5 mg/l de O_2
1	Normal	<1
2	Aceptable	1 -3
3	Dudosa	3 – 6
4	Anormal	>6

VI.2.1.9.6 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

Que el indicador de orden tienda 1 y se aleje de 4.
Que existan bitácoras de registros de mantenimiento y buen funcionamiento de los sistemas de tratamiento de agua
Que existan estudios de calidad del agua que indiquen la calidad del agua

VI.2.1.9.7 UMBRALES DE ALERTA

Presencia de residuos sólidos en las áreas de influencia de navegación de los barcos draga
Indicios de manchas de hidrocarburos o aceites derramados

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI.2.1.10 PROGRAMAS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA EN ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

VI.2.1.10.1 OBJETIVOS.

Asegurar que la calidad del agua no se ve afectada por la actividades de operación de las embarcaciones draga durante el desarrollo del proyecto.

VI.2.1.10.2 ACTIVIDADES

1. Verificar que los parámetros de calidad de agua del AIP del proyecto están dentro de los rangos o criterios de la NOM-001-SAEMARNAT-2021.

2. Documentar que se realizan las acciones necesarias para evitar la contaminación del medio acuático mediante el monitoreo constante.

3. Establecer mecanismos de control de posible contaminación en el agua.

4. Vigilar la evolución de la calidad del agua por el desarrollo del proyecto.

VI.2.1.10.3 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto.

VI.2.1.10.4 INDICADOR CUANTITATIVO

$$I = \left(\frac{1}{4}\sum_{Invierno}^{Otoño} Iqi\right)\left(\frac{1}{36}\sum_{i=1}^{36} Ici\right)$$

Donde.
La función de transformación corresponde a un caudal máximo que produce daños De 5. Q $_{medio}$ y otro mínimo de 0.2 Q_{medio} . Si se quiere cambiar estos parámetros se debe realizarla transformación.

$$Iqi = f(\frac{Qi}{Qmedio})$$

.

In = Ik/5 y In = Ik´/0.2

VI.2.1.10.5 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

- La calidad del agua sea óptima

VI.2.1.10.6 UMBRALES DE ALERTA

- No se cuenten con análisis de calidad del agua
-

VI.2.1.10.7 PERSONAL

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- Supervisor ambiental
- Personal especializado en análisis de calidad de agua

VI.2.1.10.8 RECURSOS

- Materiales didácticos.
- Bitácora.
- Lista de participantes con firma de personal y credenciales de identificación.
- Listas de personal.
- Contratos de empresas prestadoras de servicios.
- Resultados de laboratorio de calidad del agua

VI.2.1.11 PROCEDIMIENTO PARA LA SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL PARA LA ADQUISICIÓN DE NOCIONES PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL DURANTE EL DESARROLLO DE SUS TRABAJOS.

VI.2.1.11.1 OBJETIVOS.

Garantizar que el personal que participe en los barcos draga cuente con la capacitación para poder.

VI.2.1.11.2 ACTIVIDADES

1. Desarrollar código de reconocimiento de protección ambiental para todos los componentes ambientales en especial los considerados críticos como son los sitios frágiles o vulnerables del SAR o zonas cercanas al AIP.
2. Establece mecanismos de coordinación con los responsables de para que estos puedan ser capacitados o sensibilizados sobre los diferentes procedimientos de protección ambiental
3. Desarrollar reglamentos y garantizar su conocimiento de los contratistas y del personal que ejecute las obras, participe en la operación y mantenimiento del proyecto.
4. Realizar actividades de sensibilización del personal.
5. Desarrollar un programa calendarizado de actividades de capacitación contante al personal y de registros para comprobar la capacitación continua.
6. Establecer un sistema de estímulos para que se desarrolle reciclado y reuso de residuos y manejo apropiado de residuos sólidos.
7. Contratar personal altamente capacitado y/o certificado para realizar actividades de rescate de especies acuáticas y/o efectuar vigilancias y seguimiento ambiental.

VI.2.1.11.3 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto.

VI.2.1.11.4 INDICADOR CUANTITATIVO

Porcentaje de personal capacitado

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



VI.2.1.11.5 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

- Que el porcentaje de personal capacitado tienda a 100 porciento

VI.2.1.11.6 UMBRALES DE ALERTA

- Evidencia de recipientes de residuos sólidos mezclados
- Falta de registros o documentos probatorios sobre la capacitación del personal
- Falta de comprobantes de personal asignado a vigilancia ambiental, monitoreos rescate o acciones de protección o restauración ambiental.

VI.2.1.11.7 PERSONAL

- Supervisor ambiental
- Personal especializado en capacitación.

VI.2.1.11.8 RECURSOS

- Materiales didácticos.
- Bitácora.
- Lista de participantes con firma de personal y credenciales de identificación.
- Listas de personal.
- Contratos de empresas prestadoras de servicios.
- Certificaciones

VI.2.1.12 PROCEDIMIENTO DEL PROGRAMA DE RESCATE DE ESPECIES ACUÁTICAS DE TIPO BENTÓNICO

VI.2.1.12.1 OBJETIVOS

Garantizar el mayor rescate posible de especies de acuáticas de tipo bentónico con énfasis especial en las especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010

VI.2.1.12.2 ACTIVIDADES

- Se rescatarán individuos de tipo bentónico con especial interés en la búsqueda de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010,
- Se reubicarán los individuos en buen estado de conservación y se mantendrán en vigilancia para lograr su descontaminación por posible presencia de hidrocarburos, y otros a fin de que se traslocación no ocasiones daños sobre los sitios de destino.
- Se debe contar con personal suficientemente capacitado y apoyado por especialistas para el rescate de las especies que garanticen la sobrevivencia y los cuidados apropiados a los organismos rescatados
- Debe tenerse un sitio habilitado para mantener en vigilancia sanitaria a los organismos rescatados, y realizar acciones de descontaminación hasta su reubicación.
- Deberán realizarse informes de los trabajos de rescate

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- Debe realizarse gestiones con la Dirección General de Vida Silvestre y con la Dirección de APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan en el caso de decidir la reubicación en alguno de los arrecifes de esa ANP.

VI.2.1.12.3 INDICADOR CUANTITATIVO

- Especies bentónicas afectadas

$$I = \frac{\sum (1\ a\ n) Número\ de\ individuos\ afectados\ i \times Indice\ de\ Importancia\ de\ la\ especie\ i}{Número\ total\ de\ individuos\ de\ las\ especies\ en\ el\ AIP}$$

- Especies protegidas

$$I = \frac{\sum (1\ a\ n) Valor\ de\ conservación\ \ o\ rescatadas}{(Valor\ de\ conservación)\ sin\ proyecto\ \ en\ el\ AIP} \times 100$$

VI.2.1.12.4 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

- El indicador de especies afectadas debe tender a cero
- El porcentaje de especies protegidas o rescatadas tenderá a 100 porciento

VI.2.1.12.5 UMBRALES DE ALERTA

- El indicador de especie afectadas tiende a 1

VI.2.1.12.6 UMBRALES DE ALERTA

- Se encuentras ejemplares de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con daños
- Porcentajes de mortandad mayores al 80 % durante los trabajos de propagación y mantenimiento de las especies de vegetación rescatadas

VI.2.1.12.7 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto.

VI.2.1.13 PROCEDIMIENTOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE LAS PLUMAS DE SEDIMENTO Y DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL AIP

VI.2.1.13.1 OBJETIVOS

Garantizar la sobrevivencia de las especies de fauna silvestre que anidan sobre el AIP, en particular de áreas que se incorporarán al proyecto.

VI.2.1.13.2 ACTIVIDADES

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

1. Se determinarán los sitios apropiados parar el mantenimiento temporal que se le proporcionará a las especies de fauna y los sitios adecuados para reubicación de fauna silvestre rescatada, como son cuidados de rehabilitación, alimentación, y otros que sean necesarios para aumentar la sobrevivencia de ejemplares de fauna rescatada

2. Se debe contar con personal suficientemente capacitado y apoyado por especialistas de fauna (zoólogos o veterinarios con experiencia) que proporcionen el cuidado, rehabilitación, alimentación y cuidados previos a la liberación de organismos.

VI.2.1.13.3 PERIODO DE APLICACIÓN

Conforme se termine la obra y durante un periodo de dos años después de la conclusión de los trabajos.

VI.2.1.13.4 INDICADORES CUANTITATIVOS

- Especies de fauna afectadas

$$I = \frac{\sum (1\ a\ n)Número\ de\ individuos\ afectados\ i \times Indice\ de\ Importancia\ de\ la\ especie\ i}{Número\ total\ de\ individuos\ de\ las\ especies\ en\ el\ AIP}$$

- Especies protegidas

$$I = \frac{\sum (1\ a\ n)Valor\ de\ conservación}{(Valor\ de\ conservación)\ sin\ proyecto\ \ en\ el\ AIP} \text{ x } 100$$

VI.2.1.13.5 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

- El indicador de especies afectadas debe tender a cero
- El número de especies protegidas debe tender a 100 porciento

VI.2.1.13.6 UMBRALES DE ALERTA

- El indicador de especie afectadas tiende a 1
- Se encuentras individuos y/o nidos afectados por atropellamiento durante las obras

VI.2.1.13.7 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

- Evidencias de rescate de especies de fauna.
- Boletas de entrega recepción de la autoridad que compruebe la recepción de ejemplares de fauna rescatada o evidencia que asegure que se está llevando a cabo le rescate de la fauna de manera eficiente.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546





VI.2.1.13.8 UMBRALES DE ALERTA

Pérdida de especies fauna atropellada y muerta.

VI.2.1.14 PLANES DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES POR ACCIDENTES

VI.2.1.14.1 OBJETIVOS

Asegurarse de que lleva el control de riesgos de afectaciones durante eventuales accidentes.

VI.2.1.14.2 ACTIVIDADES

1. En las embarcaciones se establecerán brigadas para el control de posibles accidentes o por fenómenos meteorológicos, como son incendios, derrames de residuos sólidos o hidrocarburos, entre otros.

2. Verificar la existencia de equipos para controlar eventuales derrames de combustibles en el medio acuático, así como contra incendios.

3. Asegurar que existan alarmas contraincendios.

4. Verificar que el personal de las embarcaciones esté capacitado para hacerle frente a cualquier eventualidad de accidentes en la embarcación.

5. Las embarcaciones deberán contar con un Programa de Prevención de Accidentes validado por protección civil del Puerto de Tuxpan.

6. Obtener un certificado de validación de protección civil del Puerto de Tuxpan.

7. Realizar simulacros de emergencia.

8. Establecer áreas seguras en caso de emergencias como incendios o de fenómenos meteorológicos extraordinarios.

9. Contar con el certificado SOLAS tanto para la embarcación como para el capitán y su tripulación.

10. Contar con personal de guardia y vigilancia que sea capaz de verificar que el personal, equipos se seguridad se encuentran preparados para cualquier eventualidad.

11. Contar con procedimientos efectivos para comunicar a todo el personal sobre cualquier eventualidad de accidente o riesgo de impacto.

12. Llevar un registro del control de accidentes así como de las medidas que indiquen su grado de efectividad

VI.2.1.14.3 PERIODO DE APLICACIÓN

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546



Durante todo el plazo de ejecución del proyecto.

VI.2.1.14.4 INDICADOR CUANTITATIVO

- Existencia de un coordinador y brigadas para control de diversas contingencias meteorológicos y por riesgos de derrames.
- Comprobantes de capacitación así como certificaciones de seguridad internacionales y nacionales.
- Planes de contingencias específicos.
- Validaciones del área de protección civil del Puerto de Tuxpan tanto para el programa de prevención de accidentes como de equipo y de su personal.
- Relación de contingencias atendidas y resultados obtenidos.
- Relación de verificación de funcionamiento de materiales y equipos de control de contingencias.

VI.2.1.14.5 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

Validaciones de protección civil de PPA, equipos y de personal

VI.2.1.14.6 UMBRALES DE ALERTA

Evidencias de derrames de hidrocarburos o vertimientos de residuos sin control

VI.2.1.15 PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE FAUNA ACUÁTICA

VI.2.1.15.1 OBJETIVOS

Disminuir los riesgos de afectación a la fauna marina que se distribuye en el AIP de operación de las embarcaciones draga.

VI.2.1.15.2 ACTIVIDADES

1. Mantener el monitoreo para verificar la presencia de especies sensibles en el AIP
2. En las embarcaciones se establecerán brigadas para la vigilancia que den aviso oportuno para reducir la velocidad de la navegación de embarcaciones draga.
3. Colocar equipo excluidor de fauna para liberar tortugas y/o crustáceos.
4. Verificar que el equipo excluidor de fauna funcione
5. Contar con registro fotográficos o videográficos de fauna excluida por los equipos
6. Capacitar al personal sobre las medidas de mitigación y de protección a las especies de fauna presentes de manera potencial en el AIP
7. Llevar la medición de ruido generado por los equipos de dragado por medio del hidrófono a fin de que se tomen decisiones sobre los niveles de ruido que se produzcan o la aplicación de medidas que minimicen la generación de ruido.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

8. Mantenimiento preventivo o correctivo para garantizar el funcionamiento óptimo de los quipos y reducir le generación de ruido y las afectaciones a las especies de fauna

VI.2.1.15.3 PERIODO DE APLICACIÓN

Durante todo el plazo de ejecución del proyecto.

VI.2.1.15.4 INDICADOR CUANTITATIVO

$$\boldsymbol{Ni} = \frac{\boldsymbol{ni+1}}{\boldsymbol{mi+1}} \left(\frac{\boldsymbol{zi\,(R1\,`1)}}{\boldsymbol{ri+1}} \quad + \boldsymbol{m1} \right)$$

Donde:
I = Año (periodo de muestreo)
N_i = Abundancia en el período de muestreo i ((1= 2,.....,k-1)
m^1 = Número de animales marcados capturados en el periodo de muestreo i
n = Número de individuos fotográficos en la muestra i (i = 1,....k=;
R_1 = Número de individuos liberados de los n_1 marcados (i= 1,.....k-1) (igual de n1 debido a que solo se fotografía).
Z1 = Suma del número de individuos foto-recapturados antes y después de la muestra i, pero no en la muestra i (i=2,....,k-1);
r_i = suma del número de individuos fotográficos de los liberados en R, que son foto-recapturados (i=2,....,k-1)

I = Indicador de reclutamiento de especies o de especies que fueron excluidas

$$I = \left(\frac{\sum(1an) PiCi}{\sum(1an) Ci} \right) x\ 100$$

DONDE

n es el número total de especies (riqueza) existentes en el ámbito de estudio

Pi es i el tanto por uno de individuos de la especie i existentes tras el proyecto
Ci es un coeficiente que depende de la importancia de las especies i y toma los siguientes valores

Ci	Clasificación
100	Especies clasificadas “en peligro de extinción o extinguidas
75	Especies clasificadas “vulnerables”
50	Especies clasificadas “Raras”
25	Especies cuyos efectivos sean reducidos, no superando a los 50 mil individuos y con clara tendencia a la disminución de sus efectivos Otras especies endémicas no consideradas en categorías anteriores
10	Especies clasificadas “De interés Especial” y no contempladas en las categorías anteriores

VI.2.1.15.5 ÍNDICES DE ÉXITO DE CUMPLIMIENTO

Evidencias de medidas de protección a la fauna

VI.2.1.15.6 UMBRALES DE ALERTA

Organismos muertos en los alrededores de las zonas de dragado

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VI.3 INDICADORES DE MONITOREO Y VIGILANCIA

Para cada uno de los procedimientos antes descritos cuyo objeto es reducir los impactos potenciales y residuales, se han establecido indicadores de verificación de éxito de cumplimiento de medidas, no obstante, a lo anterior los encargados de realizar la vigilancia ambiental podrán seleccionar otros indicadores cuantitativos que den claridad del éxito o fracaso de las medidas.

VI.3.1 OBJETIVOS DEL MONITOREO Y DE LA VIGILANCIA, ASÍ COMO DE LA MEDICIÓN

Garantizar la efectividad de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos.

VI.3.2 SELECCIÓN DE VARIABLES

Considerando que las principales acciones para el control de impactos, tienen un fin particular, cada uno de los programas tendrá variables distintas.

1.- Plan para la prevención y mitigación de la contaminación ambiental, se han seleccionado cuatro variables.

CUADRO VI-7 INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE PAISAJE

Indicador	Parámetro	Formula
Emisiones de gases producto de la combustión	Concentración de gases contaminantes	Gases procedentes de la combustión (No, SOx, SOx, CO_2, niveles de mercurio), concentraciones Inmisión de CO_2 o de otros gases $CO_2 = \frac{\sum(1\ a\ n) superficie\ de\ zona \times concentracion\ media\ en\ i}{Superficie\ total\ del\ DV\ o\ AIP}$
Control de ruido	Nivel sonoro o decibeles	Nivel de Decibeles I = Leq dB (A) en punto crítico o representativo $I = \frac{\sum(1\ a\ n) superficie\ de\ zona \times cLeq\ AdB\ (A) i}{Superficie\ total\ del\ DV\ o\ AIP}$
Ahorro de combustibles	Concentración de hidrocarburos promedio durante tres horas	$I = \frac{\sum(1\ a\ n) superficie\ de\ zona \times concentracion\ media\ en\ i}{Superficie\ total\ del\ DV\ o\ AIP}$
Calidad del agua		Se calcula mediante la expresión: $I = I_c + I_{mf} + I_g$ Donde el índice de color (Ic), el índice de materiales flotantes (Imf) y el índice de grasas, aceites e hidrocarburos (Ig) se calculan mediante la siguiente tabla: Color: Marrón / Verde / Azul o transparente IC: 2 / 1 / 0

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Indicador	Parámetro	Formula
Manejo de residuos	Control de residuos	I = Cantidad de residuos sólidos no naturales expresados en g/m_2
Control de contaminación del agua por derrames de hidrocarburos	Contaminación agua	Se calcula mediante la expresión: $I = I_c + I_{mf} + I_g$ Donde el índice de color (Ic), el índice de materiales flotantes (Imf) y el índice de grasas, aceites e hidrocarburos (Ig) se calculan mediante la siguiente tabla: Color / IC: Marrón 2; Verde 1; Azul o transparente 0
Distribución de las plumas de sedimentos		
Generación de fauna nociva	Surgimiento de plagas	Presencia de enfermedades
Capacitación del personal	Porcentaje de personal capacitado	Que el porcentaje de personal capacitado tienda a 100 porciento

2.- Protección de especies de vida acuática.

- Índices de sobrevivencia de las especies acuáticas de tipo bentónico rescatadas; sobre todo de las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Índices de especies rescatadas con excluidores

Cuadro VI-8 Indicadores de Protección de especies de vida silvestre

VARIABLE	UNIDAD DE MEDICIÓN
Índices de especies rescatadas	Especies bentónicas afectadas $I = \frac{\sum (1\ a\ n) Número\ de\ individuos\ afectados\ i \times Indice\ de\ Importancia\ de\ la\ especie\ i}{Número\ total\ de\ individuos\ de\ las\ especies\ en\ el\ AIP}$ Especies protegidas $I = \frac{\sum (1\ a\ n) Valor\ de\ conservación\ \ o\ rescatadas}{(Valor\ de\ conservación)\ sin\ proyecto\ \ en\ el\ AIP} \times 100$
Índices de sobrevivencia de las especies rescatadas incluidas especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Valores de sobrevivencia. $I = \frac{\sum (i-n)\ Coeficinte\ de\ importtancia\ o\ IVI}{(i-n)\ Coeficiente\ de\ importancia\ \text{sin}\ proyecto} \times 100$
Aumento poblacional por la aplicación de	Tamaño de la población.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

programa de restauración	
Restauración de las áreas que durante la construcción pudieran haber quedado afectadas por las maniobras del proyecto	Superficie restaurada $I = \frac{\sum(i-n)\ superficie\ unidad\ i\ \times\ Valor\ conservación\ de\ i}{Superficie\ total\ de\ AIPo\ DV}$
Índice de efectividad de rescate de especies de flora o fauna	Tamaño poblacional de las especies en especial de las catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 I = $\frac{\sum(i-n)\ Coeficinte\ de\ importtancia\ o\ IVI}{(i-n)\ Coeficiente\ de\ importancia\ \text{sin}\ proyecto}$ x 100
Tamaño de población protegida	$\boldsymbol{Ni = \frac{ni+1}{mi+1}\left(\frac{zi\,(R1\,`1)}{ri+1} + m1\right)}$ Donde: I = Año (periodo de muestreo) N_i = Abundancia en el período de muestreo i ((1= 2,.....,k-1) m^1 = Número de animales marcados capturados en el periodo de muestreo i n = Número de individuos fotográficos en la muestra i (i = 1,....k=; R_1 = Número de individuos liberados de los n_1 marcados (i= 1,.....k-1) (igual de n1 debido a que solo se fotografía). Z1 = Suma del número de individuos foto-recapturados antes y después de la muestra i, pero no en la muestra i (i=2,....,k-1); r_i = suma del número de individuos fotográficos de los liberados en R, que son foto-recapturados (i=2,....,k-1)
Ahuyentamiento o desplazamiento de la fauna o	Tamaño poblacional de las especies en especial de las catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 I = $\frac{\sum(i-n)\ Coeficinte\ de\ importtancia\ o\ IVI}{(i-n)\ Coeficiente\ de\ importancia\ \text{sin}\ proyecto}$ x 100

VI.3.3 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA TOMA DE MUESTRAS, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS, ANÁLISIS, MEDICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LAS MISMAS

El procedimiento de verificación de la efectividad de los programas antes mencionados, se realizarán a través de técnicas de observación directa, que serán registradas y bitácoras y mediante material fotográfico, que servirá de evidencia para conocer el avance de las tareas y la efectividad de las mismas, comprende.

- Diseño estadístico de la muestra y selección de puntos de muestreo
  Se efectuarán comparación de variables a través de la estandarización de las mismas partiendo de la media.
- Procedimientos de almacenamiento de datos y análisis estadístico
  Los datos se almacenarán en formato base y se aplicarán un análisis de la varianza (ANOVA) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativa.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- Logística e infraestructura

VI.3.4 CALENDARIO DE MUESTREO

Cuadro VI-9 Programas de Protección Ambiental

VARIABLE	PERIODICIDAD DEL MUESTREO
Emisiones de polvo	Semanal
Emisiones de gases producto de la combustión	
Monitoreo sonoro	
Verificaciones de que se realicen mantenimientos de vehículos y maquinaria en buen estado	Semanal
Verificación de que se apliquen riegos o humectación de áreas	Semanal
Verificación de cumplimiento de capacitación del personal	Mensual
Verificación que se cuente con equipos y brigadas para control de incendios	Mensual
Verificación de indicios de posibles incendio	Diario
Verificación de que no se realicen actividades de mantenimiento de vehículos o maquinaria	Diario
Verificación de medidas de seguridad	Diario
Limpieza y orden de áreas de trabajo	Cada tercer día
Recolección de residuos	
Limpieza de sanitarios portátiles	
Verificación de indicios de contaminantes en el suelo, en particular por las obras de construcción del muelle tres.	
Verificación de que cuentes con recipientes para almacenamiento de sólidos impregnados con sustancias tóxicas	

CUADRO VI-10PERIODICIDAD DE VIGILANCIA PARA LA PROTECCIÓN DE ESPECIES DE VIDA SILVESTRE

VARIABLE	PERIODICIDAD DEL MUESTREO
Índices de sobrevivencia de las especies de flora y fauna que se rescaten.	Mensual

CUADRO VI-11 Periodicidad para monitoreo

VARIABLE	UNIDAD DE MEDICIÓN	PERIODICIDAD DE MUESTREO
Restauración del fondo marino	Superficie de suelo con técnicas de restauración o labrada/tasas de erosión hídrica y eólica	Anual
Restauración	Unidades/Ha o ejemplares por ha	Anual
Tasas de sobrevivencia	Tasa de sobrevivencia	Anual

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

CUADRO VI-12INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

Fase	Indicador	Frecuencia	Límite de acción	Responsable
Durante vertimiento	Turbidez (mg/L)	Diario	>80 mg/L	Supervisor ambiental
Durante vertimiento	Oxígeno disuelto (mg/L)	Diario	<4 mg/L	Supervisor ambiental
Post-vertimiento	Recolonización bentónica	Trimestral	<70% del valor de control	Consultor ambiental
Post-vertimiento	Sedimentación neta	Semestral	>5 cm fuera del área de tiro	Consultor ambiental

VI.3.5 RESPONSABLES DEL MUESTREO

- Equipo de supervisores ambientales
- Biólogos
- Buzos
- Especialistas en restauración de fondos marinos

VI.3.6 PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN CUANDO SE REBASEN LOS VALORES PERMISIBLES O UMBRALES PARA CAMBIAR LA TENDENCIA

- Se aplicarán medidas correctivas, así como los ajustes necesarios.
- Procedimientos para el control de calidad.
- A través de auditorías externas.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Auditorias.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

SECRETARIA DE MARINA

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

PRESENTA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

CAPÍTULO VII

[redacted]

Contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ... VII-1

VII.1 ESCENARIOS AMBIENTALES VII-1
VII.1.1 ESCENARIO DE REFERENCIA (2026–2036): MEDIO FÍSICO VII-1
VII.1.1.1 Tendencias sin intervención (2026–2036) Medio abiótico VII-2
VII.1.1.2 Calidad que del Aire y sus funciones VII-4
VII.1.1.3 Calidad del Suelo y sus funciones VII-4
VII.1.1.4 Agua y calidad VII-4
VII.1.1.5 Paisaje VII-4
VII.1.1.6 Ecosistémico VII-5
VII.1.2 Escenario de referencia (2026–2036): medio biótico VII-6
VII.1.2.1 Tendencias sin intervención (2026–2036) VII-6
VII.1.3 ESCENARIO DE REFERENCIA (2026–2036): MEDIO SOCIOECONÓMICO VII-7
VII.2 ESCENARIO AMBIENTAL (PROYECTO SIN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN) VII-9
VII.2.1.1 Calidad del Aire y sus funciones esperadas sin medidas de mitigación VII-9
VII.2.1.2 Calidad del Suelo VII-10
VII.2.1.3 Calidad de Agua VII-10
VII.2.1.4 Paisaje VII-11
VII.2.1.4.1 Visibilidad VII-11
VII.2.1.4.2 La calidad del paisaje. VII-11
VII.2.1.5 Ecosistémico VII-11
VII.2.1.6 Fauna VII-12
VII.2.2 Escenario Dos. Proyecto con medidas de mitigación. VII-13
VII.2.2.1 Calidad del Aire y sus funciones esperada con medidas de mitigación VII-13
VII.2.2.2 Calidad del Agua con medidas de mitigación VII-13
VII.2.2.3 Calidad del Suelo con medidas de mitigación VII-14
VII.2.2.4 Cubierta Vegetal con medidas de mitigación VII-14
VII.2.2.5 Paisaje VII-15
VII.2.2.5.1 Visibilidad VII-15
VII.2.2.5.2 La calidad del paisaje. VII-15
VII.2.2.6 Ecosistémico VII-16
VII.2.2.7 Fauna VII-16
VII.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL VII-17
VII.3 ALTERNATIVAS VII-17
VII.4 CONCLUSIONES VII-18

Indice de Cuadros

Cuadro VII-1Variables Clave del Medio Físico: Escenario de Referencia 2026–2036 ..... VII-3
Cuadro VII-2Variables clave del medio biótico: escenario de referencia 2026–2036 ..... VII-6
Cuadro VII-3variables Clave del Medio Socioeconómico: Escenario de Referencia 2026–2036 ..... VII-8
Cuadro VII-4Correlación entre impactos, resiliencia y vulnerabilidad del sar (2026–2036) VII-19

VII. Pronósticos Ambientales Regionales y en su caso, evaluación de Alternativas

Con base en la metodología de análisis prospectivo de **Michael Godet (2001)**, el presente capítulo construye **escenarios ambientales contrastados** que permiten visualizar las posibles trayectorias del **Sistema Ambiental Regional (SAR)** ante la ejecución del proyecto, tanto **en ausencia como en presencia de medidas de mitigación**, a fin de orientar las decisiones hacia la **sostenibilidad y la responsabilidad ecológica**.

La prospectiva ambiental parte de una premisa esencial: *el futuro no se predice, se construye*.

El diagnóstico del Capítulo IV y la valoración de impactos del Capítulo V constituyen la base racional de esta construcción; sin embargo, el horizonte deseable se alcanza sólo si las acciones técnicas se acompañan de una visión ética y sensible hacia la vida —el componente "de corazón" al que alude Godet, donde la razón evalúa pero el compromiso humano decide.

En este contexto, la ASIPONA Tuxpan asume su papel como agente activo en la configuración de futuros ambientales posibles. Las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo VI no son únicamente instrumentos técnicos, sino decisiones de **gobernanza ambiental**, que definen el tipo de relación que la actividad portuaria establecerá con los ecosistemas del río Tuxpan y del litoral del Golfo de México durante la próxima década.

El análisis que se desarrolla a continuación presenta tres escenarios comparativos:

1. **Escenario de referencia o línea base:** condición ambiental actual sin intervención del proyecto.
2. **Escenario con proyecto y sin aplicación de medidas de mitigación:** proyección tendencial de impactos acumulativos y residuales en ausencia de gestión ambiental.
3. **Escenario con proyecto y aplicación integral de medidas de mitigación y compensación:** proyección de un futuro ambiental sostenible, resultado de la adopción plena de las estrategias preventivas, correctivas y adaptativas propuestas.

VII.1 Escenarios ambientales

VII.1.1 ESCENARIO DE REFERENCIA (2026–2036): MEDIO FÍSICO

El medio físico del SAR del Puerto de Tuxpan constituye la base estructural sobre la cual se desarrollan los procesos ecológicos y socioeconómicos del entorno costero-fluvial. Durante el periodo 2016–2025, la dinámica natural del río Tuxpan y su zona marina adyacente ha mostrado una marcada tendencia al incremento de la carga sedimentaria, al ascenso de niveles de turbidez y a la reducción de la capacidad hidráulica del canal interior, atribuible tanto a fenómenos naturales (lluvias intensas, eventos de "Norte", aportes de cuenca) como a la falta de mantenimiento sistemático de dragado.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VII.1.1.1 Tendencias sin intervención (2026–2036) Medio abiótico

El SAR estudiado 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 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.

De acuerdo a las características ambientales y socioeconómicos del SAR, en la zona continental es donde se producen la mayor parte de las fuentes de presión que van desde los cambios de uso de suelo en las llanura del SAR así actividades agrícolas, urbanas, comerciales, de transporte, la producción de energía, entre otras que implican la erosión del suelo y el aumento de terrígenos, el vertimiento de aguas residuales sobre la zona fluvial del SAR, la generación de diversos residuos sólidos de tipo urbano, la quema incompleta de combustibles fósiles que ocasionan cambios sobre la calidad del aire y agua tanto de la zona continental como de la marina.

Por su parte la zona marina está expuesta a las actividades económicas (portuarias, operación de plataformas de hidrocarburos, actividades. Recreativas y turísticas y navegación de embarcaciones marinas y pesqueras y otras que también causan presión sobre los componentes ambientales marinos.

Las zonas protegidas del SAR corresponden a dos áreas. En el continente se encuentra una pequeña porción que corresponde al sitio Ramsar Humedales y Manglares de Tuxpan y en la zona marina se localizan cuatro arrecifes del ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan.

Los sitios de mayor relevancia para el proyecto corresponden al Canal del Puerto de Tuxpan que será dragado y las zonas aledañas mientras en la zona marina propiamente corresponderá a los sitios de vertimiento, así como el canal exterior de navegación por donde navegarán los barcos draga y las zonas de circulación de las embarcaciones, así como los dos sitios de tiro para los materiales de dragado.

Si el proyecto no se ejecutara, el escenario prospectivo muestra un **deterioro progresivo del equilibrio hidrodinámico** del sistema. Los análisis hidro-sedimentológicos recientes indican que, sin dragado, el canal y las dársenas continuarían colmatándose a una tasa estimada de 6–8 cm/año, reduciendo gradualmente la profundidad operativa y generando mayores riesgos de desbordamiento en eventos de lluvia intensa.

De forma paralela, el **ncremento de sólidos suspendidos totales (SST)** afectaría la transparencia del agua, alterando la productividad primaria y provocando zonas de anoxia temporal en áreas semiconfinadas del estero y las bocanas.

En el componente marino, la falta de remoción de sedimentos finos tendería a modificar la batimetría local y los patrones de corriente, reduciendo la capacidad de

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

dispersión natural de contaminantes y favoreciendo la resuspensión por oleaje durante los eventos de “Norte”. Este comportamiento podría aumentar la turbidez de fondo hasta en un 25 % con respecto a los valores actuales, impactando la penetración lumínica y, en consecuencia, los procesos fotosintéticos.

En la atmósfera, se mantendrán las emisiones difusas derivadas del tráfico portuario y del transporte terrestre, sin variaciones significativas; sin embargo, la ausencia de un programa integral de control de combustibles fósiles limitaría la posibilidad de reducir los niveles de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el entorno inmediato al puerto.

En el componente suelo y sedimentos, el proceso de erosión de márgenes continuará, incrementando los aportes de material arcilloso y orgánico al cauce principal y reduciendo la estabilidad de taludes en áreas ribereñas, particularmente en las comunidades de Santiago de la Peña y la margen sur del canal de navegación.

Cuadro VII-1Variables Clave del Medio Físico: Escenario de Referencia 2026–2036

Componente	Condición actual (2025)	Tendencia sin intervención (2026–2036)	Estado deseable (meta ambiental)
Agua superficial (río Tuxpan y estero)	Turbidez media 25–40 UNT; SST promedio 45–60 mg/L; oxigenación moderada (6–7 mg/L).	Incremento de SST > 80 mg/L y reducción del oxígeno disuelto; riesgo de eutrofización y zonas hipóxicas.	Mantener SST < 50 mg/L y OD > 6 mg/L mediante dragado periódico y control de descargas.
Agua marina costera	Turbidez baja-moderada (10–25 UNT); dispersión controlada.	Incremento de turbidez y reducción de transparencia en la zona fótica; dispersión irregular de partículas.	Mantener transparencia > 10 m y equilibrio sedimentario mediante vertimientos controlados y monitoreo.
Atmósfera local	Concentraciones de PM_{10} ≤ 40 µg/m³; emisiones portuarias controladas parcialmente.	Estancamiento de emisiones; riesgo de incremento por tráfico y maquinaria obsoleta.	Mantener PM_{10} ≤ 35 µg/m³ mediante control de combustibles, mantenimiento y transición energética.
Suelo y sedimentos	Estabilidad moderada; erosión puntual por lluvias intensas.	Incremento de erosión y colmatación; pérdida de estabilidad en taludes fluviales.	Control de erosión y dragado regulado que mantenga equilibrio morfodinámico.
Hidrodinámica	Flujo estable en marea mixta con régimen micromareal (20–40 cm).	Disminución de velocidad de corriente; sedimentación en bocanas.	Mantener régimen de flujo estable con velocidades > 0.3 m/s y bocanas despejadas.

El escenario sin intervención muestra un **progresivo deterioro de los procesos de autorregulación del SAR**, con pérdida de capacidad de autodepuración y reducción de la eficiencia hidrodinámica tanto en el medio fluvial como en el marino. El mantenimiento del statu quo implicaría, en un horizonte de 10 años, un aumento acumulado del riesgo de inundación urbana y un descenso significativo de la calidad del agua superficial, comprometiendo la resiliencia ecológica de las comunidades acuáticas y bentónicas.

Por el contrario, el **estado deseable** se define como aquel que conserva la conectividad hidrológica, mantiene la transparencia del agua dentro de rangos normativos (NOM-001-SEMARNAT-2021) y promueve una gestión adaptativa basada en dragados planificados y monitoreo ambiental continuo, alineado con los principios del Plan Nacional de Desarrollo 2024-2030 y el POER-CRT.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

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.

VII.1.1.2 Calidad que del Aire y sus funciones

Captura de carbono y generación de oxígeno. La presencia de la cubierta de vegetación nativa y arbórea sobre el SAR es muy reducida ya que en la zona continental existe un bajo porcentaje de zonas que preservan cubierta vegetal que solo alcanzan 200.73 ha (0.10 %), por lo tanto la captura de CO2 es baja considerando la escaza cubierta de vegetación.

La calidad del aire se considera buena debido a la acción de los vientos que domina en el SAR en particular para la zona marina, sin embargo el SAR no está libre de contaminantes atmosféricos.

VII.1.1.3 Calidad del Suelo y sus funciones

Calidad del suelo. La porción terrestre del SAR corresponde a zonas altamente urbanizadas con una incipiente presencia de cubierta vegetal, de esta forma es posible afirmar que este componente está prácticamente perdido y las zonas donde se preserva su calidad es mínima alcanzado tan solo un 0.10 % del SAR, de esta forma existe un bajo control de la erosión y por ende el aporte de terrígenos en la cuenca del Rio Tuxpán es muy elevada.

VII.1.1.4 Agua y calidad

El SAR comprende un 98.2 % de cuerpo de agua, la mayor proporción corresponde a la zona marina. Acorde a los estudios que se han realizado en materia de contaminación se encuentra que el agua del Rio Tuxpan presenta buena calidad .según el sistema de monitoreo de la CONAGUA-, aunque la misma se ve afectada y disminuida por las aguas servidas y residuos sólidos que se vierten en el propio Río Tuxpan y sus ríos tributarios, disminuyendo la calidad en particular durante las estaciones de lluvia.

El efecto de la calidad del agua alcanza la zona marítima ya que la pluma de contaminación se puede extender a varios kilómetros hacia la zona marina. La calidad del agua del Rio Tuxpán afecta la zona marina, sin embargo no es la única fuente de presión ya que en la zona marina suelen presentarse derrames de combustibles y el vertimiento de sustancias que también merman la calidad del agua ocasionando efectos tales como la afectación de las zonas de coral y la perdida de servicios ecosistémicos.

VII.1.1.5 Paisaje

De acuerdo a la descripción presentada en el capítulo IV de esta MIA R, se encuentra lo siguiente.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

La visibilidad del paisaje sobre el nivel del mar es variable, los valores más altos se encuentran en la parte centro y sur del SAR ya que son los punto donde la altitud es mayor y las estructuras del paisaje son más complejas.

La visibilidad bajo nivel no varía de manera significativa con respecto a la zona continental, ya que la parte marina del SAR es una zona plana que presenta algunos bajos como son los arrecifes de coral que en este caso son los que alcanzan mayores valores en el paisaje.

La calidad del paisaje intrínseca es mayor en la zona terrestre por los tipos de paisaje que se encuentran, la zona terrestre presenta lomerío, valle o llanura y zona litoral terrestre la zona de mayor calidad es la porción acuática que pertenece a los Humedales y Manglares de Tuxpan mientras en la zona marina la parte de paisaje de mayor calidad corresponde al arrecife de Tuxpan.

La fragilidad visual es baja. En la parte terrestre la zona más frágil corresponde a una pequeña porción del Ramsar Humedales y Manglares de Tuxpan que abarca 21.087 ha. En la zona marina las áreas frágiles corresponden a los cuatro arrecifes del ANP APFF Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan que abarcan 443.17 ha. Dicha zonas frágiles suman 464.24 ha que corresponden al 0.25% respecto del SAR.

VII.1.1.6 Ecosistémico

El SAR presenta diferentes estados de conservación, la zonas más conservadas alcanzan un 0.25% que coinciden con las zonas frágiles,. Las mismas como se indicado corresponden a los arrecifes de coral, así como a la porción del sitio Ramsar Humedales y Manglares de Tuxpan. La mayor parte del SAR corresponde a la zona marina frente al Puerto de Tuxpan con gran actividad antropogénica por la navegación de embarcaciones comerciales, la presencia de plataformas de hidrocarburos, actividades turísticas y otras que producen presiones sobre los componentes marinos reduciendo la integridad y naturalidad como ecosistema., como han sido algunos derrames de hidrocarburos frente al Puerto de Tuxpan registrados en julio del año 2018[1], la explotación de gas, la operación de las plataformas de petróleo offshore en el Golfo de México, cuyas actividades ocasionan merma en la riqueza y biodiversidad así como en los servicios ecosistémicos tales como la productividad primaria y la producción pesquera.

La zona fluvial del Rio Tuxpán en el SAR presenta por su parte un nivel de conservación reducido provocadas por las actividad portuaria y las de tipo urbano, que generan gran presión sobre los elementos del medio en especial sobre la calidad de agua y de los sedimentos lo que implica que no existan condiciones para el establecimiento de comunidades bentónicas, estables o para el desarrollo de comunidades biodiversas.

No obstante a lo anterior en el SAR están reportadas especies potenciales que deben ser protegidas para evitar su afectación, tal como fue indicado en el capítulo IV de la presente MIA R, tales como la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), el cocodrilo Moreleti

[1] https://imagendelgolfo.mx/estado/derrame-de-hidrocarburos-afecta-sistema-arrecifal-lobos-tuxpan/450555

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

(*Crocodylus moreletii*), la tortuga de Guadalupe (*Trachemys venusta cataspila*), así como delfín mular (*Tursiops truncatus*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*).

VII.1.2 Escenario de referencia (2026–2036): medio biótico

El medio biótico del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Puerto de Tuxpan refleja una interacción compleja entre los ecosistemas fluviales, estuarinos y marinos. Los resultados del diagnóstico ambiental 2025 evidencian una **reducción sostenida de la productividad primaria**, acompañada de **pérdida de diversidad bentónica y presión creciente sobre especies de interés ecológico y de protección especial**, particularmente aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VII.1.2.1 Tendencias sin intervención (2026–2036)

Si no se ejecuta el proyecto de dragado, el escenario prospectivo indica una **degradación continua de los hábitats acuáticos**, provocada por la acumulación de sedimentos finos, la eutrofización de zonas confinadas y el deterioro de la calidad del agua.

Las comunidades **fitoplanctónicas y zooplanctónicas** reducirían aún mas su densidad y diversidad debido a la disminución de la luz disponible en la zona fótica, afectando la base trófica del sistema y la disponibilidad de alimento para peces y macroinvertebrados.

En el ambiente marino, la ausencia de mantenimiento en los canales y dársenas propiciaría u **aumento en la sedimentación de fondo**, limitando la recolonización bentónica y restringiendo los microhábitats que sustentan especies demersales y nectónicas.

Cuadro VII-2Variables clave del medio biótico: escenario de referencia 2026–2036

Componente	Condición actual (2025)	Tendencia sin intervención (2026–2036)	Estado deseable (meta ambiental)
Productividad primaria	Reducción leve en el canal interior; zonas eutróficas localizadas.	Disminución progresiva de la productividad en 20–30 %, pérdida de transparencia y oxigenación.	Mantener productividad estable mediante control de turbidez y dragado ambiental programado.
Fitoplancton y zooplancton	Diversidad moderada (10–20 % por debajo de registros 2015–2018).	Descenso sostenido de diversidad por aumento de sólidos suspendidos y baja penetración lumínica.	Recuperar niveles de diversidad ≥ 2015 mediante mejora de calidad del agua y reducción de descargas.
Bentos marinos	Dominancia de especies oportunistas y baja biomasa.	Pérdida de hábitat por acumulación de sedimentos; lenta recolonización natural.	Restauración activa de fondos marinos tras vertimientos; recolonización controlada post-dragado.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Componente	Condición actual (2025)	Tendencia sin intervención (2026–2036)	Estado deseable (meta ambiental)
Ictiofauna	Riqueza específica media-baja (22–26 sp.).	Reducción de abundancia y cambios en estructura trófica; presión pesquera constante.	Restablecer hábitats de alimentación y refugio con monitoreo pesquero y control de turbidez.
Cocodrilo de río (C. moreletii)	Poblaciones localizadas en márgenes vegetadas; categoría Pr.	Fragmentación de hábitats ribereños; desplazamientos forzados por ruido y tráfico.	Establecer corredores ribereños y monitoreo poblacional durante dragados.
Tortugas marinas y delfines	Presencia ocasional; sin áreas de anidación.	Evitación de zonas portuarias por ruido; riesgo de colisión con embarcaciones.	Mantener corredores migratorios seguros con zonas de exclusión y monitoreo acústico.
Corales (SALT)	Estrés subletal por sedimentación y temperatura.	Aumento de deposición fina; riesgo de blanqueamiento parcial.	Mantener sedimentación < 5 mg/cm²/día mediante vertimientos controlados y monitoreo.

El escenario biótico sin intervención se caracteriza por un **proceso de simplificación ecológica**: la pérdida gradual de diversidad específica, la disminución de la productividad y la fragmentación de hábitats críticos.

Sin dragados regulados ni programas de mitigación, el sistema perdería capacidad de carga biológica, reduciendo su resiliencia frente a eventos hidrometeorológicos extremos y a la presión portuaria.

El **estado deseable** propone la recuperación funcional del ecosistema mediante la integración de dragados con criterios ecológicos, el fortalecimiento de la conectividad entre hábitats fluviales y marinos, y la implementación de monitoreos adaptativos de fauna y calidad de agua que permitan sostener la productividad primaria y la estabilidad de las comunidades bentónicas y nectónicas.

VII.1.3 ESCENARIO DE REFERENCIA (2026–2036): MEDIO SOCIOECONÓMICO

El contexto socioeconómico del área de influencia del Puerto de Tuxpan se encuentra determinado por una fuerte relación entre la **actividad portuaria, la dinámica urbana** y la **disponibilidad ambiental del sistema fluvial-marino**.

Durante la última década, la expansión de infraestructura y servicios logísticos ha contribuido al crecimiento económico local, pero también ha acentuado la presión sobre el medio físico y biótico, generando desafíos en materia de gestión ambiental y riesgo climático.

En ausencia de la ejecución del programa de dragado de mantenimiento y manejo ambiental asociado, el sistema portuario y su entorno urbano experimentarían una serie de **impactos acumulativos de carácter indirecto**:

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

- **Reducción de la operatividad portuaria:** el progresivo azolvamiento de los canales y dársenas limitaría el ingreso de embarcaciones de gran calado, afectando la competitividad del puerto frente a otros del Golfo de México.
- **Incremento del riesgo de inundación:** la disminución de la capacidad hidráulica del río Tuxpan generaría mayores probabilidades de desbordamiento durante los eventos de lluvia extrema y ciclones tropicales, afectando colonias ribereñas y zonas bajas del centro urbano.
- **Pérdida de empleos temporales y servicios asociados al dragado:** al no desarrollarse las actividades programadas, se reducirían las oportunidades de trabajo local y la contratación de servicios auxiliares (combustibles, transporte, hospedaje, alimentación, mantenimiento).
- **Deterioro de la percepción social del puerto:** el incremento de lodos, malos olores y proliferación de residuos flotantes disminuiría la calidad paisajística y turística del estuario, reforzando la percepción de contaminación.
- **Desarticulación institucional:** la falta de monitoreo ambiental continuo dificultaría la coordinación entre la ASIPONA, SEMAR, CONAGUA y los municipios para atender emergencias y evaluar indicadores de sostenibilidad.

En términos más amplios, este escenario sin intervención consolidaría un modelo de desarrollo **reactivo y no preventivo**, en el cual los costos ambientales y sociales derivados del deterioro ecológico superarían los beneficios económicos de corto plazo.

Cuadro VII-3variables Clave del Medio Socioeconómico: Escenario de Referencia 2026–2036

Componente	Condición actual (2025)	Tendencia sin intervención (2026–2036)	Estado deseable (meta ambiental y social)
Operación portuaria	Capacidad funcional del 85 %, limitada por sedimentación periódica.	Reducción de calado útil y pérdida de competitividad; mayores costos de mantenimiento.	Mantener operatividad ≥ 95 % mediante dragado planificado y control ambiental permanente.
Riesgo de inundaciones urbanas	Elevado en márgenes bajas (zona centro y Santiago de la Peña).	Incremento de eventos de anegamiento por menor capacidad de conducción del río.	Reducir riesgo mediante dragado preventivo y obras de protección fluvial.
Empleo local y economía portuaria	Generación de 600–800 empleos temporales y servicios conexos.	Reducción de empleos y dinamismo económico; pérdida de inversión logística.	Mantener flujo económico sostenible con empleos verdes y servicios ambientales certificados.
Percepción social y calidad paisajística	Aceptación moderada; preocupación por contaminación visual y olfativa.	Deterioro del paisaje fluvial y percepción negativa del puerto.	Mejorar percepción social mediante ordenamiento visual y monitoreo público transparente.
Gestión ambiental institucional	Coordinación parcial entre ASIPONA, SEMAR, DGIRA y municipio.	Falta de mecanismos de seguimiento y pérdida de trazabilidad ambiental.	Fortalecer sistema interinstitucional de vigilancia y gestión adaptativa del SAR.

El escenario socioeconómico sin intervención revela una tendencia al **desequilibrio funcional entre desarrollo económico y sostenibilidad ambiental**, donde la pérdida de operatividad portuaria y el aumento de vulnerabilidad social convergerían en un entorno de mayor riesgo climático y menor resiliencia urbana.

El **estado deseable** se orienta hacia un modelo portuario sostenible, que incorpore la planificación ambiental como instrumento de competitividad y reduzca las

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

desigualdades derivadas de los impactos ambientales, integrando la participación ciudadana y la transparencia institucional.

VII.2 ESCENARIO AMBIENTAL (PROYECTO SIN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN)

La situación actual y las tendencias ambientales del SAR están completamente relacionadas con la dinámica socioeconómica de las localidades urbanas del SAR, del Puerto de Tuxpán, de las que realizan en la zona marina - plataforma continental- frente al Puerto de Tuxpan así como en la zona fluvial del Rio Tuxpan, se prevé que sin los dragados que se realizar en Canal de Tuxpan, el mismo se seguiría azolvándose lo que implicaría la disminución de la capacidad de respuesta del Puerto de Tuxpan y problemas de navegación en el canal exterior e interior, además del detrimento de calidad del fondo y de la columna agua por la acumulación mayor de sedimentos así como residuos y de alguna forma de la disponibilidad de nutrientes y de sustancias que podrían causar la eutrofización del agua del Rio Tuxpán así como incrementos de las concentraciones de sustancias contaminantes..

Los dragados de mantenimiento que se realizan sobre el Rio Tuxpan permiten a la fecha mantener la movilidad que los sedimentos sean removidos y que no se concentren sustancias que a la larga pueden ser toxicas, causar la eutrofización por el incremento de nutrientes, así como perder profundidad en la columna de agua, causando anoxia y posibles generaciones de plagas.

Es preciso decir que los dragados que se solicitan son básicamente de mantenimiento, mismos que se vienen desarrollando cada vez de manera más constante ya que la tendencia en la cuenca del Rio Tuxpán es la de mayor pérdida de cubierta. Vegetal lo que repercute en el arrastre de material particulado a la cuenca baja que en este caso corresponde a la desembocadura del Rio Tuxpan en la Plataforma Continental.

Los dragados resolverán varias situaciones no solo aumentar la capacidad del Puerto de Tuxpan si no también mejorar las condiciones hidrodinámica y de la calidad del agua del Rio.

Las características esperadas por componente, pueden ser.

VII.2.1.1 Calidad del Aire y sus funciones esperadas sin medidas de mitigación

Los dragados pueden producir presión sobre la atmosfera por el uso de combustibles como es la "*Disminución de la calidad del aire por emisión de PM10 y gases producto de la combustión de diésel marino y otros combustibles por los barcos draga*".

Los efectos negativos se producirán de manera constante por los 10 años del proyecto por los equipos de los barcos draga, estos contaminantes será dispersados por las corrientes del viento, y dada la reducida presencia de vegetación en el SAR, se espera que las emisiones no sean captadas en su totalidad las emisiones atmosféricas sin medidas de mitigación se acumularán a las que se emiten por otras fuentes móviles y fijas del SAR.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VII.2.1.2 Calidad del Suelo

El desarrollo de los dragados no tiene efecto directo sobre el suelo ya las actividades no se realizaran sobre el suelo, sin embargo la generación de residuos sólidos que se producirán sobre las embarcaciones podrían ser dispuestos de manera inapropiada por los prestadores de servicios podrían destinarse a sitios donde podrían generar impactos negativos que pueden ir desde contaminación hasta causar efectos tóxicos y en suma la disminución de la calidad del suelo por la descomposición de residuos, la generación de fauna indeseable e incluso nociva, malos olores, e incluso obstrucción de cursos de agua.

Dichos efectos se pueden producir en caso de que las embarcaciones no se aseguren de que los residuos sean separados debidamente, y que los mismos sean entregados a prestadores autorizados y con capacidad de manejarlos debidamente.

VII.2.1.3 Calidad de Agua

Uno de los elementos ambientales que pueden resultar más alterados es la calidad del agua tanto de la zona a dragar como de las áreas donde se realizarán los vertimientos de material de dragado.

Como se indicó el índice de calidad del agua por los registros de la Red de Monitoreo de la CONAGUA muestran que a lo largo del Río Tuxpán existen variaciones de los valores de la calidad de agua relacionados con las actividades económicas como son la agricultura y las descargas de agua de asentamientos humanos, y que misma disminuye en las estaciones de lluvia o por los efectos de ciclones o de tormentas tropicales que incidir sobre el Río Tuxpan, que ocasionan que la basura y partículas suspendidas, se eleven.

La calidad del agua se alterará durante los trabajos de dragado ya que implicará la re-suspensión de sedimentos lo que pondrá en suspensión partículas y liberará sustancias atrapadas en los sedimentos del canal, aunque es importante mencionar que las cantidades que se liberarán serán bajos en concentraciones de metales y de otras sustancias ya que los estudios de CRIT mostraron que los sedimentos no corresponden a materiales tóxicos o peligrosos. Se espera que la re-suspensión sea temporal. Asimismo se prevé que la re- suspensión ocurra al momento de verter las aguas que se filtren por los equipos de la draga y aumentara el tiempo de turbulencia en el canal, el tiempo de re suspensión de sedimentos depende en gran medida del flujo y de la hidrodinámica del Rio Tuxpan que puede alcanzar velocidades de hasta 452.75 m^3/s (gasto reportado en el Capítulo IV de la presente MIA R) dado que es un cuerpo lotico se espera que sea poco duradero.

En lo que respecta a los sitios de vertimiento se prevé que la mayor parte de los materiales que se verterán se concentren en los puntos donde se disponga el producto de dragados, los materiales menos densos se re suspenderán en la columna de agua creando turbidez y las partículas se mantendrán floculando dependiendo de su densidad así como de las corrientes de agua que se comportarán acorde a los modelos de dispersión de partículas que se encuentran anexos en el Capítulo VII. Se espera que los sedimentos en suspensión se sedimenten nuevamente y de dispersen alrededor de los montículos que se formarán. La turbidez perdurará y podría causar disminución de la

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

productividad primaria en las áreas en especial en la zona fótica lo que puede aumentar el estrés de la zona marina.

Los cambios de que se producirán en la calidad del agua pueden depender de las técnicas de dragado y de vertimiento.

VII.2.1.4 Paisaje

Acorde a las valoraciones del paisaje, y durante el tiempo en que se realicen los dragados y vertimientos sin la aplicación de las medidas de mitigación producirán los siguientes efectos.

VII.2.1.4.1 Visibilidad

La presencia de las embarcaciones en el canal de Tuxpan no causará modificaciones importantes sobre la visibilidad del paisaje, ya que se trata de una zona portuaria donde suelen navegar diversas embarcaciones.

El establecimiento del Muelle Tres cambia de manera definitiva una porción de la zona fluvial sin embargo es acorde al uso de esta área, ya que los terrenos corresponden a la zona portuaria del municipio.

VII.2.1.4.2 La calidad del paisaje.

Los cambios en la calidad del paisaje que se esperan por el desarrollo de los dragados y la construcción del Muelles Tres, se producirán bajo nivel del agua en el rio y en el mar dentro de la columna de agua, por tanto no serán percibidos por la mayor parte de las personas, los efectos visibles bajo el agua podrán ser observados en las actividades de buceo, es probable que los efectos puedan alcanzar las zonas de arrecifes de coral aunque se espera que los efectos sean menores.

VII.2.1.5 Ecosistémico

Los cambios ecosistémicos que prevén sobre el factor ecosistémicos corresponden a: a) Afectación temporal del hábitat de organismos de tipo bentónico de los sitios que se dragarán, b) Pérdida de hábitat para las especies bentónicas en los sitios de tiro, c) Afectación a las especies de arrecifes de coral, y d) Disminución de la Productividad primario de la zona fluvial y en la zona marina, los mismos están relacionados con los cambios que se producirán sobre la calidad de la columna de agua y por los cambios en los fondos de la zona fluvial así como de la zona marina.

Se espera que la productividad primaria en el caso del Río Tuxpan sea temporal, ya que la turbidez que se producirá en la columna de agua y de sólidos en suspensión pueden ser arrastrados por la dinámica de las corrientes del propio rio, mientras que en la zona marina puede permanecer por un poco más de tiempo y ser más alta debido a las cantidades que será vertidas en los sitios seleccionados.

Las plumas se sedimentos que se producirán en ambos casos van a depender en gran medida de la propia hidrodinámica del SAR y por lo tanto la pérdida de productividad será más relevante en la zona marina.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Para el caso de la perdida de hábitat el efecto será definitivo o permanente en las zonas donde se realizarán las actividades del proyecto, en el caso del Canal del Río Tuxpan será permanente y la recuperación será menor debido a la actividad del Puerto de Tuxpán, que es muy alta y el Canal en una zona altamente perturbada que no permite el establecimiento de comunidades, mientras en los sitios de tiro si bien la pérdida puede perdurar por los 10 años del proyecto es posible que con el paso del tiempo se pueda ir repoblando esta zona.

VII.2.1.6 Fauna

Los impactos previstos para la fauna en el capítulo V pueden ser. a) Afectación a la vida silvestre por liberación de toxicas para la vida silvestre durante el movimiento de sedimentos, b) Desplazamiento y desorientación de la fauna acuática por ruido y c) Afectación a la fauna acuática como delfines por posibles colisiones con la durante navegación de barcos draga.

Dadas las características CRIT de los sedimentos que se dragarán se prevé que la liberación de sustancias tóxicas solo corresponda a los metales, aunque por las concentraciones encontradas serán mínimos los efectos de toxicidad sobre el agua y es muy probable que la afectación sea mínima.

El desplazamiento y desorientación de la fauna acuática se espera básicamente para los mamíferos marinos potenciales de la región que se indicaron en el capítulo IV, la incidencia será mínima y el efecto es acumulable ya que en el SAR navegan diversos tipos de embarcaciones que ya producen efectos de desplazamiento de fauna.

El punto anterior es similar para el caso de las posibles colisiones, la presencia de mamíferos es reducida y el efecto es acumulativo.

Los mamíferos marinos en la zona norte del Golfo de México como es el caso del SAR, han comenzado a utilizarse como bioindicadores del estado de salud del ecosistema marino, ya que en esta zona se realizan actividades pesqueras y petroleras de gran impacto económico para la región (Serrano et al., 2007[2]), uno de los mamíferos marinos en estudio son las toninas o delfines *T. truncatus*,). Los delfines de la especie T. *Truncatus* son organismos oportunistas y presentan una gran flexibilidad de comportamiento (plasticidad), esto es muy evidente y diverso en cuanto a sus técnicas y tipo de alimentación (Reynolds et. al., 2000). La mayoría de los avistamientos de delfines ha sido en las costas asimismo se ha reportado poco movimiento de toninas entre las zonas Tamiahua-Tuxpan, y por esta razón son usualmente avistadas en la misma área, se calcula que en la zona de Tuxpan existen una población de 180 ejemplares (Valdez-Arellanez, et. al. 2011[3]) y las toninas son avistadas con más frecuencia en la zona de Tamiahua que en Tuxpan, es muy probables que la mayor abundancia en Tamiahua se deba a una menor perturbación por la navegación de embarcaciones que en la zona de

[2] *Serrano, A., L. Zavaleta-Lizárraga, I. Martínez-Serrano. 2007. Uso de delfines y tortugas marinas como indicadores del estado de salud del ecosistema marino en la zona norte del golfo de México. Informe técnico. Universidad Veracruzana-PEMEX Exploración y Producción, Tuxpan, Veracruz. 197 p.*

3 Valdes-Arellanes Michelle P., Serrano1 Arturo, Heckel Gisela, Schramm Yolanda e Martínez-Serrano Ibiza, 2011, Abundancia de dos poblaciones de toninas (Tursiops truncatus) en el norte de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 227-235, 2011.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

Tuxpan. Es por ello que también la incidencia puede ser más baja en la zona de navegación de los barcos draga hacia los sitios de tiro.

VII.2.2 Escenario Dos. Proyecto con medidas de mitigación.

El Escenario ambiental "con el proyecto y con medidas de mitigación", a diferencia del escenario anterior, sería menos adverso.

VII.2.2.1 Calidad del Aire y sus funciones esperada con medidas de mitigación

Considerando los efectos que podrían derivarse hacia el factor atmosférico por las emisiones, se espera que las embarcaciones puedan minimizar las mismas con las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI, entre ellas las más importantes son.

1) Realizar todas las acciones posibles para el ahorro de consumo de energéticos
2) Aprovechar o instalar equipamiento para la generación de energía alterna en las embarcaciones
3) Realizar una planeación de los dragados maximizando el aprovechamiento de los combustibles
4) Aplicar mantenimiento a los equipos a fin de garantizar su buen funcionamiento y reducir emisiones
5) Asegurarse del uso de combustible reglamentario y de baja emisiones de Sox

Dichas medidas disminuirán las emisiones de gases que pueden afectar la calidad del aire y será de gran importancia la vigilancia de las medidas propuestas y la evaluación a fin de lograr mejoras.

Se espera que la realización del proyecto sume emisiones más en ningún momento se rebasen los límites permitidos por la normatividad mexicana y de esta manera no se esperan impactos de tipo significativos en el AIP o SAR, se prevé que es factible hacer un consumo responsable y minimizar las emisiones atmosféricas y contribuir con los objetivo de la Ley de Cambio Climático.

VII.2.2.2 Calidad del Agua con medidas de mitigación

La calidad del agua para el proyecto será el factor donde pueden ocurrir los cambios más drásticos tanto por las acciones de corte y succión de sedimentos que puede dejar estelas o plumas de sedimentos en la columna de agua del fluvial así como las plumas o nubes de sedimentos que se producirán durante el vertimiento del material de dragado en la zona marina. Será inminente la aplicación estricta de las medidas propuestas en los apartados del capítulo VI, en especial

1) La aplicación del manejo integral de residuos sólidos con el cual se minimizará cualquier riesgo de vertimiento de residuos hacia el agua fluvial o marina,
2) La ejecución y verificación de los planes de contingencias que reducirán y controlarán las posible descargas y/o vertimientos accidentales de sustancias tóxica o peligrosa así como de residuos sólidos hacia el agua del rio y/o mar,
3) La verificación del funcionamiento óptimo de los sistemas de separación y de tratamiento de aguas residuales y de aguas sentinas en los barcos draga,

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

4) La verificación del buen funcionamiento de equipos de combustión que impidan la liberación de sustancias como aceites y o hidrocarburos a la columna de agua,
5) El monitoreo y vigilancia de las plumas de sedimentos y del transporte de las partículas de los materiales que servirán para evaluar la efectividad de las técnica de vertimiento y el desarrollo de las mejoras necesarias como es perfeccionar las técnicas de vertimiento o la selección de fechas que disminuyan el aporte de sedimentos a zonas frágiles o sensibles del SAR.

Con dichas acciones se prevé que la ASIPONA Tuxpan será capaz de minimizar y controlar los riesgos de alteración de la calidad del agua.

VII.2.2.3 Calidad del Suelo con medidas de mitigación

Considerando que los impactos hacia el suelo por la realización del proyecto pueden atribuirse a la generación de residuos sólidos de diferentes tipos y en especial a los de tipos peligrosos incluidos tóxicos e infecto contagiosos, se prevé que estos se pueden anular con un excelente seguimiento de las medidas propuestas en el capítulo VI, mediante.

1) La ejecución de un plan de manejo integrado de residuos que permita la correcta separación de los residuos, y con ello se impidan derrame accidentales sobre el agua y la transferencia de contaminantes al suelo
2) Se cuente con empresas y personal calificado para asegurar el óptimo manejo, traslado, disposición final e incluso el tratamiento de residuos en aras de reducir al máximo los impactos sobre el medio y en especial del suelo.
3) Se cuente con mecanismos de trazabilidad del origen y destino final de los residuos y de las aguas residuales que reducan al máximo cualquier afectación al medio y en especial al suelo
4) Se realice el monitoreo y la evaluación continua de la efectividad de las medidas y estrategias de mitigación de impactos.
5) Se apliquen las medidas de un plan de contingencias para impedir riesgos ambientales que puedan afectar al medio.

Con las medidas antes dichas, se espera que el proyecto pueda tener el control correcto y resultados óptimos sobre el manejo de residuos y que no se produzcan mermas en la calidad de los suelos del SAR.

VII.2.2.4 Cubierta Vegetal con medidas de mitigación

La cubierta vegetal dentro del SAR del proyecto que nos ocupa es mínima, como se indicó anteriormente, dada la distancia de la zona donde se realizarán los dragados y vertimientos, se prevé que no existirá impacto directo o indirecto sobre la cubierta vegetal, ya que en ningún momento se pretende que las dragas tengan relación de esta forma se prevé que la cubierta de vegetación no se alterará por este proyecto.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VII.2.2.5 Paisaje

VII.2.2.5.1 Visibilidad

La visibilidad del paisaje sobre el nivel del mar no se verá afectada por la operación de las embarcaciones draga que participarán en el proyecto debido a que la zona corresponde a una zona portuaria donde se pueden visualizar otras embarcaciones de esta forma no se prevén cambios relevantes.

Los cambios de visibilidad podrán ser percibidos bajo el nivel del mar, ya que en la zona de dragado y descarga de material del producto de dragados se espera un aumento de la turbidez y dispersión de partículas, el efecto de disminución de la visibilidad se puede producir principalmente en los sitios de descarga o tiro donde se prevé la presencia de partículas suspendidas y por lo tanto turbidez, Cabe decir que las zonas de tiro no corresponden a sirios de interés arqueológico o de presencia de atractivos turísticos y de esta forma le perdida de visibilidad en el fondo marino no será un punto de controversia social. Por otra parte considerando la dispersión de partículas se prevé que un poco más de 1 % de los vertimiento podría alcanzar los arrecifes del Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan sin embargo dada las distancia de más de 11 Km entre los sitios de tiro y los arrecifes, se prevé que el aporte de sedimentos en ese radio debe minimizarse en gran forma.

No obstante a lo anterior, las medidas de monitoreo y seguimiento permitirán evaluar las afectaciones, y determinar si existen efectos sobre la visibilidad de zonas que son atractivas para la práctica del buceo y de ser preciso hacer las mejoras a las actividades de vertimiento de dragado.

Por lo anterior se espera que con las medidas de mitigación se logre mitigar el efecto sobre la visibilidad del paisaje submarino.

VII.2.2.5.2 La calidad del paisaje.

Con la aplicación de las medidas de mitigación como son.

1) Controlar el acceso de las dragas hacia zonas frágiles y/o vulnerables mediante el conocimiento de las rutas de navegación
2) Realizar la separación de los residuos y cuidar que los mismos sean trasladados de manera constante y que no se disperse en las zonas de trabajo, zonas conservadas y otras, sobre todo tener control de cualquier posible derrame de sustancias como aceites, lubricantes y otros que pueden deteriorar el medio
3) Mantener los equipos y maquinaria en buen estado y afinada para impedir emisiones atmosféricos significativas
4) Mantener vigilancia y capacitación del personal en todo momento para que no se ocasionen impactos por extracción de recursos, para que se impida el uso de fuego,
5) Se tengan organizadas las brigadas contra incendio y contra con planes para atender cualquier contingencia
6) Reducir los tiempos de trabajos al máximo

Se espera que con las medidas de prevención y mitigación se logre mantener la calidad de paisaje y evitar efectos adversos.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VII.2.2.6 Ecosistémico

Con las medidas ofrecidas en el capítulo VI se espera disminuyan las transformaciones ambientales a nivel ecosistémico, como son: a) Afectación temporal del hábitat de organismos de tipo bentónico de los sitios que se dragarán, b) Pérdida de hábitat para las especies bentónicas en los sitios de tiro, c) Afectación a las especies de arrecifes de coral, y d) Disminución de la Productividad primario de la zona fluvial y en la zona marina, los mismos están relacionados con los cambios que se producirán sobre la calidad de la columna de agua y por los cambios en los fondos de la zona fluvial así como de la zona marina.

Se mantendrá la vigilancia y monitoreos del comportamiento de las plumas y así como del transporte de partículas hacia las zonas frágiles y sensibles del SAR, que en este caso corresponden a los cuatro arrecifes del Sistema Arrecifal Lobos Tuxpán.

La evaluación del comportamiento de las plumas y del material en suspensión permitirá se desarrollen mejoras a las técnicas de vertimiento, así como la selección de las fechas más apropiadas para llevar a cabo los vertimientos y minimizar los efectos de turbidez y por ende de disminución de la productividad del mar.

Por otra parte, se espera que la diminución o la perdida de hábitat en los sitios de tiro pueda recuperarse con acciones que permitan la restauración de los fondos marinas, como es la nivelación del relieve, así como el sembrado de arrecifes artificiales y establecimiento de organismos sésiles que promuevan la colonización de diversas formas de vida acuática y con ello se pueda minimizar el impacto del proyecto sobre el fondo marino

Se prevé que las actividades del proyecto junto con las acciones de mitigación podrán ser de gran ayuda para garantizar el funcionamiento del canal de Tuxpan, ayudar a que el Rio Tuxpan se mantenga en buenas condiciones ecológicas y que las actividades de recuperación de los sitios de tiro permitan la recuperación paulatina para hacerle frente a las perturbaciones ambientales que ocurren en esa región.

VII.2.2.7 Fauna

Para el caso de la fauna, se espera que las medidas puedan disminuir los efectos identificados para la fauna como son. a) Afectación a la vida silvestres por liberación de toxicas para la vida silvestre durante el movimiento de sedimentos, b) Desplazamiento y desorientación de la fauna acuática por ruido y c) Afectación a la fauna acuática como delfines por posibles colisiones con la durante navegación de barcos draga.

Se prevé que no existirán afectaciones sobre la misma y que las embarcaciones draga podrán controlar cualquier efecto sobre la fauna mediante el seguimiento de las medidas propuestas.

Sera indispensable se presenten informes periódicos que aseguren la protección de las especies de fauna.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

VII.2 Pronóstico Ambiental

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 así 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 medidas y tomar las mejores decisiones, así 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.

VII.3 Alternativas

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,

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

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.4 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.
- Reducciñon de riesgos para la poblacionasentada en los margenes del Rio Tuxpan
- 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.

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

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 VII-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./m²), cobertura coralina (%).
Productividad primaria	Disminución por turbidez y anoxia.	Estabilización y recuperación del índice trófico.	Alta.	Biomasa fitoplanctónica (mg/m³).
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.

De esta manera, el **estado deseable 2026–2036** se define como un **entorno ecológicamente funcional, socialmente seguro y económicamente competitivo**, donde la interacción entre la ASIPONA, las autoridades ambientales y la comunidad portuaria garantice la protección de los elementos naturales y el cumplimiento del artículo 4° constitucional: *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar."*

Geyser 28 int 206, Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Ciudad de México, evillalobos5@me.com, 5580311546

SECRETARIA DE MARINA

Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

PRESENTA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

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

ANEXOS CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA DE LAS FRACCIONES ANTERIORES

[redacted]

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA DE LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Para dar cumplimiento al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregará un ejemplar impreso con cuatro copias magnéticas que contienen toda la información impresa de las cuales uno será utilizado para consulta pública, incluyendo imágenes, planos e información que complementan la información presentada.

Adicional a la Manifestación Impacto Ambiental, se integró un resumen, que da cuenta de manera breve, de los apartados más importadas de la MIA-R; este resumen también se incluye en la copia magnética.

VIII.1 ANEXOS

VIII.1.1 PLANOS DEFINITIVOS

Dentro de los anexos se agrega la carpeta “planos” la cual los contienen formato DWG y formato PDF.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

En los anexos fotografías se agregan todas las fotografías con relación al proyecto

VIII.1.3 VIDEOS Y OTROS ANEXOS

Dentro de la carpeta se agregaron los siguientes Anexos:

1. Anexo Legal
   - 1.1 Documentación del Promovente
   - 1.2 Documentación del responsable Técnico
   - 1.3 Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/01380
2. Anexo Técnica
   - 2.1 Informe de dragados
   - 2.2 Anexo análisis de calidad de agua
   - 2.3 Anexo CRIT
   - 2.4 Anexo hidrodinámico
   - 2.5 Anexo biótico

2.6 Anexo fotográfico

3. Anexo Planos
   3.1 Planos Generales
   3.2 Planos del Muelles Tres
   3.3 Planos Batimétricos

4. Anexo electrónico
   4.1 KMZ
   4.2 Shapes

IX BIBLIOGRAFIA

Anguiano Téllez, María Eugenia. (2005). Rumbo al norte: nuevos destinos de la emigración veracruzana. Migraciones internacionales, 3(1), 82-110. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-89062005000100004&lng=es&tlng=es.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. p. 609.

Ashford OS, Kenny AJ, Barrio Froján CRS, Horton T, Rogers AD., 2019. Investigating the environmental drivers of deep-seafloor biodiversity: A case study of peracarid crustacean assemblages in the Northwest Atlantic Ocean. Ecol Evol. 2019 Nov 27;9(24):14167-14204. doi: 10.1002/ece3.5852. PMID: 31938511; PMCID: PMC6953587.

Battelle-Columbus Laboratories. 1972. Environmental evaluation system. Springfield, Massachusetts.

Bojorquez Tapia, L., y Ortega Rubio, A. (1983). Las Evaluaciones de Impacto Ambiental. Conceptos yMetodologías. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, México.

Botello, A. V., 1995. Contaminación por hidrocarburos y metales pesados. p. 27-29; 215-230. In: A. Botello (responsable) Evaluación Geoquímica Ambiental y Diagnosis de la Zona Costera de Veracruz: Lagunas de Tamiahua, Pueblo Viejo y Tampamachoco. Informe final de Proyecto de Investigación CONACYT 3232-T9308.345 p.

Botello, A.V., y L.G. Calva, 1998. Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Pueblo Viejo, Tamiahua and Tampamachoco lagoons in the Southern Gulf of México. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 60: 96-103

Castillo-Rivera, M., Zamora-Tovar, A., & Ortiz-Burgos, S. (2014). Environmental influence on fish assemblage structure in a tropical estuarine system of Mexico. Environmental Biology of Fishes, 97(5), 575–589.

Castillo-Rivera, M., Zamora-Tovar, A., & Ortiz-Burgos, S. (2014). Environmental influence on fish assemblage structure in a tropical estuarine system of Mexico. Environmental Biology of Fishes, 97(5), 575–589.

Chávez-Veintemilla, C., Pezo, R., & Vasquez, E. (2020). Diversidad planctónica de los cuerpos de agua en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto - Perú. Revista del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 29(2), 353-370. https://doi.org/10.24841/fa.v29i2.536.
Chávez-Veintemilla, C., Pezo, R., & Vasquez, E. (2020). Diversidad planctónica de los cuerpos de agua en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto - Perú. Revista del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 29(2), 353-370. https://doi.org/10.24841/fa.v29i2.536
Clark, B. D., K. Chapman, R. Bisset y P. Wathern. 2014. Methods of environmental impact analysis. Built Environment, 4 (2): 111–121.

CONABIO. 2020. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Registros de ejemplares. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

CONAGUA. 2022. Disponibilidad de Cuencas hidrológicas archivo vectorial escala 1:1,000,000. Comisión Nacional del Agua.

Díaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. Science, 321(5891), 926–929.

Díaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. Science, 321(5891), 926–929.

Dickerson Dena, Welp Timothy, Willis Stephen, and Novy Douglas, 2018, Use of an Acoustic Camera to Evaluate the Performance of Tickler Chains and Draghead Deflectors for Sea Turtle Protection during Hopper Dredging in the United States of America consultado en: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1053406.pdf

Ellis, E. A.; Romero, J. A.; Hernández, I.U.; Gallo, C. A.; Alanís, J. L., 2012, Evaluación geográfica de áreas susceptibles a inundación en la cuenca del río Tuxpan, Veracruz Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 16, núm. 1, 2012, pp. 7-28 Universidad de Colima.

Environmental Protection Agency (EPA). (2015). National Estuary Program Coastal Condition Report. EPA-620/R-15/002. U.S. Environmental Protection Agency.

Environmental Protection Agency (EPA). (2015). National Estuary Program Coastal Condition Report. EPA-620/R-15/002. U.S. Environmental Protection Agency.

Estrada, A. & Coates-Estrada, E. (1999). Las Selvas Tropicales Húmedas de México: Recurso Poderoso pero Vulnerable. FONDO DE CULTURA ECONOMICA. Serie La Ciencia desde México. p. 191.

Fuentes J.J.A. 2010. Cuencas y áreas naturales protegidas: el manejo integrado de los recursos naturales en el Pico de Tancítaro, Michoacán, Gaceta Ecológica, núm. 64, julio-septiembre, 2002, pp. 35-71. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Distrito Federal, México.

Galván Mendoza Alda Bertha, 2013, Calidad Bacteriológica y Riesgo Sanitario de las playas norte de Tuxpan, Ver, Tesis para obtener el título de especialista en Impacto Ambiental. Universidad Veracruzana.

González-González Marlene, De la Cruz-Francisco Vicencio, Morales-Quijano Itzel y Orduña-Medrano Rosa Estela, 2016, Diversidad y cobertura de la comunidad bentónica del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México.

Guo, H., Wang, J., Zhou, F., et al. (2024). Seasonal variations of phytoplankton diversity in a subtropical estuary under anthropogenic pressures. BMC Ecology and Evolution, 24, 315.

Guo, H., Wang, J., Zhou, F., et al. (2024). Seasonal variations of phytoplankton diversity in a subtropical estuary under anthropogenic pressures. BMC Ecology and Evolution, 24, 315.
H. Barrios-Piña, 2H. Ramírez-León, 3C. Rodríguez-Cuevas y 4F. Torres-Bejarano, 2014, Estudio Hidrodinámico y de Dispersión de Plumas Térmicas en Zonas Costeras. XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica Santiago, Chile, agosto 2014.

Hall, S. J., Raffaelli, D., & Gurney, W. S. (2015). Marine Ecological Processes. Springer. Hallegraeff, G. M. (2010). Harmful algal blooms: A global overview. In Manual on Harmful Marine Microalgae (pp. 25–49). UNESCO.

Hall, S. J., Raffaelli, D., & Gurney, W. S. (2015). Marine Ecological Processes. Springer.

Hallegraeff, G. M. (2010). Harmful algal blooms: A global overview. In Manual on Harmful Marine Microalgae (pp. 25–49). UNESCO.

Hernández-Trujillo, S., Esquivel-Herrera, A., & Gasca, R. (2010). Copepod assemblages from the Mexican Atlantic Ocean. Crustaceana, 83(5), 593–611.

Hernández-Trujillo, S., Esquivel-Herrera, A., & Gasca, R. (2010). Copepod assemblages from the Mexican Atlantic Ocean. Crustaceana, 83(5), 593–611.

INEGI, 2016, Estudio de información integrada de la Cuenca Río Tuxpan, Estadística y Geografía, México: INEGI, c2010. 90 p. ISBN 978-607-530-004-7.

INEGI. 2001. Conjunto de datos vectoriales de información fisiográfica, escala 1:1,000 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

INEGI. 2001. Conjunto de datos vectoriales de información vectorial de topoformas, escala 1:1,000 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

INEGI. 2004. Guía para la interpretación de cartografía: edafología. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

INEGI. 2004. Guía para la interpretación de cartografía: edafología. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

INEGI. 2007. Conjunto de datos vectoriales de información vectorial de edafología, escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

INEGI. 2015. Conjunto de datos vectoriales de información geológica escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

INEGI. 2015. Conjunto de datos vectoriales de información geológica escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

INEGI. 2017. Conjunto de datos vectoriales de información vectorial de uso de suelo y vegetación serie VI, escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.
INEGI. 2018. Conjunto de datos vectoriales de información climática escala 1:1000 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

Iván Franch-Pardo, Pedro S Urquijo, y Brien Napoletano, 2020, Paisaje en México: bases conceptuales y aplicaciones.
Jauregui Ostos Ernesto y Soto Mota Consuelo, 1975 La vertiente del Golfo de México. Algunos aspectos fisiográficos y climáticos consultado en: https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/5331/199521P75.pdf?sequence=2&isAllowed=y
Krebs, C.J. (1985) Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row, New York.

Macías Hernández Patricia Guadalupe, 2015, Determinación de metales pesados (Pb, Cd, Cr) en agua y sedimentos de la zona estuarina del río Tuxpan, Veracruz. Tesis para obtener el título de maestra en ciencias. Universidad Veracruzana.

Mancilla-Villa y Reyes Óscar Raúl, Ortega-Escobar Héctor Manuel, Ramírez-Ayala Carlos, Uscanga-Mortera Ebandro, Ramos-Bello Rosalía -Ortigoza Amada Laura, 2012, metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Ouebla y Veracruz, México. Rev. Int. Contam. Ambie. 28 (1) 39-48, 2012.

Maruri Cruz Maura, 2012, Evaluación de la Comunidad de los Corales Pétreos del Arrecife no emergente Oro Verde, Tuxpan, Veracruz, Tesis para obtener el grado de maestría en Ciencias, Universidad Veracruzana.

Mills, K., & Kemps, O. (2016). Generation and release of sediments by hydraulic dredging: A review (WAMSI Dredging Science Node Report, Project 2.1). Western Australian Marine Science Institution. Recuperado de https://wamsi.org.au/app/uploads/2019/10/Dredging-Science-Final-Report-PROJ-2.1-Generation-of-Sediments-by-Dredging-Review-Mills-Kemps-June-2016.pdf

Montoya Ayala Francisco, Padilla Ramírez Jorge y Stanford Camargo Sergio, 2003, Valoración de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salina (Puebla), México, Boletín de la AGE, No 35.

Moreno E. Claudia, 2001, Métodos para medir la Biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1., primera edición.

Mostacedo, B. & Fredericksen, T.S. (2000) Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia, Bolfor. p.92

Osorio, O., A. Valiente–Banuet, P. Dávila y R. Medina. (1996). Tipos de vegetación y diversidad B en el valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 59:35–58.

Pedrazzini C, 1978Facies, Ambientales y Desarrollo de la Plataforma Cretácica de Tuxpan-Tecolutla (Faja de Oro) Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXXIX, No. 2, p.p. 118-125, septiembre 1978 http://dx.doi.org/10.18268/BSGM1978v39n2a14

Pedro S. Urquijo y Gerardo Bocco, 2011, Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010Journal of Latin American Geography, 10 (2), 2011 © Conference of Latin Americanist Geographers.

Ramírez Astaíza, C. (2022). Evaluación de la vulnerabilidad en arrecifes coralinos por contaminación con petróleo crudo ligero en el área de Lobos Tuxpan y aledaños ubicados en el Golfo de México. (trabajo de grado - pregrado). Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de https://hdl.handle.net/10614/14271.

Ramírez, A, Kot, CY, Piatkowski, D. 2017. Review of sea turtle entrainment risk by trailing suction hopper dredges in the US Atlantic and Gulf of México and the development of the ASTER decisión support tool. Sterling (VA): US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study BOEM 2017-084. 275 pp.

Ramos Sánchez Arisbeth, 2017, Análisis de la calidad del agua del río Tuxpan en los municipios de Álamo Temapache y Tuxpan Veracruz. Tesis para lograr el título de Especialista en Gestión de Impacto Ambiental en la Universidad Veracruzana.

Reid, P. C., Borges, M. F., & Svendsen, E. (2000). Phytoplankton variability in the North Atlantic. Progress in Oceanography, 45(2–4), 121–146. https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00012-6

Reid, P. C., Borges, M. F., & Svendsen, E. (2000). Phytoplankton variability in the North Atlantic. Progress in Oceanography, 45(2–4), 121–146. https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00012-6
REYNA-GONZALEZ, Pedro César; ROMERO-HERNANDEZ, Elizabeth y LORENZO-ROSAS, Juan Andrés. Comportamiento espacial de la pesca artesanal en el litoral de Veracruz, México. Rev. biol. mar. oceanogr. [online]. 2019, vol.54, n.2 [citado 2023-12-14], pp.180-193. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572019000200180&lng=es&nrm=iso>. Epub 19-Ago-2019. ISSN 0718-1957. http://dx.doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1889

Richardson, C. J., King, R. S., Qian, S. S., Vaithiyanathan, P., Qualls, R. G., & Stow, C. A. (2007). Estimating ecological thresholds for phosphorus in the Everglades. Environmental science & technology, 41(23), 8084-8091.

Ruíz Barradas Alfredo, Miranda Alonso Saul, Tejeda Martínez Adalberto y Flores Zamudio Humberto, 2010, Climatología en: Benítez-Badillo, G.y Welsh-Rodríguez, C., Eds., Patrimonio Natural. Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz (pp. 65-84), Gobierno del Estado de Veracruz-Universidad Veracruzana.

Rzedowski, J. (1978) La vegetación de México. Limusa, México, p. 432

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). Norma oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la federación (DOF). 30 de diciembre de 2010.

Serrano, A., L. Zavaleta-Lizárraga, I. Martínez-Serrano. 2007. Uso de delfines y tortugas marinas como indicadores del estado de salud del ecosistema marino en la zona norte del golfo de México. Informe técnico. Universidad Veracruzana-PEMEX Exploración y Producción, Tuxpan, Veracruz. 197 p.

Suárez-Morales, E., Elías-Gutiérrez, M., & Martínez, J. (2017). Diversity and distribution of zooplankton in Mexican aquatic systems. Hydrobiologia, 798(1), 1–18.

Suárez-Morales, E., Elías-Gutiérrez, M., & Martínez, J. (2017). Diversity and distribution of zooplankton in Mexican aquatic systems. Hydrobiologia, 798(1), 1–18.

Tejeda Martínez Adalberto, Pérez Méndez Martha, y Méndez Pérez Irving, 2016, Un laboratorio natural del clima: La interacción costa-montaña en el centro del Golfo de México, Quehacer Científico, Publicación de la Universidad veracruzana, consultado en https://www.uv.mx/peccuv/general/un-laboratorio-natural-del-clima-la-interaccion-costa-montana-en-el-centro-del-golfo-de-mexico/.

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.

Trannum HC, Setvik S, Norling K, Nilsson HC. Rapid macrofaunal colonization of water-based drill cuttings on different sediments. Mar Pollut Bull. 2011 Oct;62(10):2145-56. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.07.007. Epub 2011 Aug 23. PMID: 21864862.

Valdes-Arellanes Michelle P., Serrano1 Arturo, Heckel Gisela, Schramm Yolanda e Martínez-Serrano Ibiza, 2011, Abundancia de dos poblaciones de toninas (Tursiops truncatus) en el norte de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 227-235, 2011.

Van Rijn, L. C. (2013). Environmental impacts of dredging and reclamation projects. Journal of Marine Science and Engineering, 1(1), 14–39. https://doi.org/10.3390/jmse1010014
Villalobos-Zapata, G., Gutiérrez-Aguirre, M. A., & Arreola-Lizárraga, J. A. (2010). Macrofauna bentónica en estuarios del Golfo de México: indicadores de calidad ambiental. Revista de Biología Tropical, 58(3), 1239–1256.

Villalobos-Zapata, G., Gutiérrez-Aguirre, M. A., & Arreola-Lizárraga, J. A. (2010). Macrofauna bentónica en estuarios del Golfo de México: indicadores de calidad ambiental. Revista de Biología Tropical, 58(3), 1239–1256.
Wagh, C. H. y M. G. Gujar. 2014. The environmental impact assessment by using the Battelle method. International Journal of Science and Research, 3 (7): 82–86.

Páginas web de interés:

CENAPRED. 2023. Impactos socioeconómicos de desastres naturales de 200 al 2023. Consultado en: https://datos.gob.mx/busca/dataset/impacto-socioeconomico-de-desastres-de-2000-a-2023

CONAPO. 2023. Indicadores poblacionales. Consultado en: http://indicadores.conapo.gob.mx/Proyecciones.html

CONEVAL. 2024. Medición de Pobreza. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Consultado en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Rezago_social_AGEB_2010.aspx

INAFED. 2023. Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Secretaria de Gobernación. Consultado en: http://www.snim.rami.gob.mx/

CONABIO. 2023. Regiones Prioritarias consultado en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

CONANP. 2023. Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Consultado en: https://www.gob.mx/conanp

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-luis-r%c3%ado-colorado_m%c3%a9xico_3985604.

INECC, 2014, Monitoreo Ambiental y Evaluación de la Calidad del Agua en las Costas del Golfo de México y Mar Caribe. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/343480/CGACC_2014_Monitoreo_Ambiental_CONAGUA.pdf

https://imagendelgolfo.mx/estado/derrame-de-hidrocarburos-afecta-sistema-arrecifal-lobos-tuxpan/450555

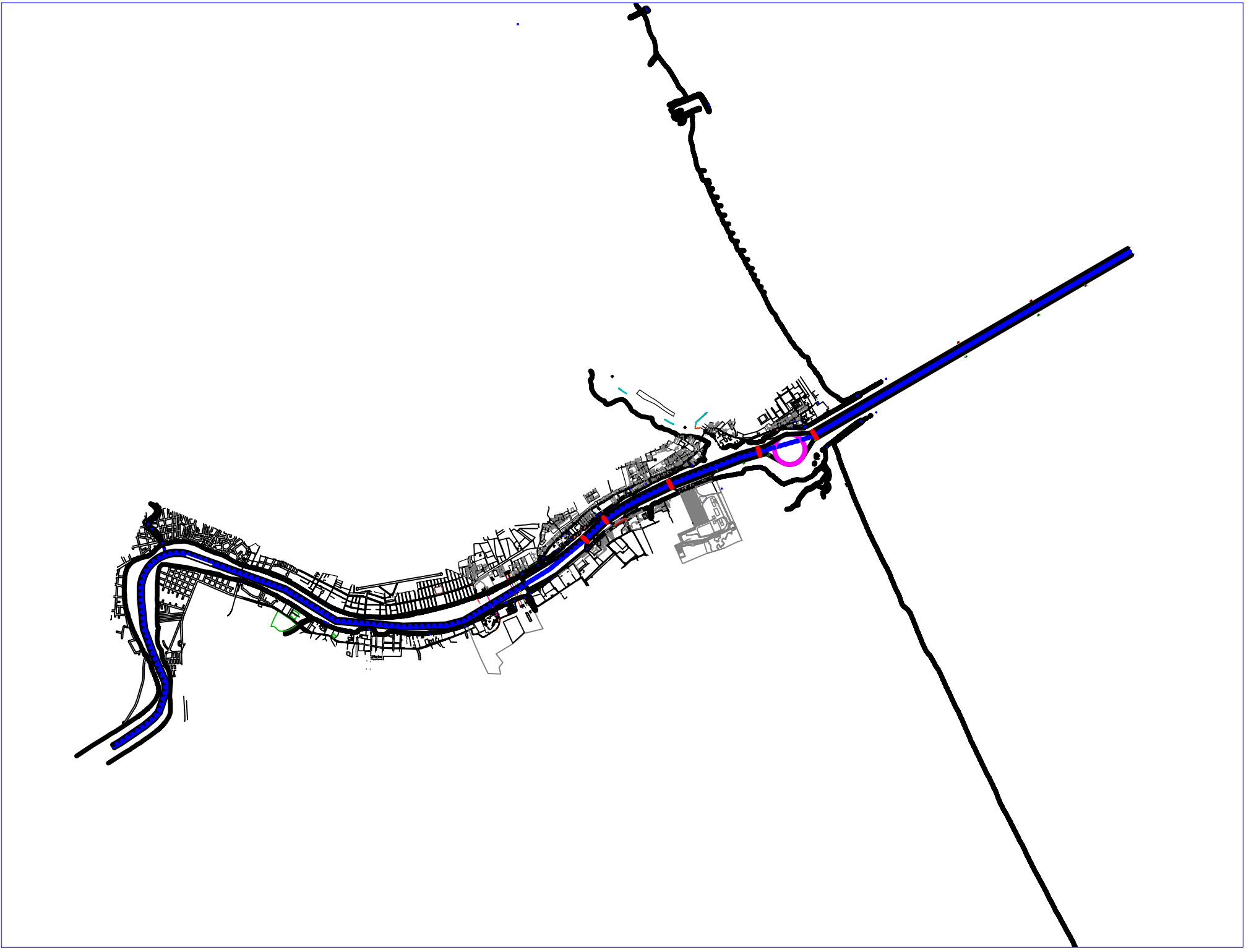
https://escuelasmex.com/municipio/tuxpan-veracruz-de-ignacio-de-la-llave

Acuerdo por el que se da a conocer el plan de Manejo Pesquero de Atún Aleta amarilla https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5391713&fecha=11/05/2015&print=true

CONAPESCA. Municipio: Tuxpan. Disponible en: https://conapesca.gob.mx/wb/cona/tuxpan

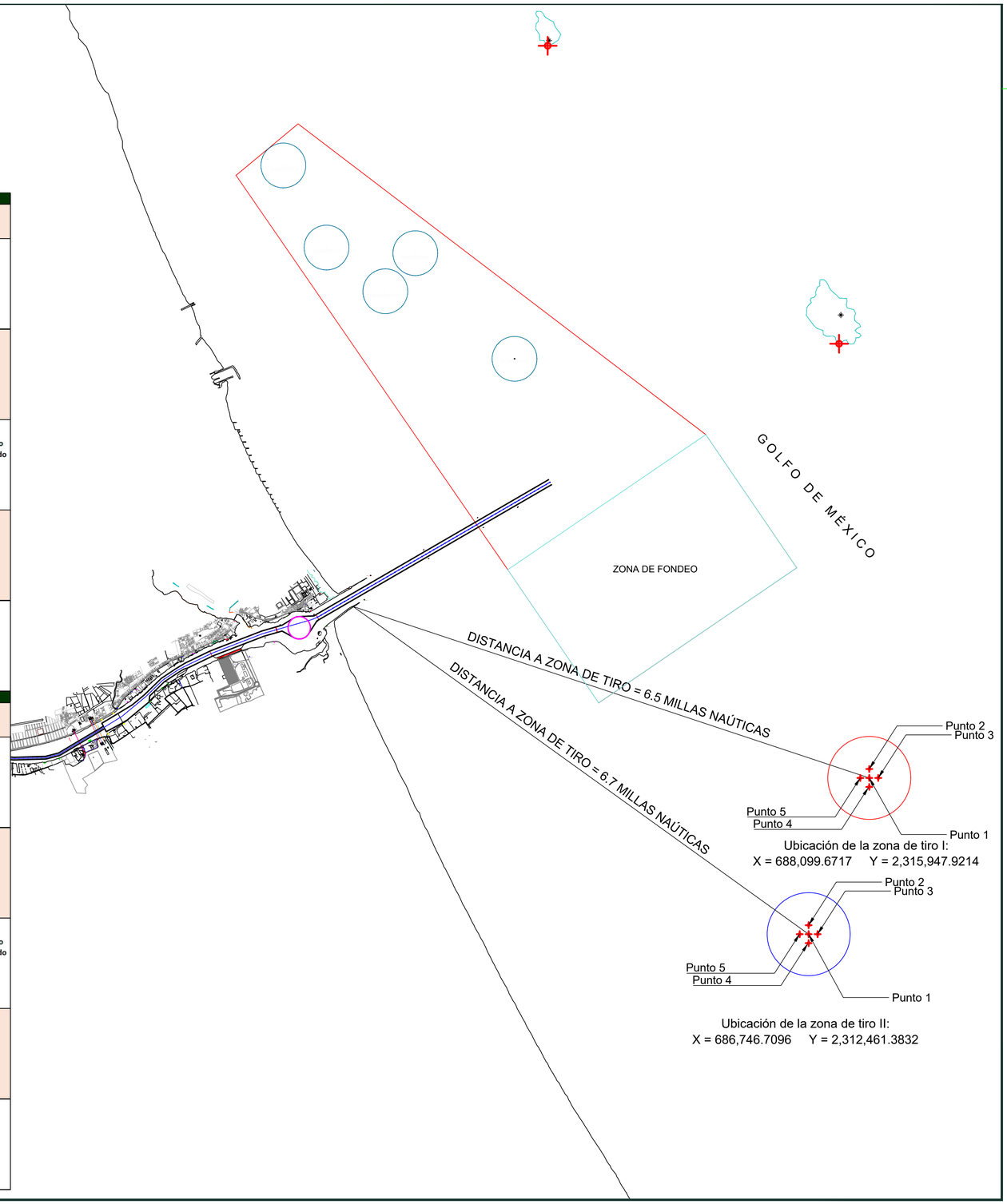
SEDESOL. Informe Anual Sobre la situación de Pobreza y Rezago Social de Tuxpan Veracruz. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41784/Veracruz_189.pdf

INECC, 2018, Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, consultado en. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf



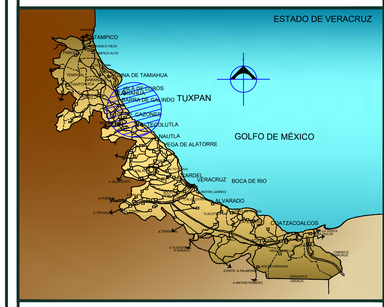
MUESTRAS EN ZONA DE VERTIMIENTO I EN EL MAR.						
NO. DE PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS EN UTM	PARAMETROS	SUPERFICIE	MEDIO	FONDO
PUNTO 1	LAT. 20° 56` 2.86000" N LONG. 97° 11` 28.330" W	X= 688,099.6717 Y=2,315,947.9214	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela	1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (0 metros)		
PUNTO 2	LAT. 20° 56` 10.319" N LONG. 97° 11` 27.944" W	X= 688,099.672 Y=2,316,147.921	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela		1muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (10 metros)	
PUNTO 3	LAT. 20° 56` 3.744" N LONG. 97° 11` 21.101" W	X= 688,299.672 Y=2,315,947.921	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela			1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (23 metros)
PUNTO 4	LAT. 20° 55` 57.315" N LONG. 97° 11` 28.101" W	X= 688099.672 Y=2315747.921	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela	1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (0 metros)		
PUNTO 5	LAT. 20° 56` 3.890" N LONG. 97° 11` 34.944" W	X= 687899.672 Y=2315947.921	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela		1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (13 metros)	

MUESTRAS EN ZONA DE VERTIMIENTO II EN EL MAR.						
NO. DE PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS EN UTM	PARAMETROS	SUPERFICIE	MEDIO	FONDO
PUNTO 1	LAT. 20° 54` 10.000" N LONG. 97° 12` 16.500" W	X= 686,746.7096 Y=2,312,924.3832	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela	1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (0 metros)		
PUNTO 2	LAT. 20° 54` 17.458" N LONG. 97° 12` 16.117" W	X= 686,746.7096 Y=2,312,661.3832	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela		1muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (10 metros)	
PUNTO 3	LAT. 20° 54` 10.882" N LONG. 97° 12` 9.275" W	X= 686,946.7096 Y=2,312,461.3832	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela			1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (23 metros)
PUNTO 4	LAT. 20° 54` 4.272" N LONG. 97° 12` 16.272" W	X= 686,746.7096 Y=2,312,261.3832	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela	1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (0 metros)		
PUNTO 5	LAT. 20° 54` 10.787" N LONG. 97° 12` 23.115" W	X= 686,546.7096 Y=2,312,461.3832	• Turbidez • Solidos Suspendidos Totales • Solidos Disueltos • Oxígenos Disuelto • DBO • Coliformes fecales y totales • Enterococos • Salmonela		1 muestra = inicio dragado 1 muestra= final del dragado (13 metros)	





LOCALIZACION NACIONAL



LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

ORIENTACIÓN

RUBRO:

"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DE "DRAGADO DE CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN INTERIOR AGUAS ARRIBA DE LA DÁRSENA DE CIABOGA II, Y DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CANAL EXTERIOR HASTA LA DÁRSENA DE CIABOGA II Y DÁRSENAS DE MANIOBRAS DE MUELLES EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

NOMBRE DEL PLANO:

PLANTA GENERAL DE TOMA DE MUESTRAS EN LA ZONA DE TIRO I Y EN LA ZONA DE TIRO II

FECHA : JULIO 2023

ACOTACION : METROS

No. DE PLANO: ASIPONATUX-PG-MIA-CZA-07-23-2

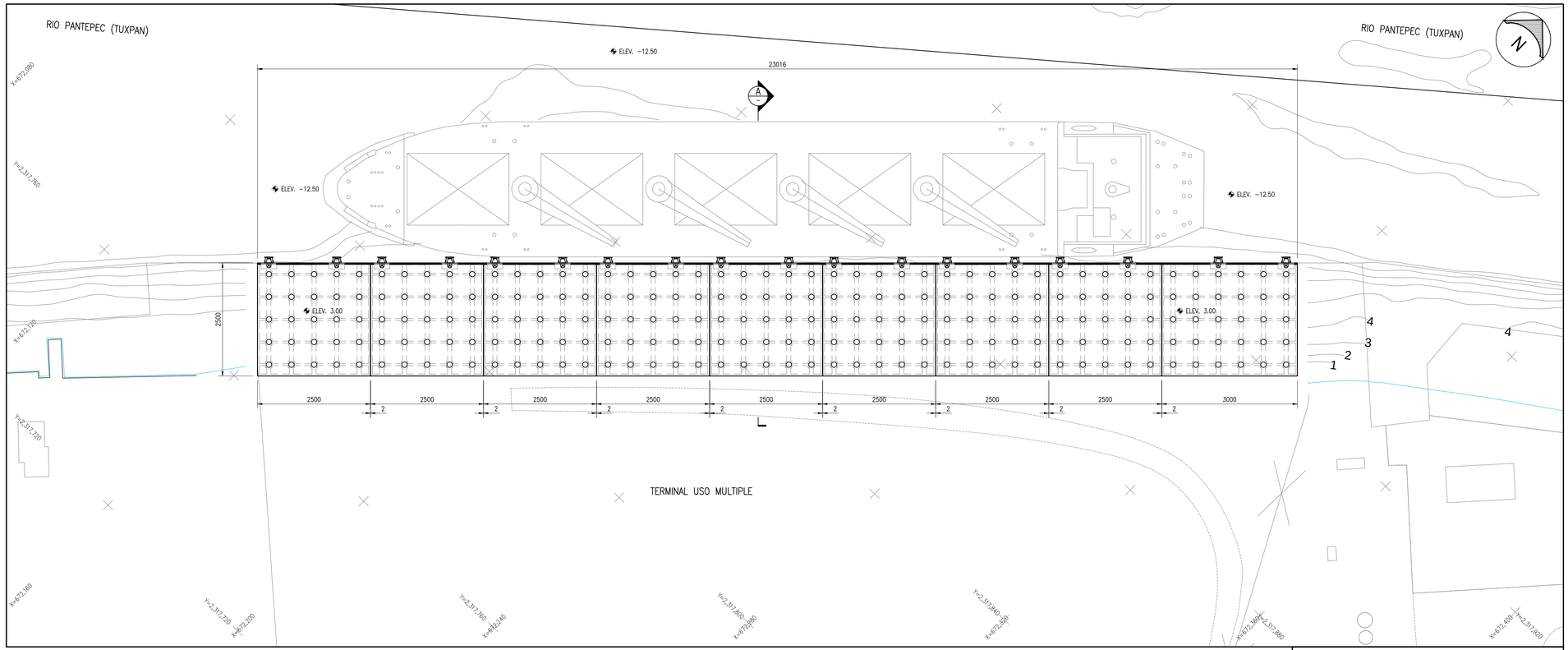
MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN, S.A. DE C.V.

AUTORIZÓ:

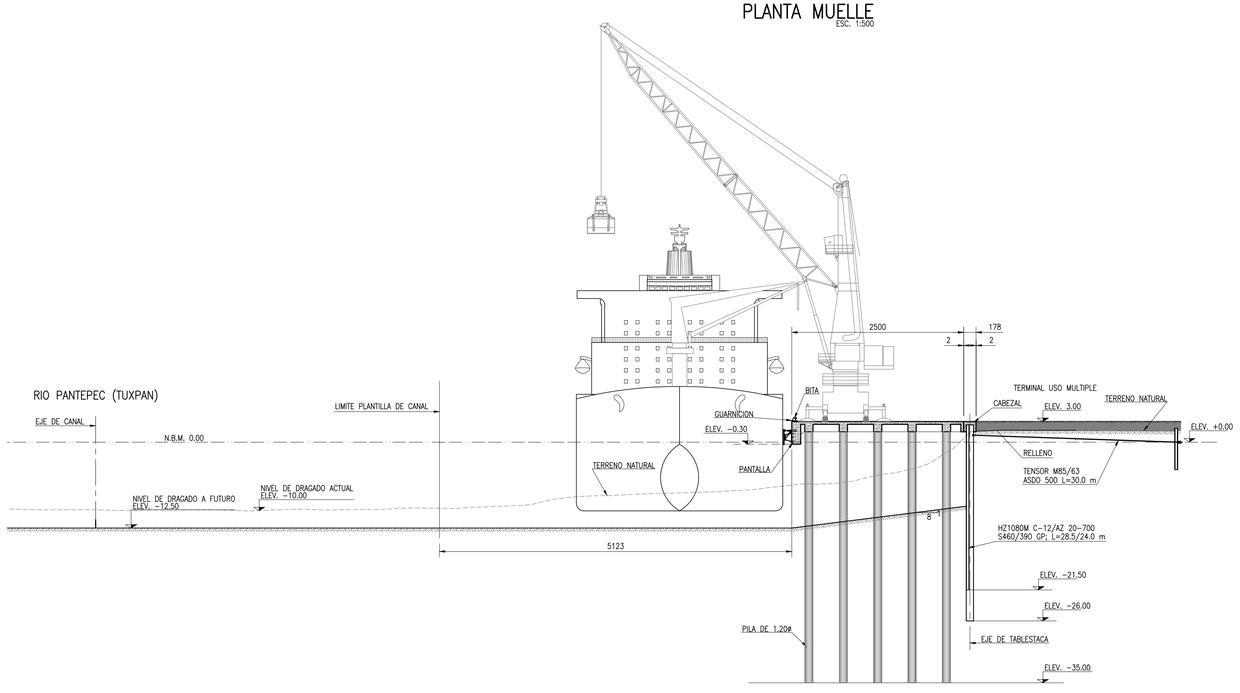
REVISÓ:

DIBUJÓ:



PLANTA MUELLE
ESC. 1:500

ESCALA GRAFICA
0 2 5 10 20 30 40 50
ESCALA 1:500 METROS



CORTE A-A'
ESC. 1:400

DATOS TECNICOS

Peso Total de Grúa	610 ton
Máxima Carga	100 ton
Máxima Carga en Operación	710 ton
Número de Ejes	10
Base de Apoyo (Largo)	18.30 m
Base de Apoyo (Ancho)	13.00 m
Pad Estabilizador (Largo)	4.50 m
Pad Estabilizador (Ancho)	2.00 m
PadsEstabilizadores por Esquina	1

GRUA EN MODO DESPLAZAMIENTO

Carga Uniformemente Repartida Durante el Desplazamiento	
Área Cubierta	216.78 m²
Largo de Área Cubierta	19.50 m
Ancho de Área Cubierta	11.10 m
Carga Uniformemente repartida en Área Cubierta	2.81 t/m²
Presión Bajo las Ruedas	
Carga por Eje	61 ton
Llantas / Eje	4
Carga / Llanta	15.25 ton
Área de Apoyo / Llanta	1,690 cm²
Presión Bajo Llanta	9.02 kg/cm²

INGENIERIA

[redacted]

LOCALIZACION



LAT. 20°57'08" NORTE, LONG. 097°20'33" OESTE

NOTAS.-

1.- ELEVACIONES EN METROS ACOTACIONES EN CENTIMETROS
2.- ELEVACIONES REFERIDAS AL N.B.M.
3.- TRABAJAR ESTE PLANO CON LOS GEOMETRICOS.
4.- PREVIO A LA CONSTRUCCION, VERIFICAR COTAS, EJES Y PAÑOS, CONTRA PLANOS GEOMETRICOS.
5.- EL CONCRETO EMPLEADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES TENDRA UNA RESISTENCIA F'c=350 Kg/cm². RESISTENTE A LOS SULFATOS
6.- EL CONCRETO EMPLEADO PARA FABRICACION DE LOS APOYOS TENDRA UNA RESISTENCIA F'c=150 Kg/cm².

TUXPAN
COORDINACIÓN GENERAL DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE

ADMINISTRACION PORTUARIA INTEGRAL DE TUXPAN S.A. DE C.V.

[redacted]

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

COORDINACION GENERAL DE PUERTOS
Y MARINA MERCANTE
DIRECCION GENERAL DE PUERTOS

CONFORME
DIRECTOR DE OBRAS MARITIMAS Y DRAGADO
[redacted]

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE OPERACION
[redacted]

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE TRES EN EL INTERIOR DEL RECINTO PORTUARIO EN EL PUERTO DE TUXPAN, VER.

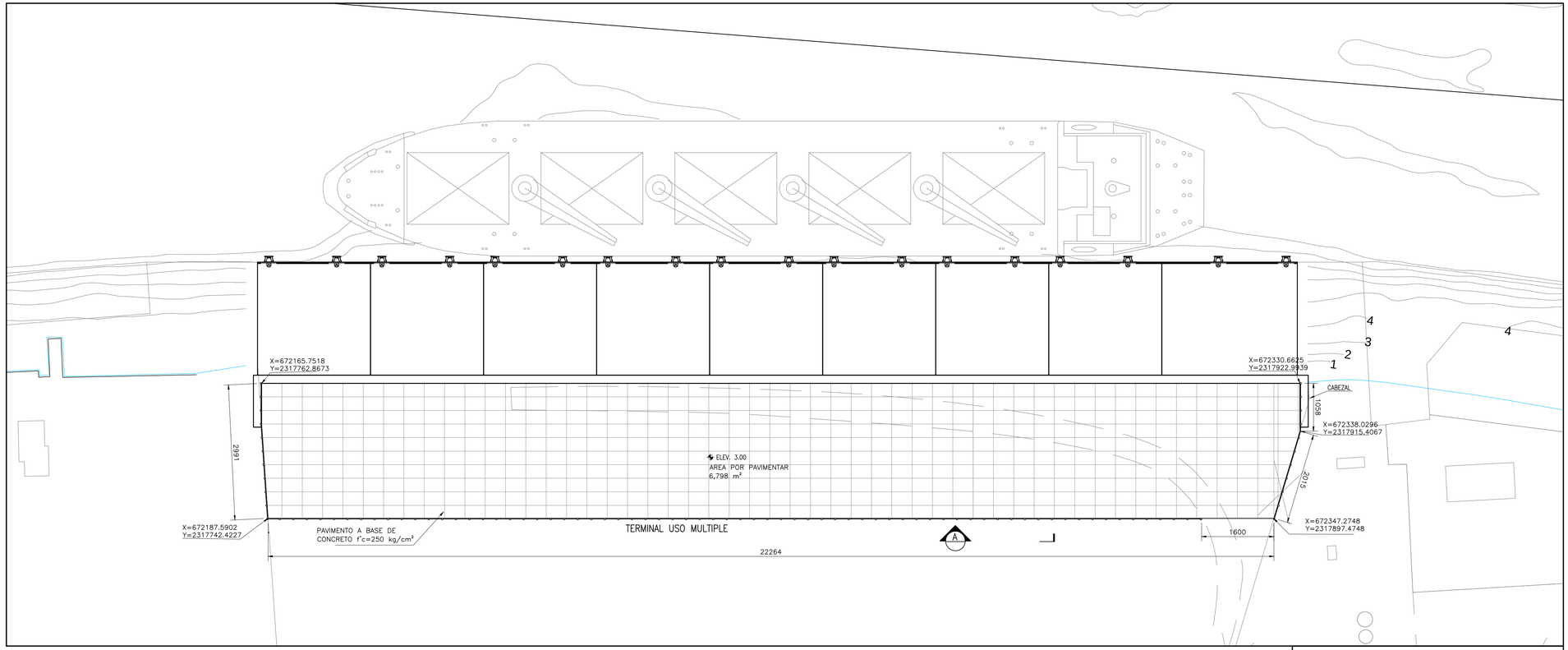
CONTENIDO :

PLANTA GENERAL

ESCALA :	Acotación:
Indicada	Indicada

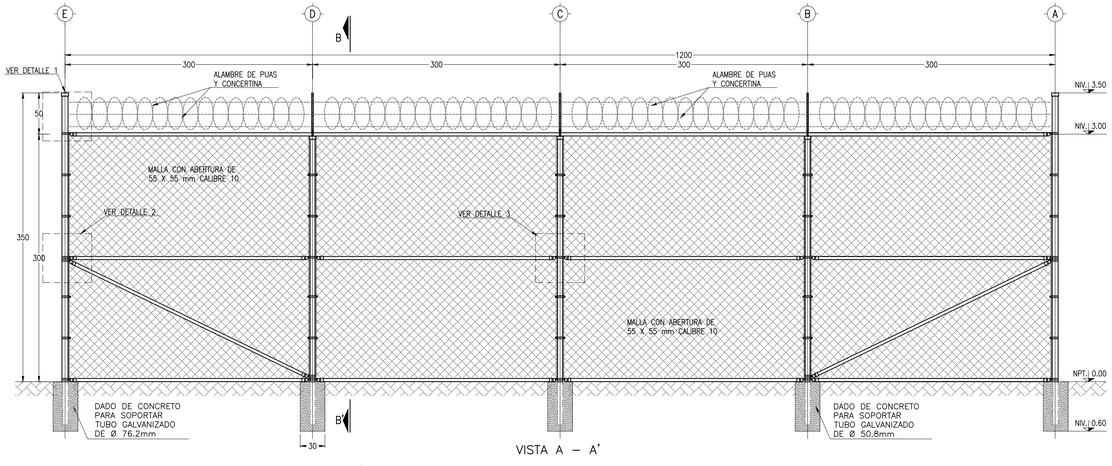
FECHA: DICIEMBRE 2016	Número: 1 DE 1	Clave : APITUX-PG-01

Fecha	Numero	Clave / Descripción
DICIEMBRE 2016	0	Rev. 0

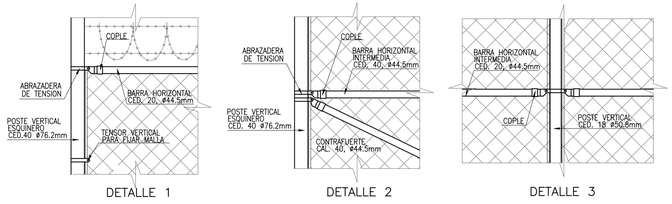


PLANTA MUELLE
ESC. 1:500

ESCALA GRAFICA
0 2 5 10 20 30 40 50
ESCALA 1:500 METROS



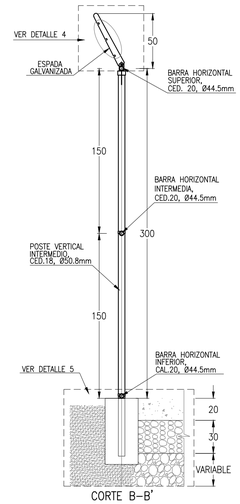
VISTA A – A'



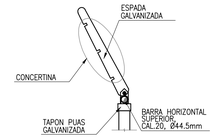
DETALLE 1

DETALLE 2

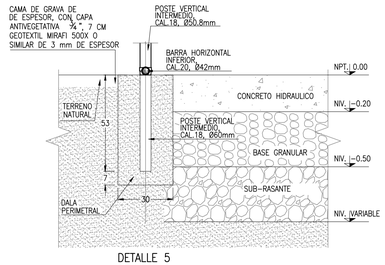
DETALLE 3



CORTE B–B'



DETALLE 4



DETALLE 5

INGENIERIA

[redacted]

LOCALIZACION



LAT. 20°57'08" NORTE, LONG. 097°20'33" OESTE

NOTAS.-

1.– ACOTACIONES EN CENTIMETROS, EXCEPTO DONDE SE INIQUE OTRA

2.– ELEVACIONES EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD

3.– LAS ELEVACIONES ESTAN REFERIDAS AL NIVEL DE BAJAMAR MEDIO (NBM)

4.– EL NORTE CONSIDERADO ES EL ASTRONOMICO

5.– TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA

6.– LA MALLA DE ALAMBRE DE PUAS, Y TUBOS PARA POSTES, DEBEN CUMPLIR EL REQUISITO DE GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA ASTM A–116 Y A–121.

7.– LOS POSTES DE ESQUINA, PUNTAL, DE LINEA E INTERMEDIOS DEBERAN AHOGARSE EN UN MUERTO DE CONCRETO SIMPLE DE f'c= 200 kg/cm² DE 30 cm DE DIAMETRO Y 60 DE PROFUNDIDAD.

8.– CONCERTINA DEBERA SER DE ACERO INOXIDABLE.

TUXPAN
COORDINACIÓN GENERAL DE
PUERTOS Y MARINA MERCANTE

ADMINISTRACION PORTUARIA INTEGRAL DE TUXPAN S.A. DE C.V.

Autorizó:
LIC. JORGE RUIZ ASCENCIO
DIRECTOR GENERAL

Revisó.
LIC. ALFREDO NAVARRETE FABRE
GERENTE DE OPERACIONES E INGENIERIA

Revisó.
ING. ADOLFO GARCEZ CRUZ
ENCARGADO DE LA SUBGERENCIA DE INGENIERIA Y ECOLOGIA

Revisó.
ING.BLANCA BEATRIZ CRUZ MORALES
ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION INGENIERIA

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

COORDINACION GENERAL DE PUERTOS
Y MARINA MERCANTE
DIRECCION GENERAL DE PUERTOS

[redacted]

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE TRES EN EL INTERIOR DEL RECINTO PORTUARIO EN EL PUERTO DE TUXPAN, VER.

CONTENIDO :

PLANTA GENERAL
MALLA CICLONICA

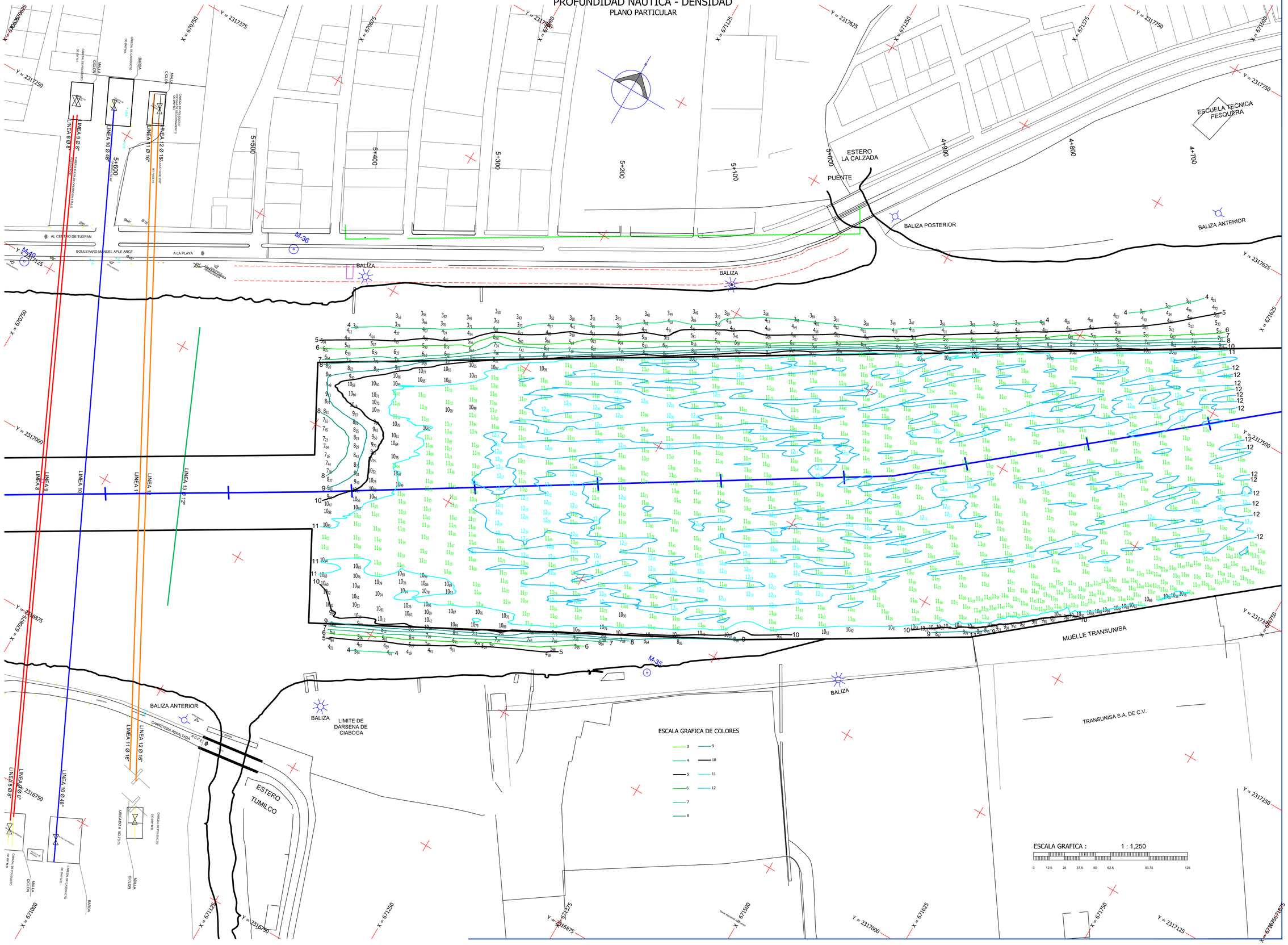
ESCALA :	Acotación:
Indicada	Indicada

FECHA: DICIEMBRE 2016	Número: 1 DE 1	Clave : APITUX-PG-MC-01

Fecha	Numero	Clave / Descripción
DICIEMBRE 2016	0	Rev. 0

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR



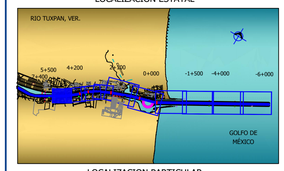
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

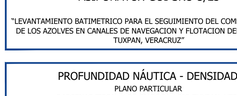


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. 3+733 A 5+431

SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA-A RECALADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

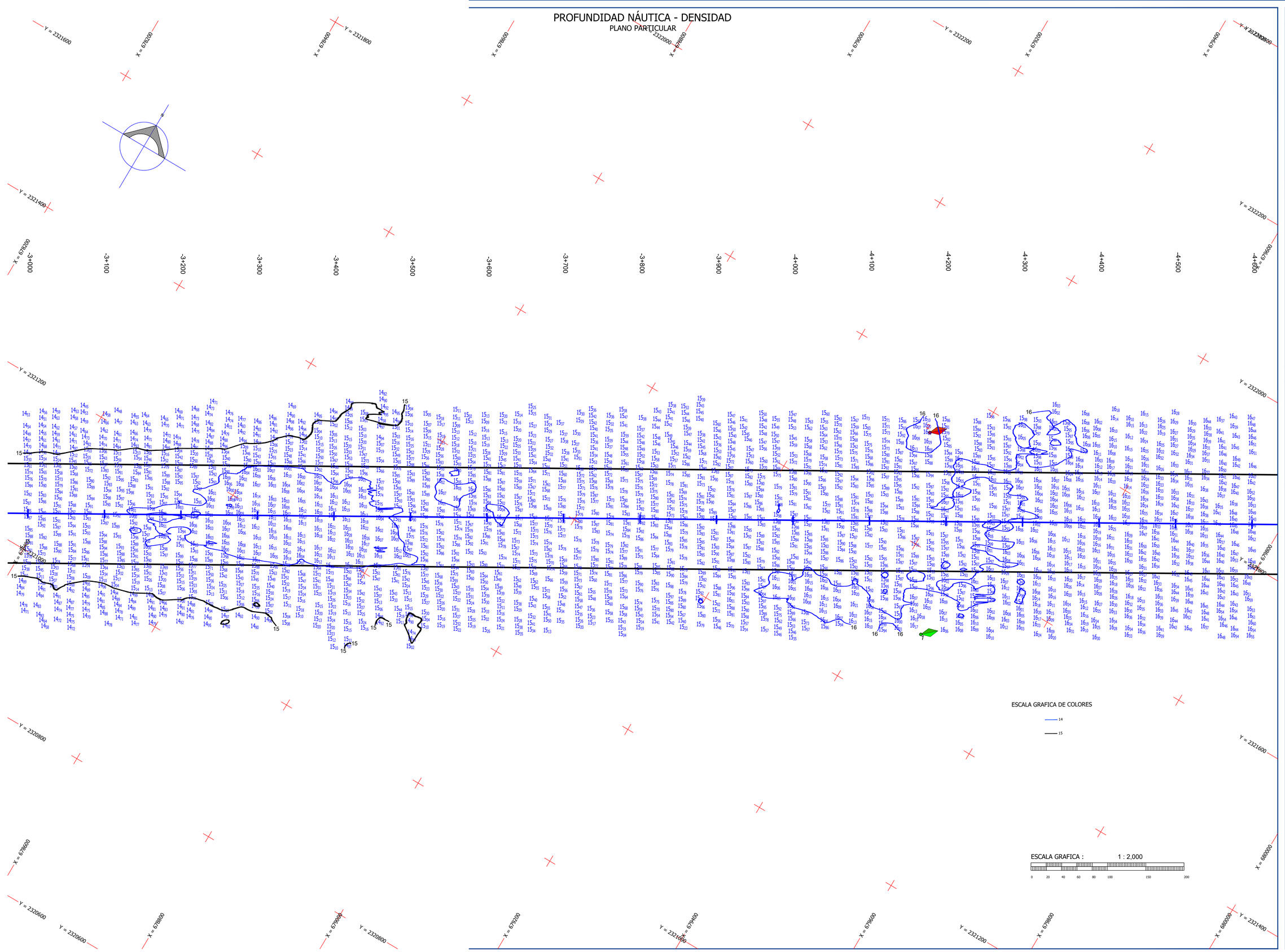
REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD		
PLANO PARTICULAR DARSENAS FISCAL Y DE CIABOGA / RIO TUXPAN, VER. CADENAMIENTO 4+900 AL 5+500		
ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE: TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-H10
FECHA: 3 AL 14-AGOSTO-2023	NUMERO: 10 DE 10	REVISION:

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR



ESCALA GRAFICA DE COLORES

14

15

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

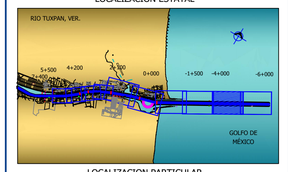
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

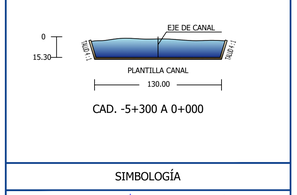


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. -5+300 A 0+000

SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA A RECLADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99

SONDEO DE 11.00 A 11.99

SONDEO DE 12.00 A 14.99

SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 57' 23.3520" N) (97º 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 56' 56.901" N) (97º 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 58' 09.0768" N) (97º 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 57' 23.2814" N) (97º 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 56' 56.8551" N) (97º 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No. ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

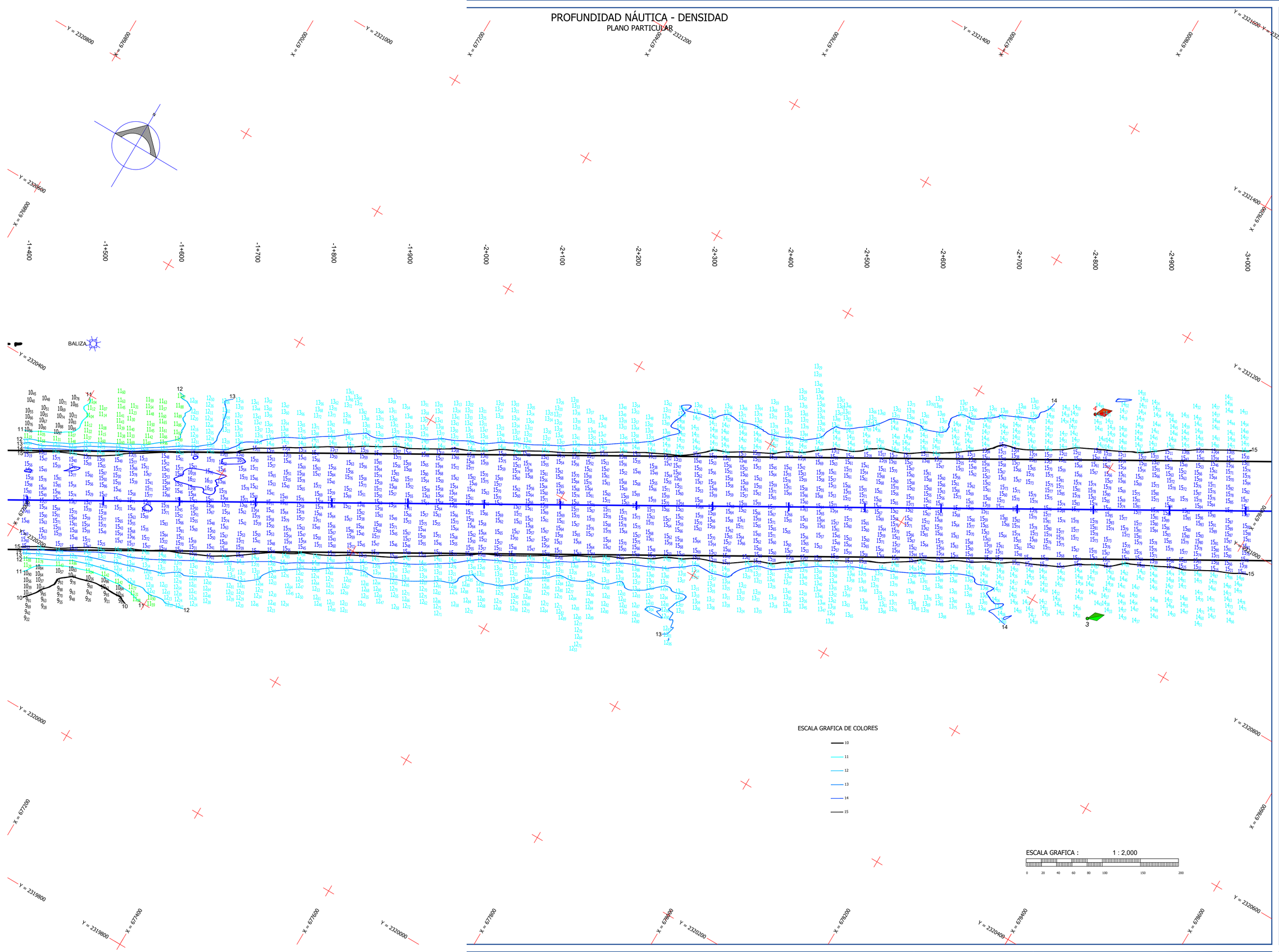
REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD		
PLANO PARTICULAR		
CANAL EXTERIOR / RIO TUXPAN, VER.		
CADENAMIENTO -3+000 AL -4+600		
ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE: TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-H2
FECHA: 3 AL 14-AGOSTO-2023	NUMERO: 2 DE 10	REVISION:

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR



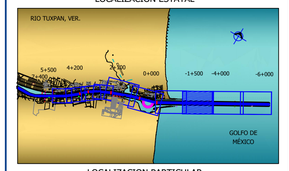
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

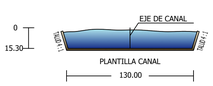


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. -5+300 A 0+000

SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA DE MEDIACIA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 57' 23.3520" N) (97º 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 56' 56.901" N) (97º 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 58' 09.0768" N) (97º 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 57' 23.2814" N) (97º 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20º 56' 56.8551" N) (97º 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

REALIZO:

ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
CAS S.C. DE R.L. DE C.V.

MARINA
SECRETARIA DE MARINA

REVISO:

AUTORIZO:

CONFORME:

[redacted]

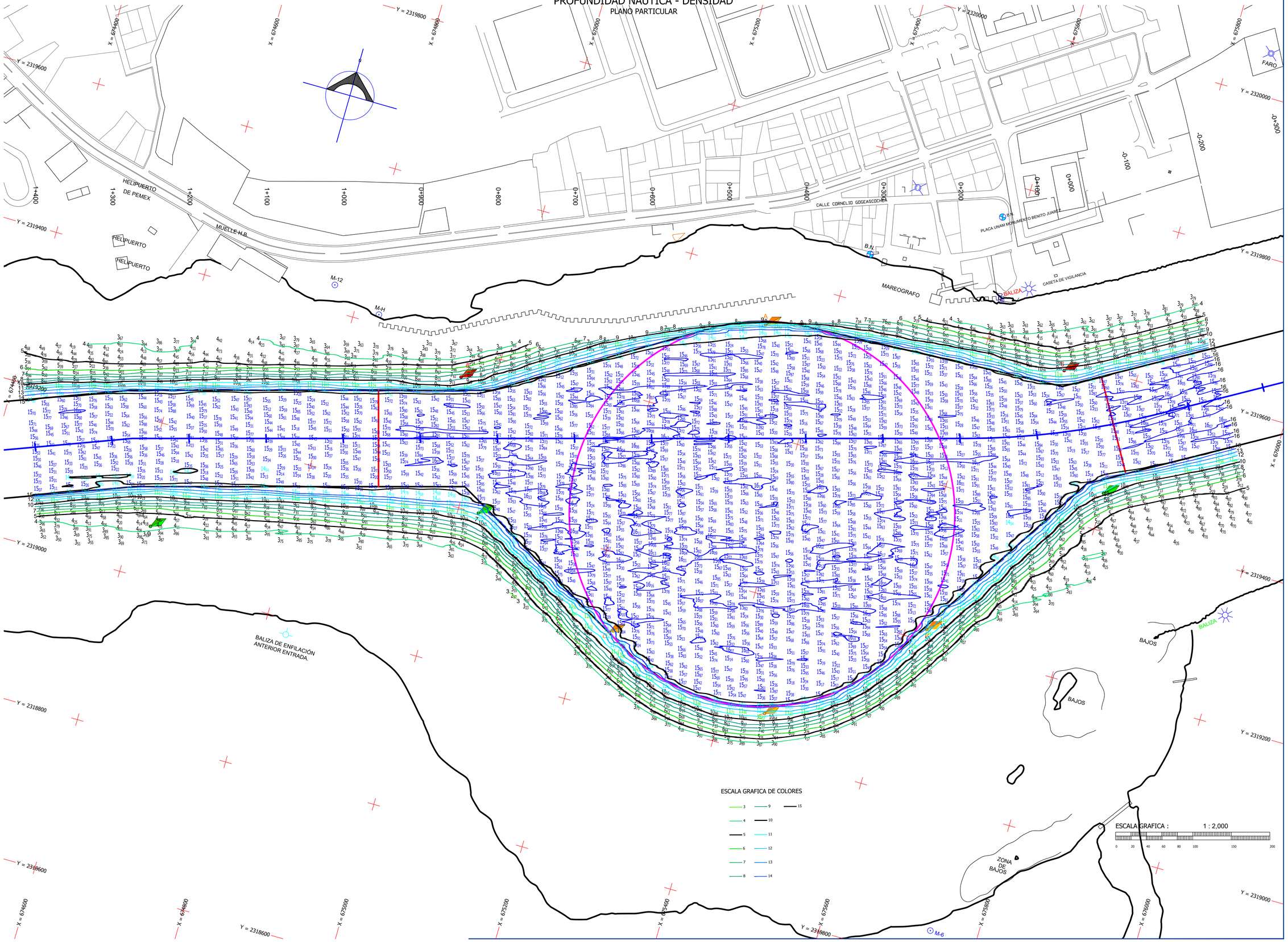
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR
CANAL EXTERIOR / RIO TUXPAN, VER.
CADENAMIENTO -3+000 AL -1+400

ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE: TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-H3
FECHA: 3 AL 14-AGOSTO-2023	NUMERO: 3 DE 10	REVISION:

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR



ESCALA GRAFICA DE COLORES

3	9	15
4	10	
5	11	
6	12	
7	13	
8	14	

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

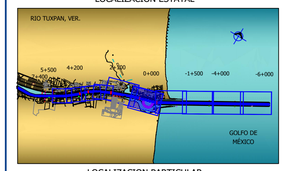
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

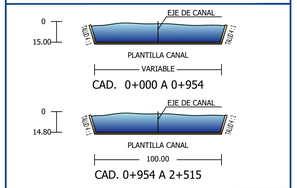


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA-A RESCALA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR

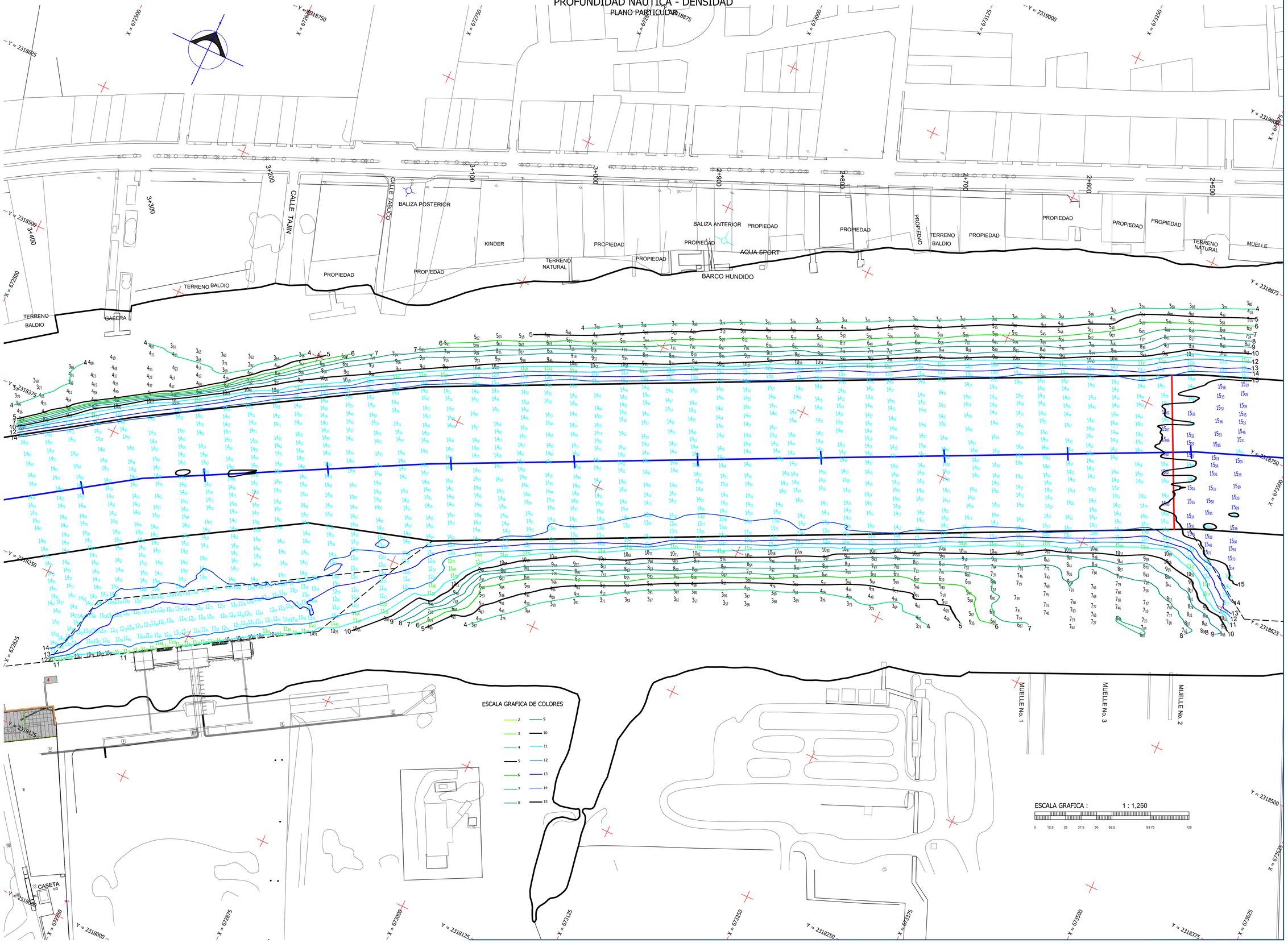
DARENA DE CIABOGA / RIO TUXPAN, VER.

CADENAMIENTO 0+000 AL 1+300

ESCALA :	ACOTACIONES:	CLAVE:
INDICADA	METROS	TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-HS
FECHA:	NUMERO:	REVISION:
3 AL 14-AGOSTO-2023	5 DE 10	

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR



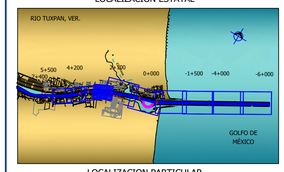
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

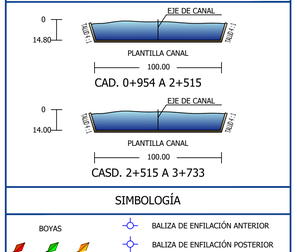


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA-A RECLADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD		
PLANO PARTICULAR CANAL INTERIOR / RIO TUXPAN, VER. CADENAMIENTO 2+700 AL 3+300		
ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE: TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-H7
FECHA: 3 AL 14-AGOSTO-2023	NUMERO: 7 DE 10	REVISION:

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR

HOTEL RIO PARAISO

HOTEL CROWN PLAZA

MUELLE

TERRENO BALDIO

GABERA

CALLE TALIN

CALLE TABICO

BALIZA POS

CALLE MORA

CALLE FRESA

CALLE DURAZNOS

CALLE CEREZAS

CALLE ARANDANOS

CALLE HIGOS

PROPIEDAD

BALIZA ANTERIOR

BALIZA POSTERIOR

MOJ. 28 SCT

B.N.

BALIZA No. 2 MUELLE GITSA

BALIZA No. 1 MUELLE GITSA

GITSA

Zona Arq. 1

Zona Arq. 2

CERCA DE ALAMBRE

CERCA DE MALLA

CASETA

ESCALA GRAFICA DE COLORES

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

ESCALA GRAFICA : 1 : 1,250

0 12.5 25 37.5 50 62.5 93.75 125

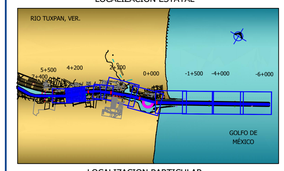
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

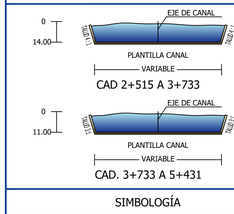


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD 2+515 A 3+733



CAD. 3+733 A 5+431

SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA-A RECALADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.281" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

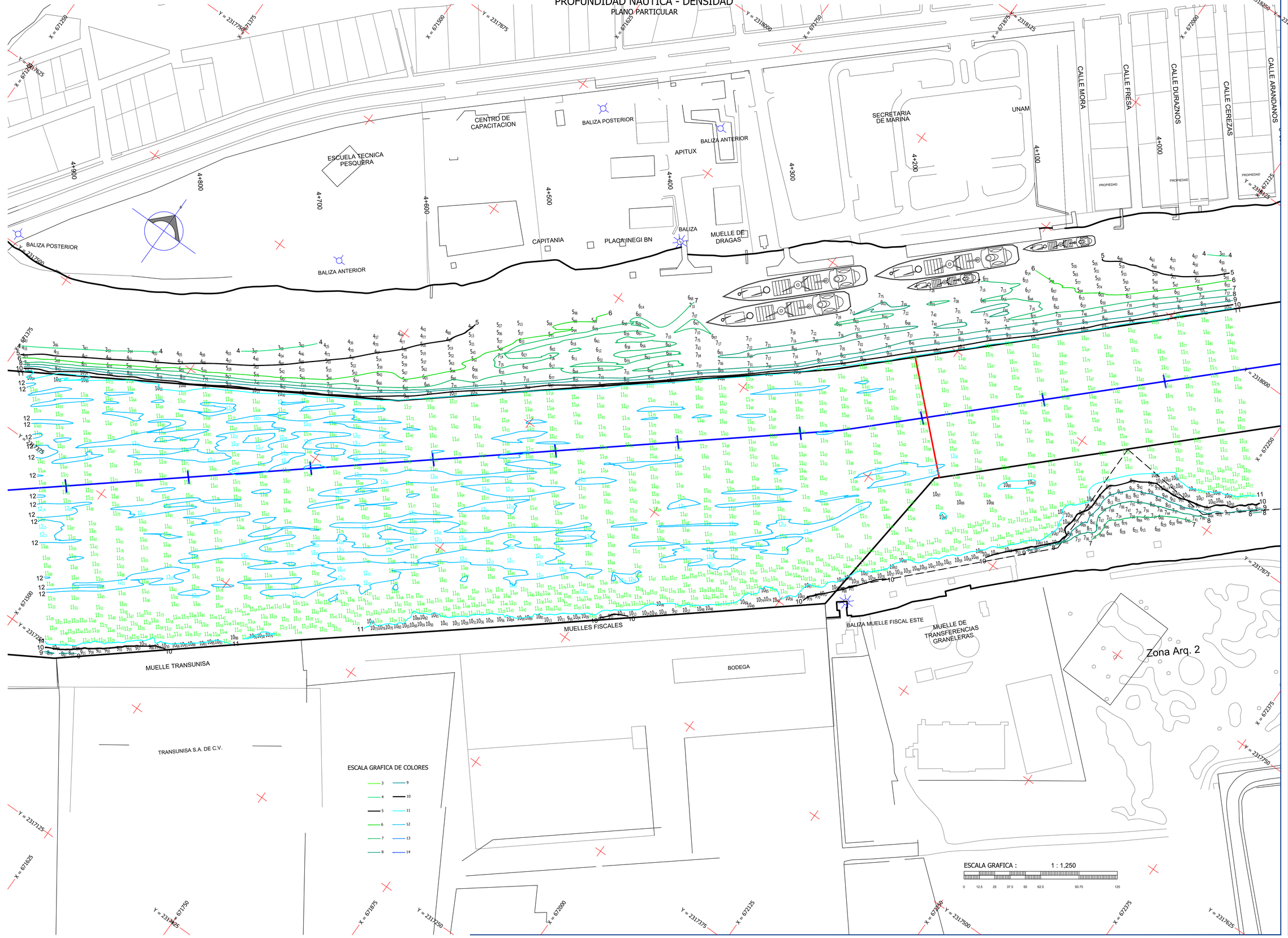
REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD		
PLANO PARTICULAR CANAL INTERIOR / RIO TUXPAN, VER. CADENAMIENTO 3+100 AL 4+100		
ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE: TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-H8
FECHA: 3 AL 14-AGOSTO-2023	NUMERO: 8 DE 10	REVISION:

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

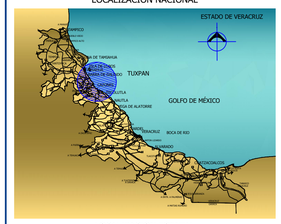
PLANO PARTICULAR



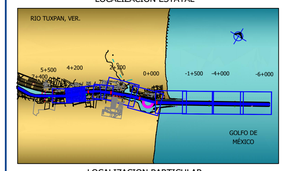
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

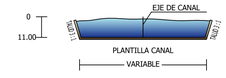


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. 3+733 A 5+431

SIMBOLOGÍA

- BOYAS
- BOYA-LA RECALADA
- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No. ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR

DARSENAS FISCAL Y DE CIABOGA / RIO TUXPAN, VER.

CADENAMIENTO 4+100 AL 4+900

ESCALA :	ACOTACIONES:	CLAVE:
INDICADA	METROS	TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-H9
FECHA:	NUMERO:	REVISION:
3 AL 14-AGOSTO-2023	9 DE 10	

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR

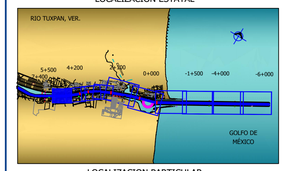
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

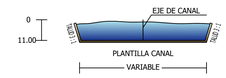


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. 3+733 A 5+431

SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA-A RECALADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- BALIZA
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	3 AL 14 DE AGOSTO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 EN SISTEMA WAS CON GIROCOMPAS INTEGRADO
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RHEOTUNE MARCA STEMA
TARJETA	AD MARCA STEMA
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.64 METROS
MAREA MINIMA	+0.09 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

ESCALA GRAFICA DE COLORES

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

ESCALA GRAFICA : 1 : 1,250

0 12.5 25 37.5 50 62.5 93.75 125

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

REALIZO:

ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
CAS S.C. DE R.L. DE C.V.

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

REVISO: | AUTORIZO: | CONFORME:

[redacted]

PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD
PLANO PARTICULAR
DARSENAS FISCAL Y DE CIABOGA / RIO TUXPAN, VER.
CADENAMIENTO 4+900 AL 5+500

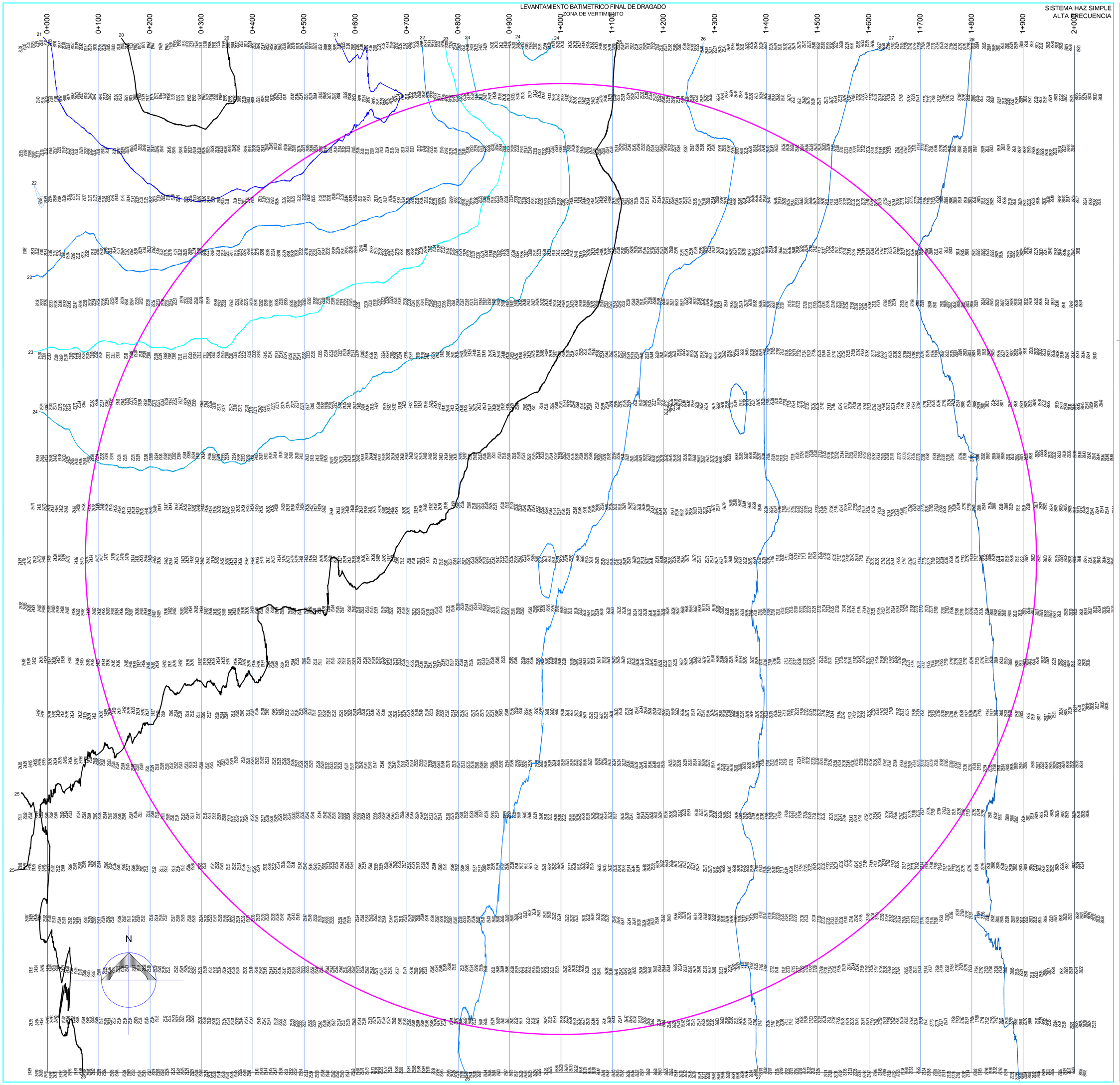
ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE: TUX-CAS-LEV-PN-AGO-23-PP-H10
FECHA: 3 AL 14-AGOSTO-2023	NUMERO: 10 DE 10	REVISION:

LEVANTAMIENTO BATIMETRICO FINAL DE DRAGADO

ZONA DE VERTIMIENTO

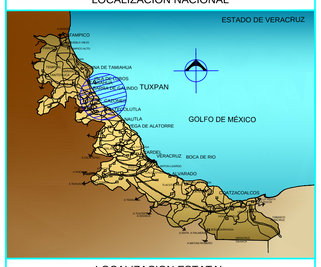
SISTEMA HAZ SIMPLE

ALTA FRECUENCIA

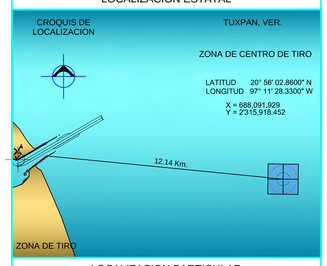




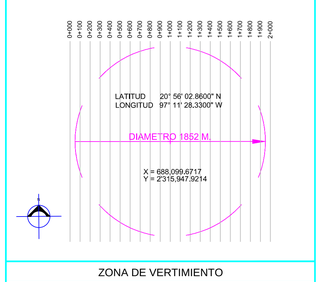
LOCALIZACION NACIONAL



LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR



ZONA DE VERTIMIENTO

ESCALA GRAFICA DE COLORES

20	25
21	26
22	27
23	28
24	

SIMBOLOGIA

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	EL DIA 5 DE ENERO DE 2020
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. BASE TRIMBLE SPS-855 G.P.S. MOVIL NOVATEL SPAN-SE-D
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
PROBETA	RESON SVP-15
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC-IMU-108-30
COMPUTADORA	DELL LATITUDE E5490
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2016
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACION	"LA BARREDORA" DE 27 PIES MOTOR DE 450 HP
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
BANCO DE NIVEL 1:	
LOCALIZACIÓN	PLACA UNAM MONUMENTO BENITO JUAREZ
ALTURA	A 1.742 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 12.0908" N) (97° 16' 40.1209 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,574.788) (2,319,756.500)
BANCO DE NIVEL 2:	
LOCALIZACIÓN	PLACA EN MUELLE DE CHALANES EN EL ARRANQUE DE ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.553 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 8.7008" N) (97° 44' 4.3700 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,611.261) (2,319,652.622)
BANCO DE NIVEL 3:	
LOCALIZACIÓN	HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 0.804 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3117" N) (97° 20' 35.3791 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,261.183) (2,318,221.652)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	100 METROS
MAREA MÁXIMA	+0.59 METROS
MAREA MINIMA	+0.42 METROS

CONTRATO No. APITUX-GOIN-SRO-22/19

"SUPERVISION DE APOYO INCLUYENDO BATIMETRIAS PARA EL CONTROL DEL DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN EL PUERTO DE TUXPAN, VER."

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado

Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 217 60 85
Fax.:+52(833)217 60 86

REALIZO:

ING.CARLOS T.SANTIAGO SANTIAGO
SUPERINTENDENTE DE SUPERVISION
SEAPROD S.A. DE C.V.

COMUNICACIONES
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TUXPAN
COORDINACIÓN GENERAL DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE

ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL DE TUXPAN S.A. DE C.V.

Vo. Bo.:	CONFORME:	REVISO:
[redacted]		

LEVANTAMIENTO BATIMETRICO FINAL DE DRAGADO

ZONA DE VERTIMIENTO

TUXPAN, VER.

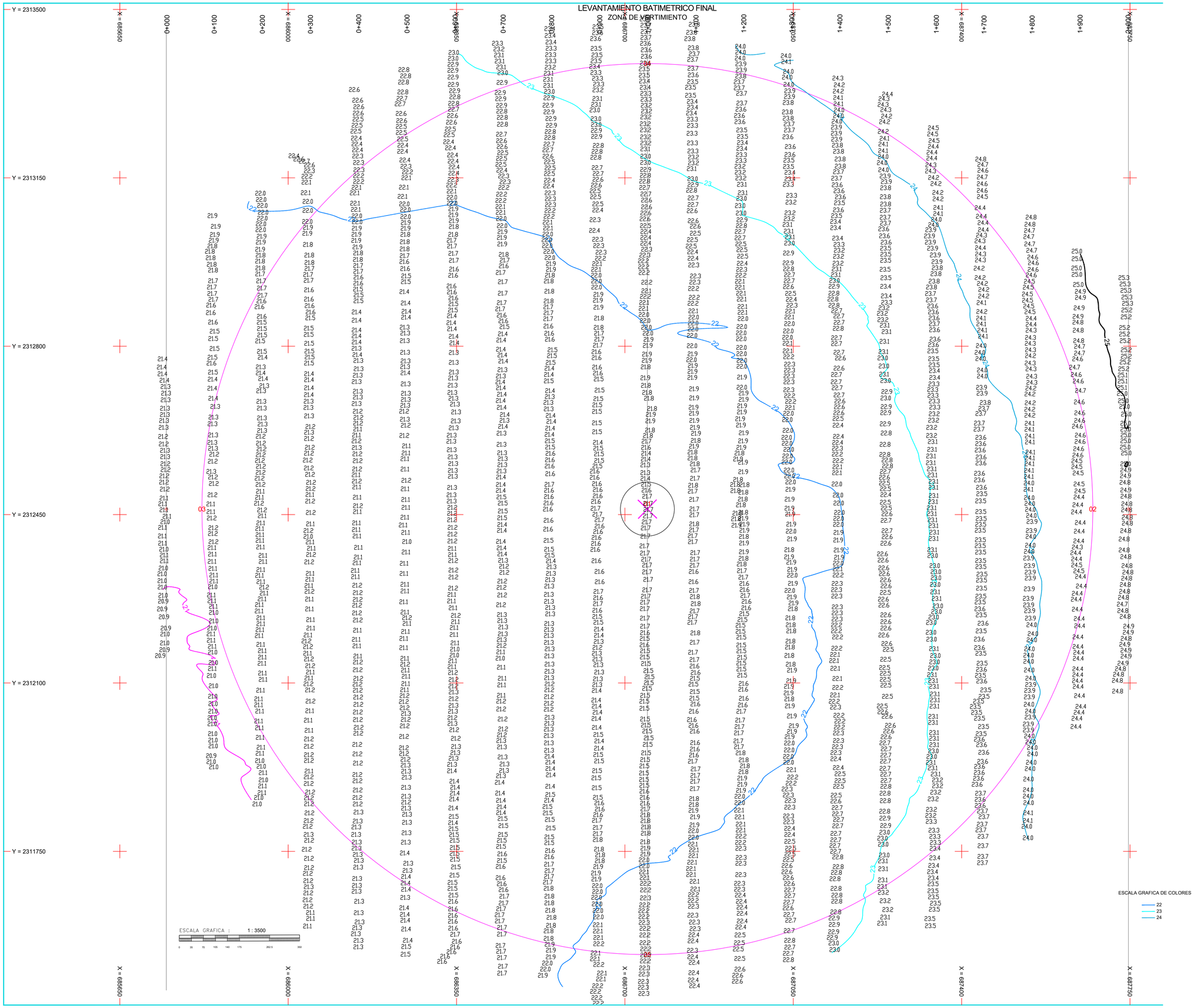
ESCALA DEL PLANO:	ACOTACION:	CADENAMIENTOS:
1 : 2,500	METROS	0+000 A 2+000

PERIODO DE EJECUCION:	NUMERO DE PLANO:
5-ENERO-2020	TUX-PP-ZV-LF-ENE-2020

LEVANTAMIENTO BATIMETRICO FINAL

ZONA DE VERTIMIENTO

SISTEMA MONOHAZ

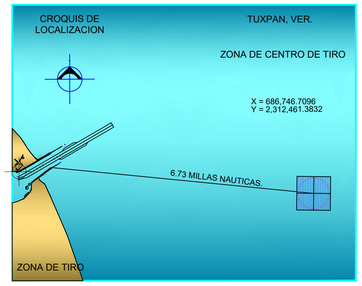




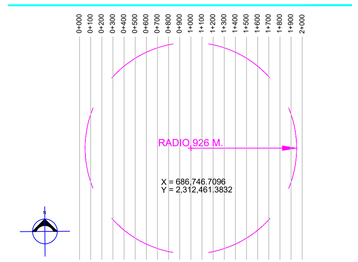
LOCALIZACION NACIONAL



LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR



ZONA DE VERTIMIENTO

SIMBOLOGIA

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	15 DE JUNIO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. CSI HEMISPHERE VS-113 CON GIROCOMPASINTEGRADO
G.P.S. BASE	G.P.S. TOPOGRAFICO ALPHA GEO
G.P.S. MOVIL	INERCIAL POS-MV
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
PROBETAS DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
COMPUTADORA	ACER NITRO 5
SOFTWARE LEVANTAMINETO	HYPACK MAX 2023
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACION	FIBRA DE VIDRIO 26 PIES MOTOR DE 175 HP
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	PARQUE RIVEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	100 METROS
MAREA MAXIMA	+0.60 METROS
MAREA MINIMA	+0.27 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-2/23

"SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN EL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

LEVANTAMIENTO BATIMETRICO FINAL

ZONA DE VERTIMIENTO 2

TUXPAN, VER.

ESCALA DEL PLANO:	ACOTACION:	CADENAMIENTOS:
1 : 3,500	METROS	0+000 A 2+000
PERIODO DE EJECUCION:	NUMERO DE PLANO:	
15-JUNIO-2023	TUXPAN-PP-ZV-LF-JUN-2023	

ELABORO:

ING. CARLOS TOBIAS SANTIAGO SANTIAGO
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
INFRAESTRUCTURA Y EDIFICACION DEL SURESTE S.A. DE C.V.

ACEPTA:

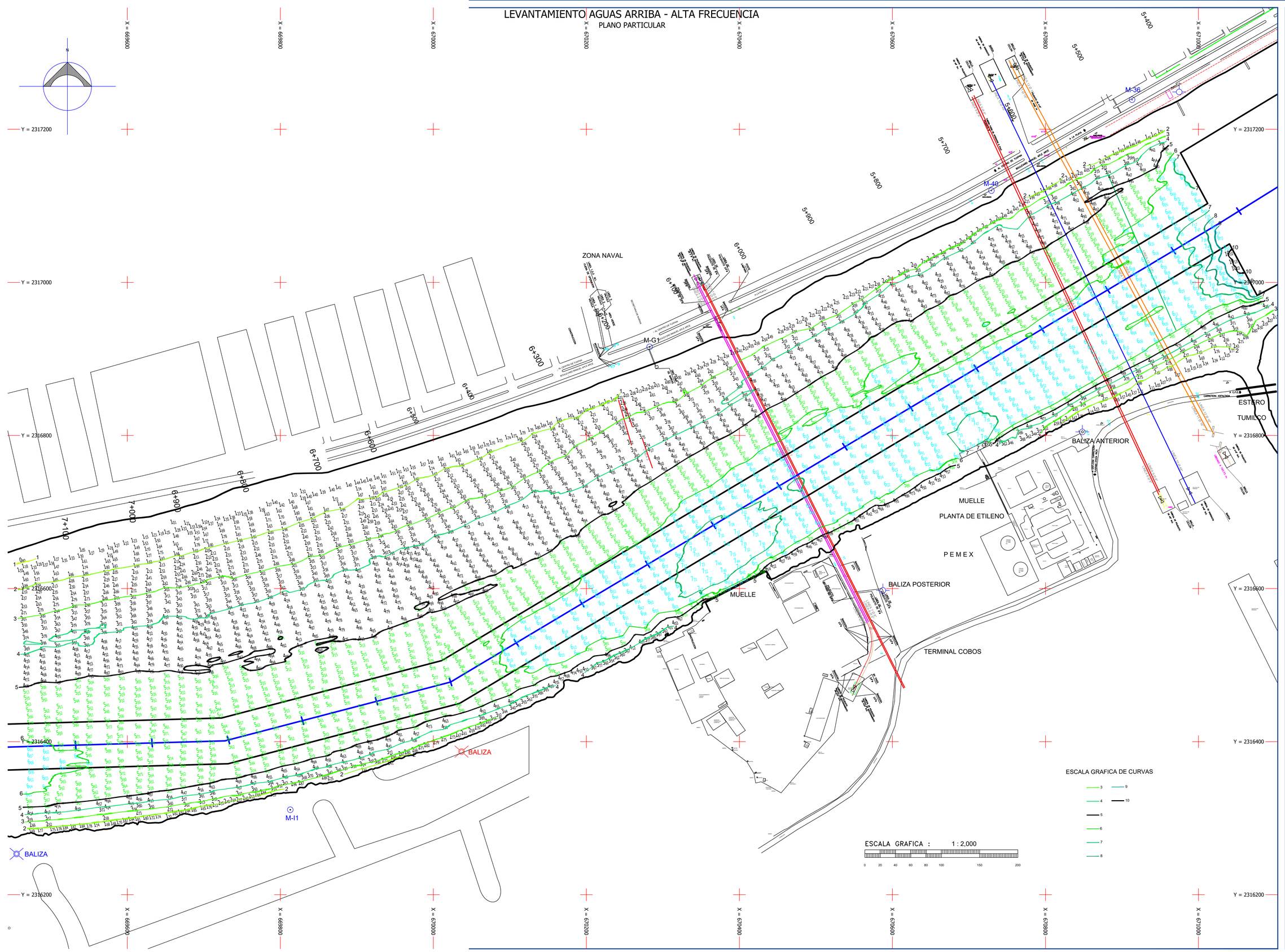
ING. GILBERTO ABURTO PEREZ
SUPERINTENDENTE DE CONSTRUCCION
DRAGOSA S.A. DE C.V.

AUTORIZO:

[redacted]

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA - ALTA FRECUENCIA

PLANO PARTICULAR



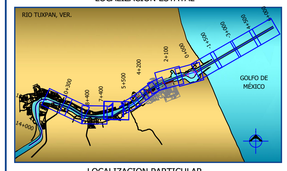
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

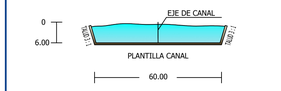


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA A RECLADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

PROFUNDIDADES DE 0.00 A 4.99
PROFUNDIDADES DE 5.00 A 5.99
PROFUNDIDADES DE 6.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	9 Y 10 DE JULIO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 CON GIROCOMPAS INTEGRADO G.P.S. BASE TRIMBLE RTK SPS-855
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.54 METROS
MAREA MINIMA	+0.28 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA-ALTA FRECUENCIA
PLANO PARTICULAR
CANAL INTERIOR / RIO TUXPAN, VER.
CADENAMIENTO 5+500 AL 7+100

ESCALA :	ACOTACIONES:	CLAVE:
INDICADA	METROS	
FECHA:	NUMERO:	TUX-CAS-PP-CIAA-LR-AF-JUL-23-H11
9 Y 10-JULIO-2023	HOJA 11	REVISION:

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA - ALTA FRECUENCIA

PLANO PARTICULAR

X = 669000 | X = 669200 | X = 669400 | X = 669600 | X = 669800 | X = 670000 | X = 670200 | X = 670400

Y = 2317000 | Y = 2316800 | Y = 2316600 | Y = 2316400 | Y = 2316200 | Y = 2316000

N

7+000 | 7+100 | 7+200 | 7+300 | 7+400 | 7+500 | 7+600 | 7+700 | 7+800 | 7+900 | 8+000 | 8+100 | 8+200 | 8+300 | 8+400 | 8+500 | 8+600 | 8+700

M-56 | M-N1 | M-P1 BALIZA | M-L1 BALIZA

CLUB DE PESCA | HOTEL "LAURA" | EJIDO "LA VICTORIA" | EMBARCADERO LA PEÑITA | SUMINISTROS MARINOS DE TUXPAN | MUELLE DE PESCA | SEMINARIO

ESCALA GRAFICA DE CURVAS

3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

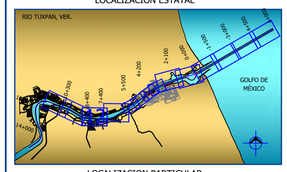
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

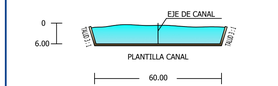


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA-A RECALADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

PROFUNDIDADES DE 0.00 A 4.99
PROFUNDIDADES DE 5.00 A 5.99
PROFUNDIDADES DE 6.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	9 Y 10 DE JULIO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 CON GIROCOMPAS INTEGRADO G.P.S. BASE TRIMBLE RTK SPS-855
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.54 METROS
MAREA MINIMA	+0.28 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA-ALTA FRECUENCIA

PLANO PARTICULAR
CANAL INTERIOR / RIO TUXPAN, VER.
CADENAMIENTO 7+100 AL 8+600

ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE:
FECHA: 9 Y 10-JULIO-2023	NUMERO: HOJA 12	TUX-CAS-PP-CIAA-LR-AF-JUL-23-H12
		REVISION:

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA - ALTA FRECUENCIA

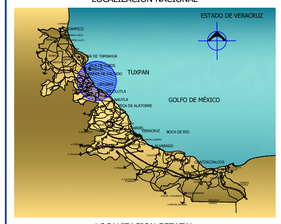
PLANO PARTICULAR



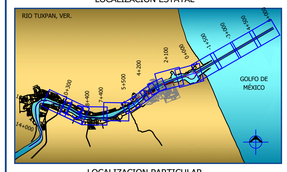
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

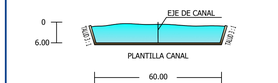


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA A RECALADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

PROFUNDIDADES DE 0.00 A 4.99
PROFUNDIDADES DE 5.00 A 5.99
PROFUNDIDADES DE 6.00 EN ADELANTE

ESCALA GRAFICA DE CURVAS

3 4 5 6 7 8

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	9 Y 10 DE JULIO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 CON GIROCOMPAS INTEGRADO G.P.S. BASE TRIMBLE RTK SPS-855
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.54 METROS
MAREA MINIMA	+0.28 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

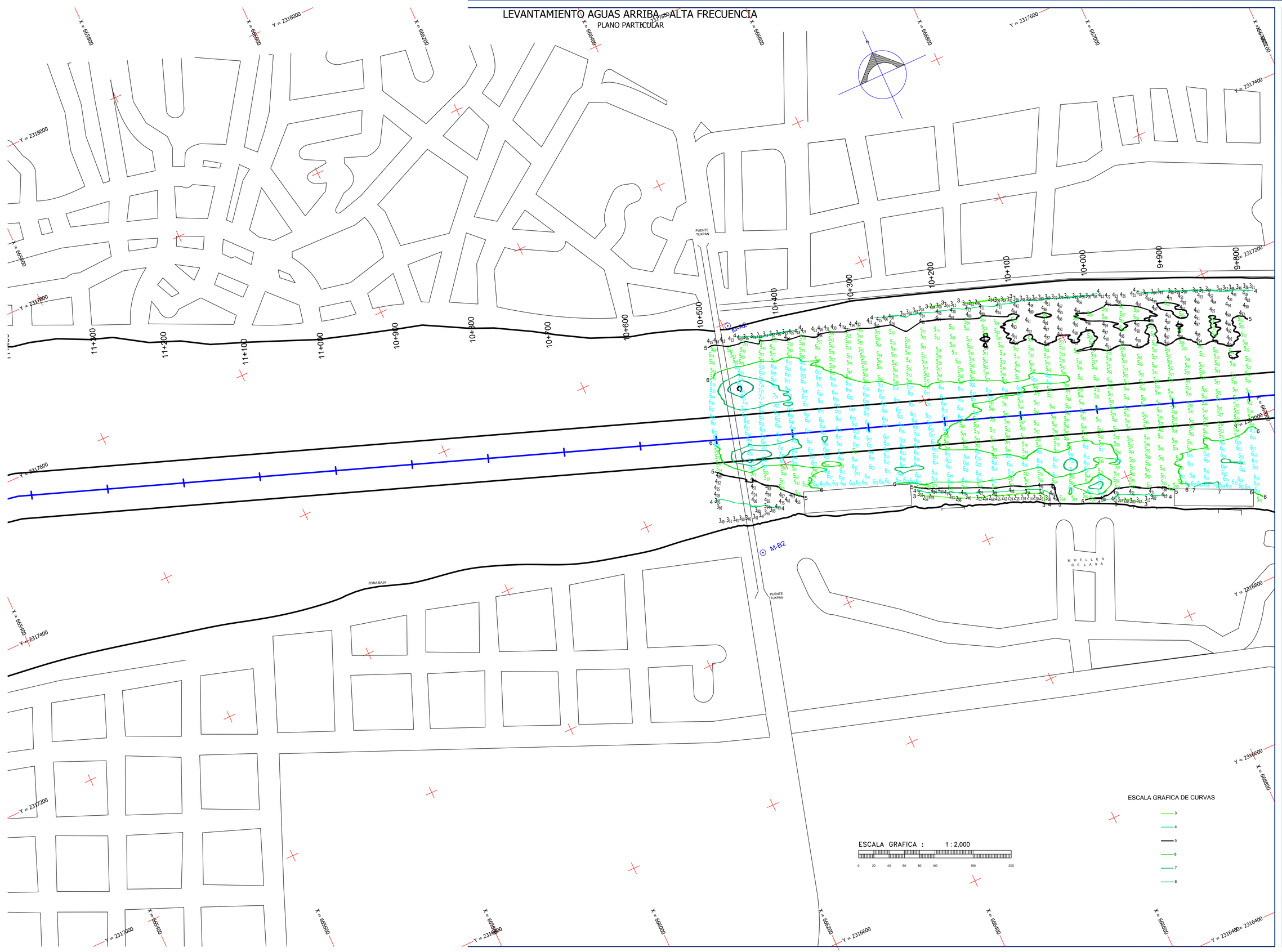
REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA-ALTA FRECUENCIA		
PLANO PARTICULAR CANAL INTERIOR / RIO TUXPAN, VER. CADENAMIENTO 8+600 AL 10+000		
ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE:
FECHA: 9 Y 10-JULIO-2023	NUMERO: HOJA 13	TUX-CAS-PP-CIAA-LR-AF-JUL-23-H13 REVISION:

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA-ALTA FRECUENCIA

PLANO PARTICULAR



ESCALA GRAFICA DE CURVAS

3
4
5
6
7
8

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

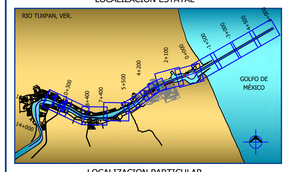
CROQUIS DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

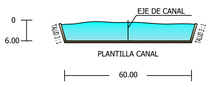


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

BOYAS

BOYA-A RECALADA

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

PROFUNDIDADES DE 0.00 A 4.99
PROFUNDIDADES DE 5.00 A 5.99
PROFUNDIDADES DE 6.00 EN ADELANTE

NOTAS:

LEVANTAMIENTO REALIZADO:	9 Y 10 DE JULIO DE 2023
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	G.P.S. C.S.I. HEMISPHERE VS-101 CON GIROCOMPAS INTEGRADO G.P.S. BASE TRIMBLE RTK SPS-855
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SENSOR DE MOVIMIENTO	SMC IMU-108
COMPUTADORA	DELL LATTITUDE RUGGED 5414
SOFTWARE HIDROGRAFICO	HYPACK MAX 2022
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEAMAPPER" 24 PIES 1 MOTOR DE 150 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)
PUNTOS DE CONTROL:	
LOCALIZACION	MOJONERA HOTEL RIO PARAISO
ALTURA	A 2.255 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.3520" N) (97° 20' 36.1561 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,238.726) (2,318,222.660)
LOCALIZACION	PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.863 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.901" N) (97° 21' 10.695 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,248.655) (2,317,398.88)
BANCOS DE NIVEL:	
LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE RIO PARAISO
ALTURA	A 0.751 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 57' 23.2814" N) (97° 20' 35.4133 W)
COORDENADAS U.T.M.	(672,260.206) (2,318,220.712)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.54 METROS
MAREA MINIMA	+0.28 METROS

CONTRATO No.
ASIPONATUX-GOI-SRO-3/23

"LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ"

CORPORACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE SUMINISTROS S.C. DE R.L. DE C.V.

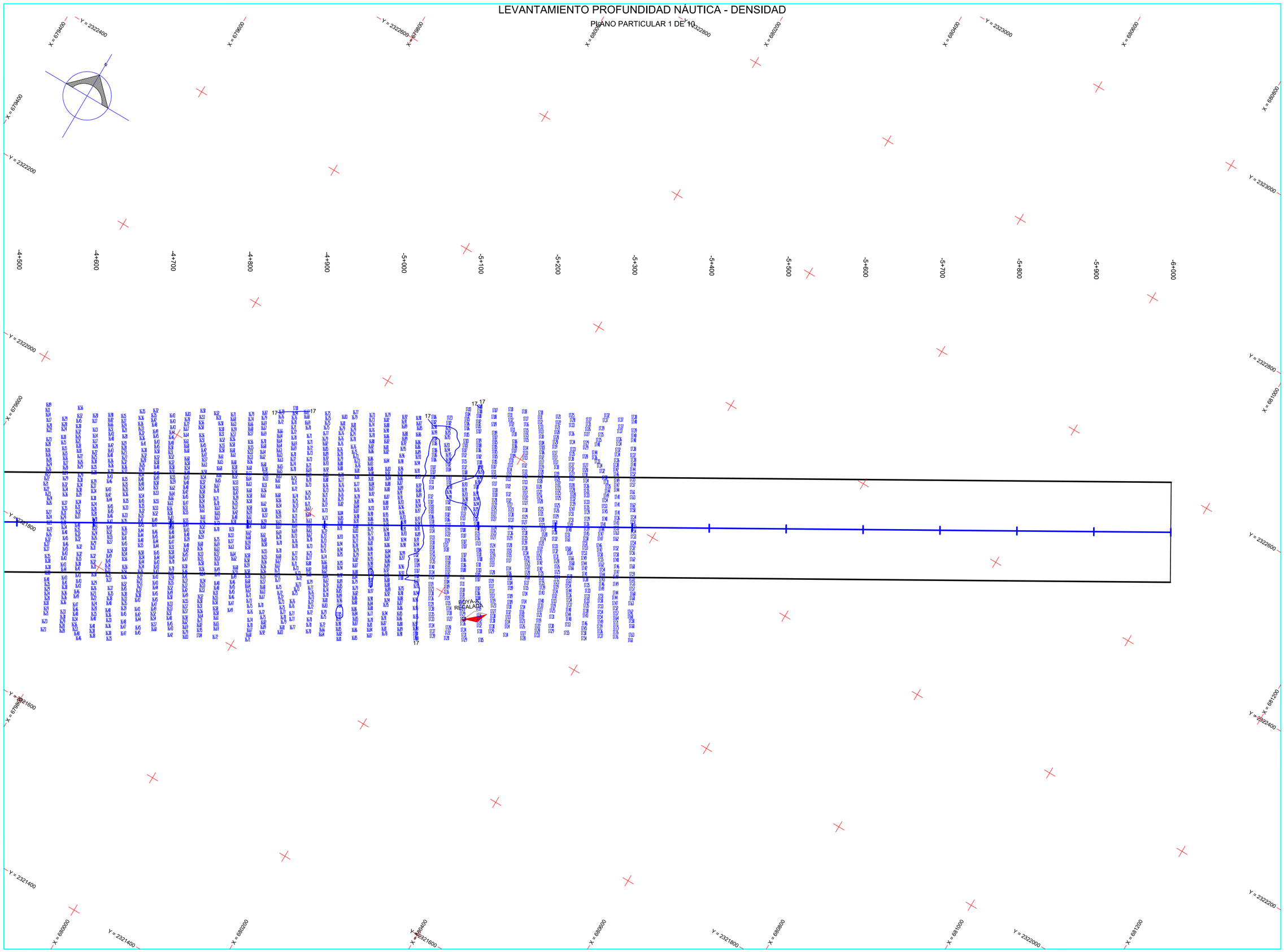
REALIZO:	REVISO:	AUTORIZO:	CONFORME:
ING. ISRAEL SALDAÑA SANCHEZ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO CAS S.C. DE R.L. DE C.V.			

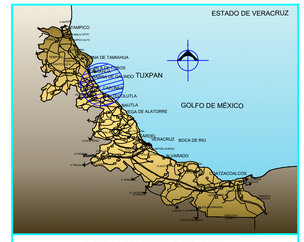
MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

LEVANTAMIENTO AGUAS ARRIBA-ALTA FRECUENCIA		
PLANO PARTICULAR CANAL INTERIOR / RIO TUXPAN, VER. CADENAMIENTO 10+000 AL 10+500		
ESCALA : INDICADA	ACOTACIONES: METROS	CLAVE:
FECHA: 9 Y 10-JULIO-2023	NUMERO: HOJA 14	TUX-CAS-PP-CIAA-LR-AF-JUL-23-H14 REVISION:

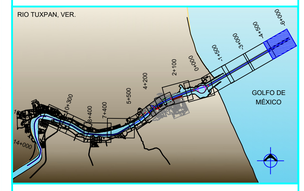
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 1 DE 10



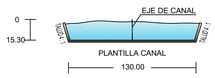


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. -5+300 A 0+000

SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS	ESCALA GRAFICA DE CURVAS
BOYAS	2 10
BOYA-A RECALADA	3 11
SONDEO DE 0.00 A 10.99	4 12
SONDEO DE 11.00 A 11.99	5 13
SONDEO DE 12.00 A 14.99	6 14
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE	7 15
BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR	8 16
BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR	9 17
FARO ACTUAL	18
FARO ANTIGUO	
MOJONERA	
BITA	
BANCO DE NIVEL	

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ."

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado
Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

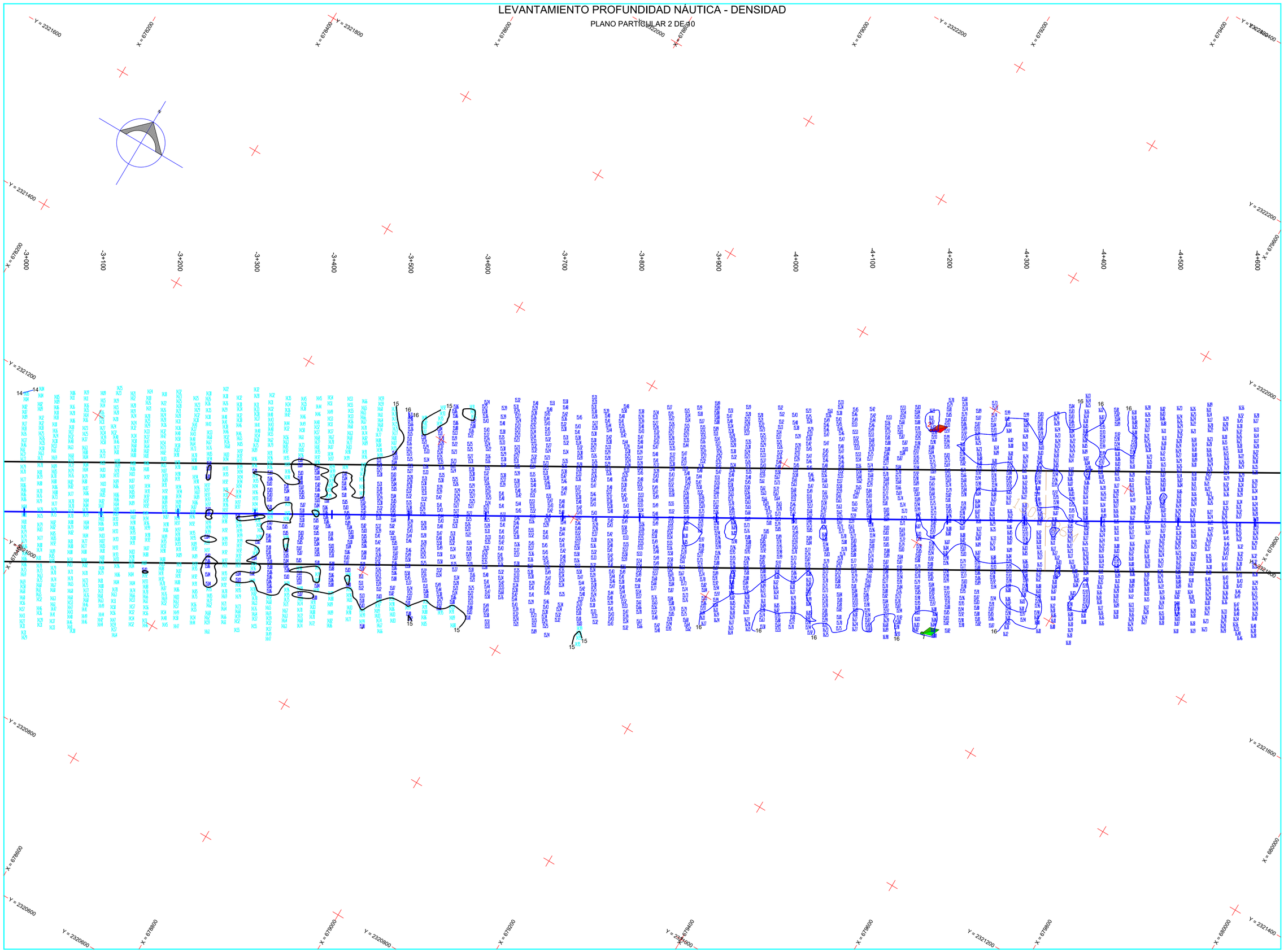
Marina
Secretaría de Marina
ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL
MARINA

AUTORIZÓ:	CONFORME:	REVISÓ:

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO:
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD CANAL EXTERIOR / TUXPAN, VER.	INDICADA
CADENAMIENTO CAD -5+300 AL -4+600	ACOTACION: METROS
	NUMERO DE PLANO: 1 DE 10
CLAVE DEL PLANO: ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H1	EVENTO: JUNIO-2025

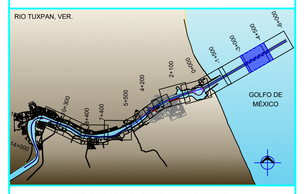
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 2 DE 10



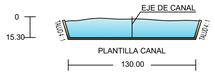


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. -5+300 A 0+000

SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS

BOYAS

BOYA A RECALADA

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

ESCALA GRAFICA DE CURVAS

2	10
3	11
4	12
5	13
6	14
7	15
8	16
9	17
	18

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)

DISTANCIA ENTRE SECCIONES: 20 METROS

MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO		ESCALA DEL PLANO:	INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD CANAL EXTERIOR / TUXPAN, VER.		ACOTACION:	METROS
CADENAMIENTO -3+000 AL -4+600		NUMERO DE PLANO:	2 DE 10
CLAVE DEL PLANO:		EVENTO:	
ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H2			JUNIO-2025

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado
Calle Puebla No. 406 - A
Colonia Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

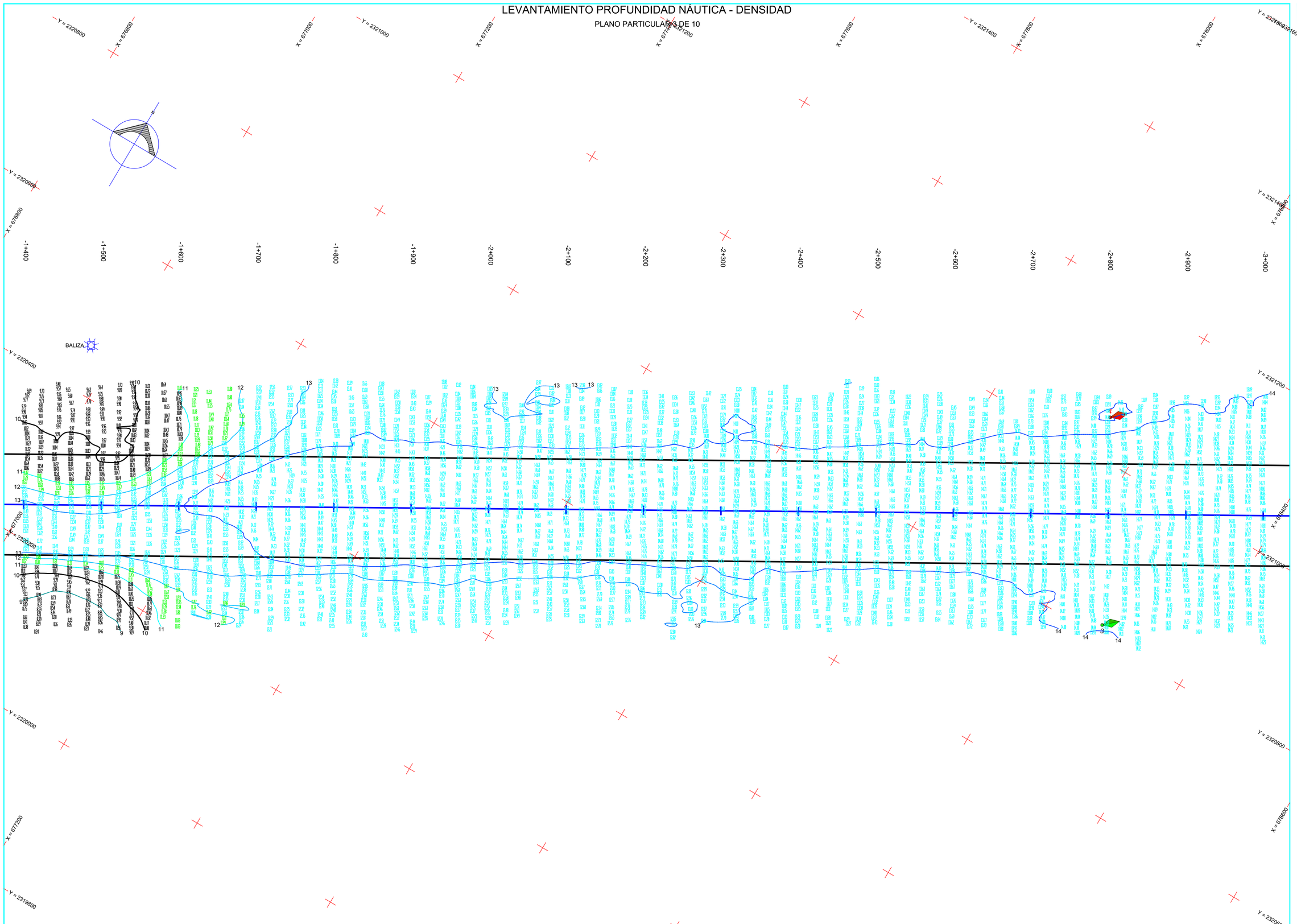
ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

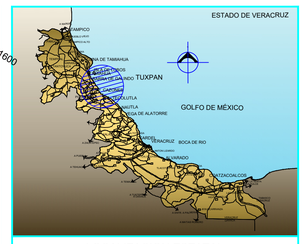
Marina
Secretaría de Marina
ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL
MARINA

AUTORIZÓ:	CONFORME:	REVISÓ:

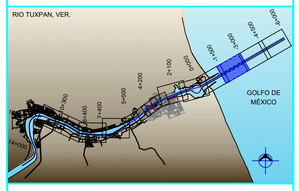
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 3 DE 10



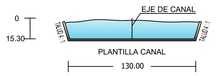


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. -5+300 A 0+000

SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS

BOYAS

BOYA A RECALADA

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

ESCALA GRAFICA DE CURVAS

2	10
3	11
4	12
5	13
6	14
7	15
8	16
9	17
	18

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,682.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)

DISTANCIA ENTRE SECCIONES: 20 METROS

MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado
Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

Marina
Secretaría de Marina

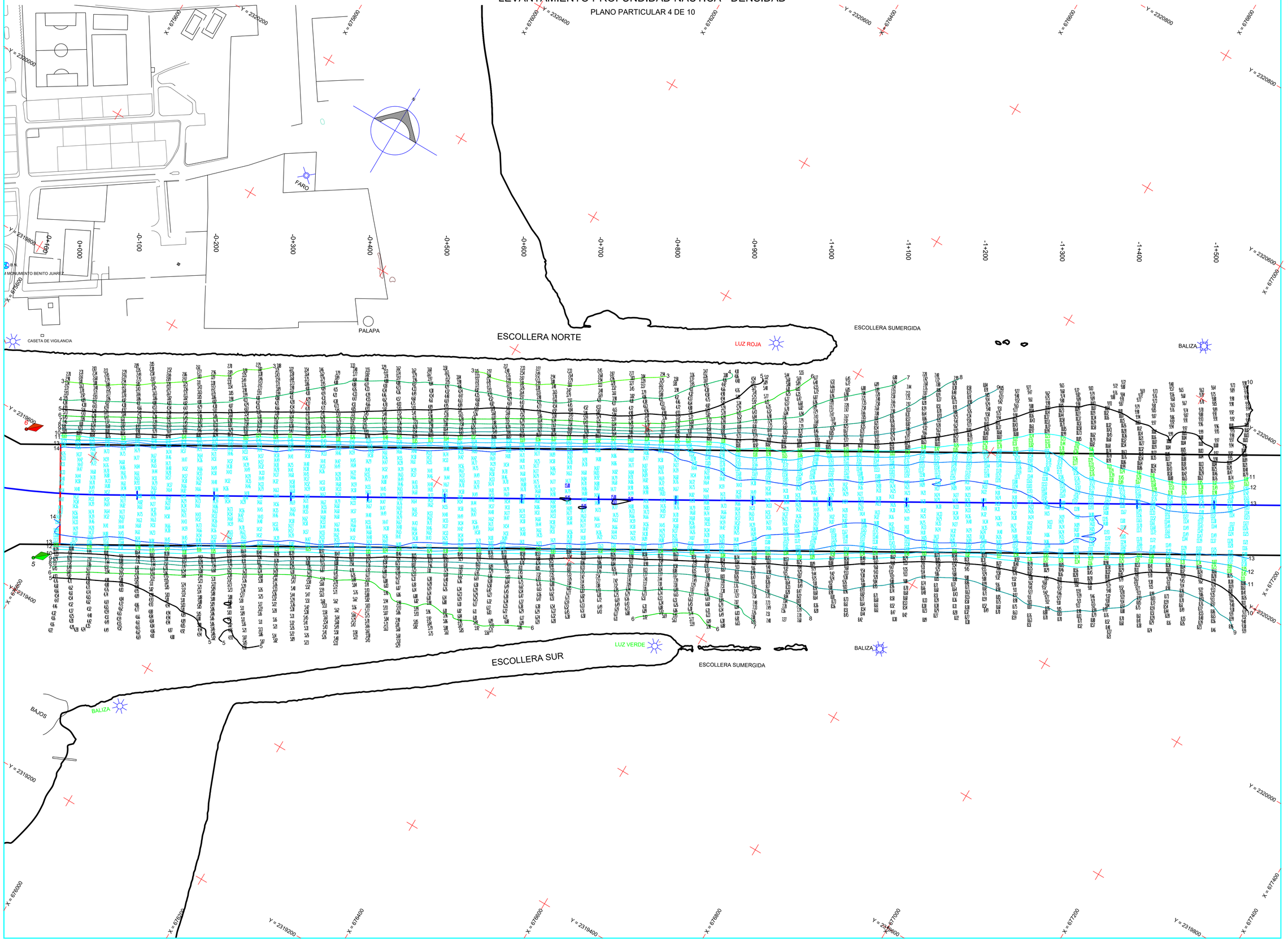
ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL MARINA

AUTORIZÓ:	CONFORME:	REVISÓ:

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO: INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD CANAL EXTERIOR / TUXPAN, VER.	ACOTACION: METROS
CADENAMIENTO -3+000 AL -1+400	NUMERO DE PLANO: 3 DE 10
CLAVE DEL PLANO: ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H3	EVENTO: JUNIO-2025

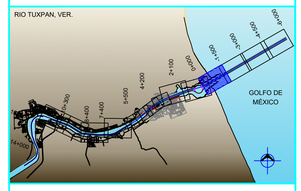
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 4 DE 10



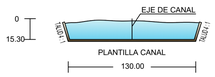


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. -5+300 A 0+000

SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS

BOYAS

BOYA A RECALADA

SONDEO DE 0.00 A 10.99

SONDEO DE 11.00 A 11.99

SONDEO DE 12.00 A 14.99

SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR

BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR

FARO ACTUAL

FARO ANTIGUO

MOJONERA

BITA

BANCO DE NIVEL

ESCALA GRAFICA DE CURVAS

2	10
3	11
4	12
5	13
6	14
7	15
8	16
9	17
	18

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO COMPUTADORA	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA: SISTEMA DE COORDENADAS:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80 U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)

DISTANCIA ENTRE SECCIONES: 20 METROS

MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24

CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado

Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

Marina
Secretaría de Marina

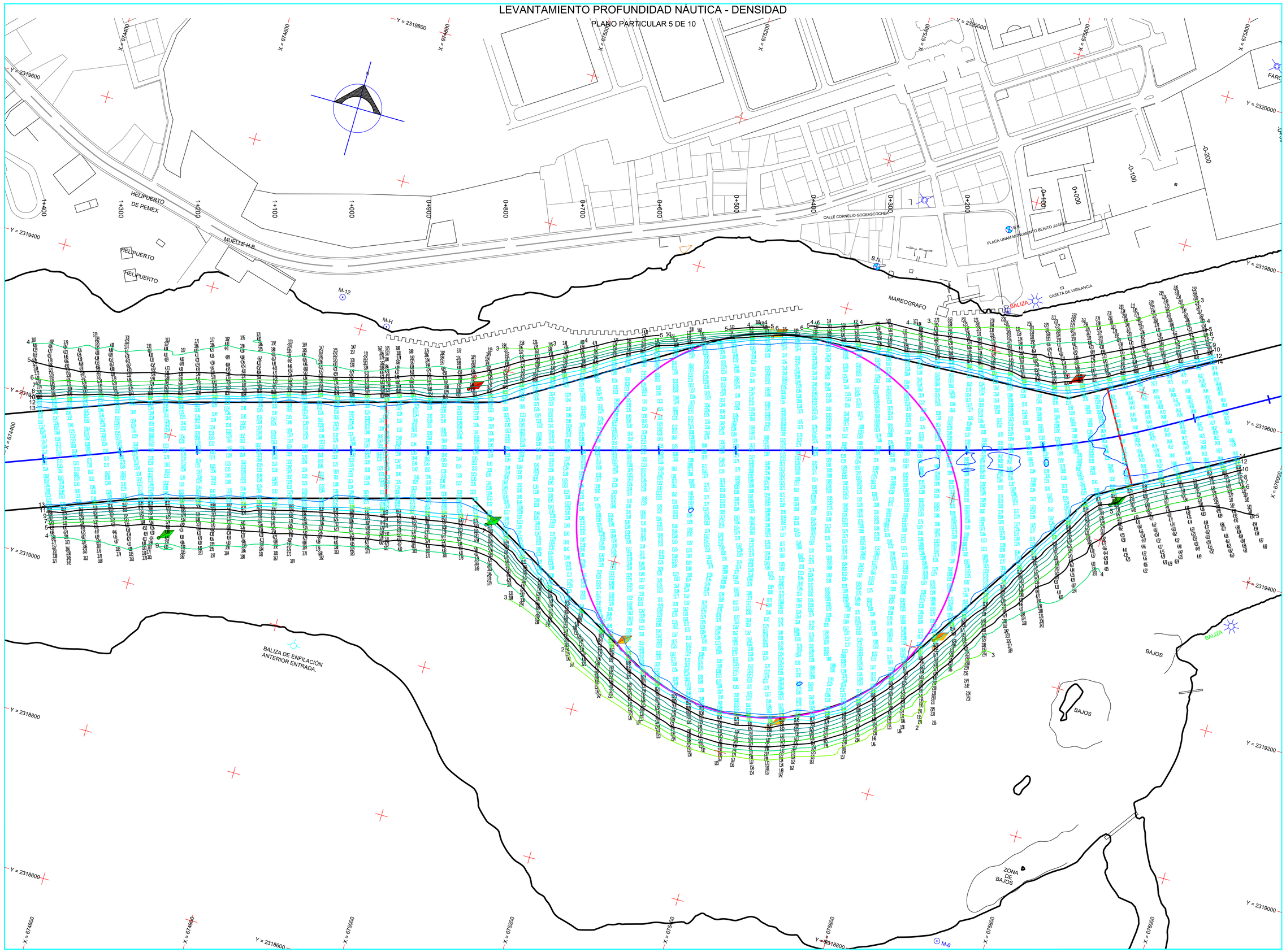
ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL MARINA

AUTORIZÓ:	CONFORME:	REVISÓ:

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO: INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD CANAL EXTERIOR / TUXPAN, VER.	ACOTACION: METROS
CADENAMIENTO -1+500 AL 0+000	NUMERO DE PLANO: 4 DE 10
CLAVE DEL PLANO: ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H4	EVENTO: JUNIO-2025

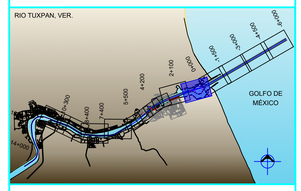
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 5 DE 10



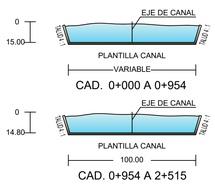


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS	ESCALA GRAFICA DE CURVAS

BOYAS

BOYA A RECALADA

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

1	10
2	11
3	12
4	13
5	14
6	15
7	16
8	17
9	18

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL:	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.6551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)

DISTANCIA ENTRE SECCIONES: 20 METROS

MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado
Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

Marina
Secretaría de Marina

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL
MARINA

AUTORIZÓ:	CONFORME:	REVISÓ:

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO:
	INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD	ACOTACION:
DARENA DE CIABOGA / TUXPAN, VER.	METROS
CADENAMIENTO 0+000 AL 1+300	NUMERO DE PLANO:
	5 DE 10
CLAVE DEL PLANO:	EVENTO:
ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H5	JUNIO-2025

LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 6 DE 10

PUENTE DE TAMPAMACHOCO

LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

MUELLES DE PEMEX

HELIPUERTO DE PEMEX

HELIPUERTO

HELIPUERTO

M-15

BALIZA

Muelle TPT

MUELLE No. 1

MUELLE No. 3

MUELLE No. 2

TPT

BALIZA POSTERIOR

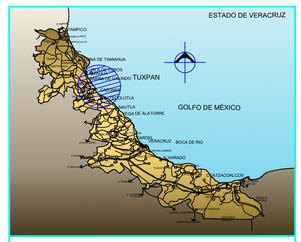
PROPIEDAD

TERRENO BALDIO

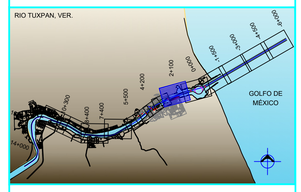
TERRENO NATURAL

MUELLE

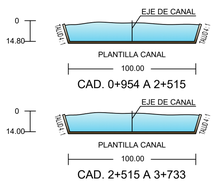
LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR



SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS

BOYAS

BOYA A RECALADA

- SONDEO DE 0.00 A 10.99
- SONDEO DE 11.00 A 11.99
- SONDEO DE 12.00 A 14.99
- SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

- BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
- BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
- FARO ACTUAL
- FARO ANTIGUO
- MOJONERA
- BITA
- BANCO DE NIVEL

ESCALA GRAFICA DE CURVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

ESCALA GRAFICA : 1 : 2,000

0 20 40 60 80 100 150 200

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL ECOSONDA	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA ODOM ECHOTRAC MKII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado

Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

Marina
Secretaría de Marina

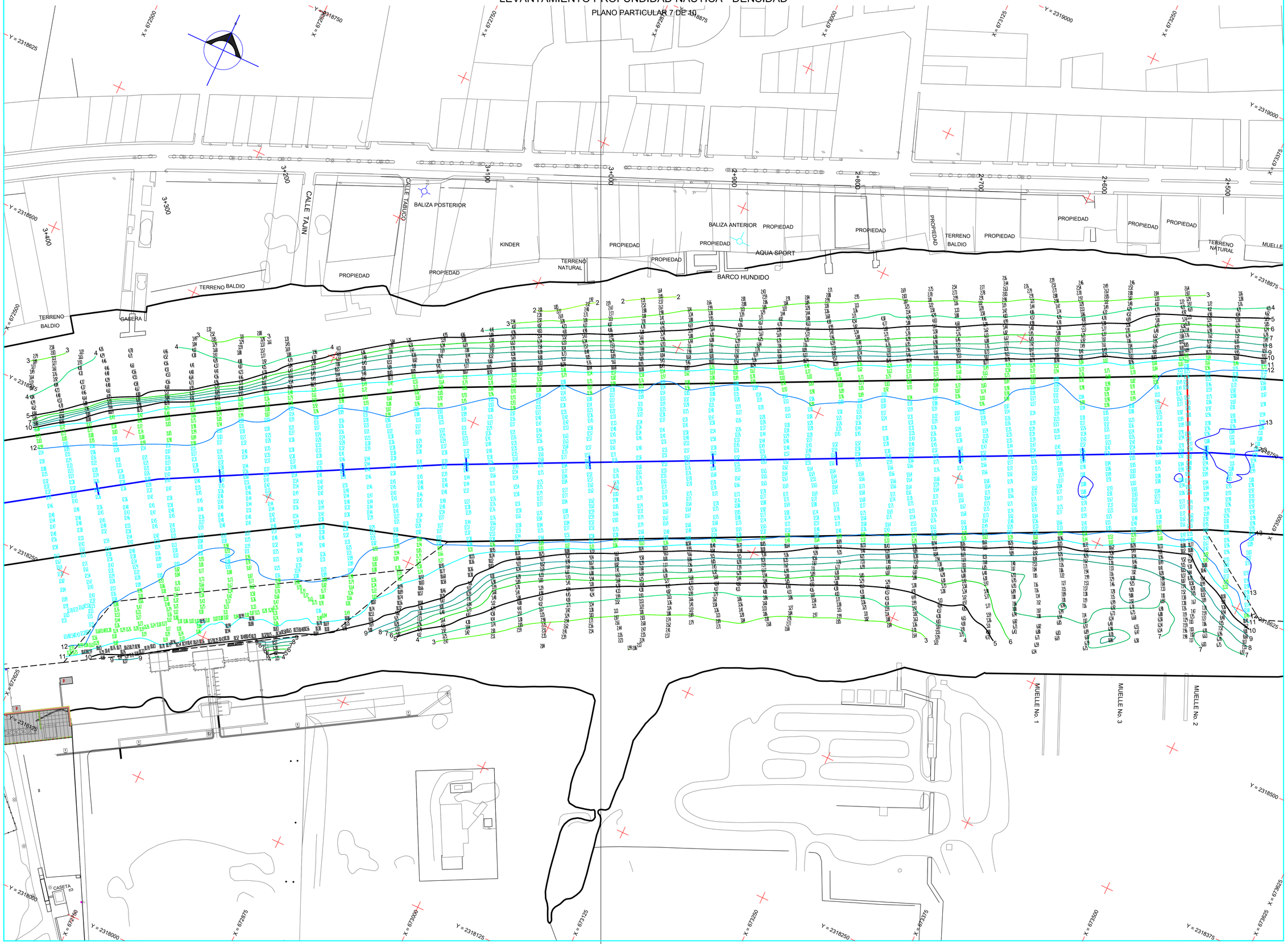
ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL
MARINA

AUTORIZÓ: | CONFORME: | REVISÓ:

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO: INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD DARSENA DE MUELLE TPT / TUXPAN, VER.	ACOTACION: METROS
CADENAMIENTO 1+300 AL 2+700	NUMERO DE PLANO: 6 DE 10
CLAVE DEL PLANO: ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H6	EVENTO: JUNIO-2025

LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - Ddensidad

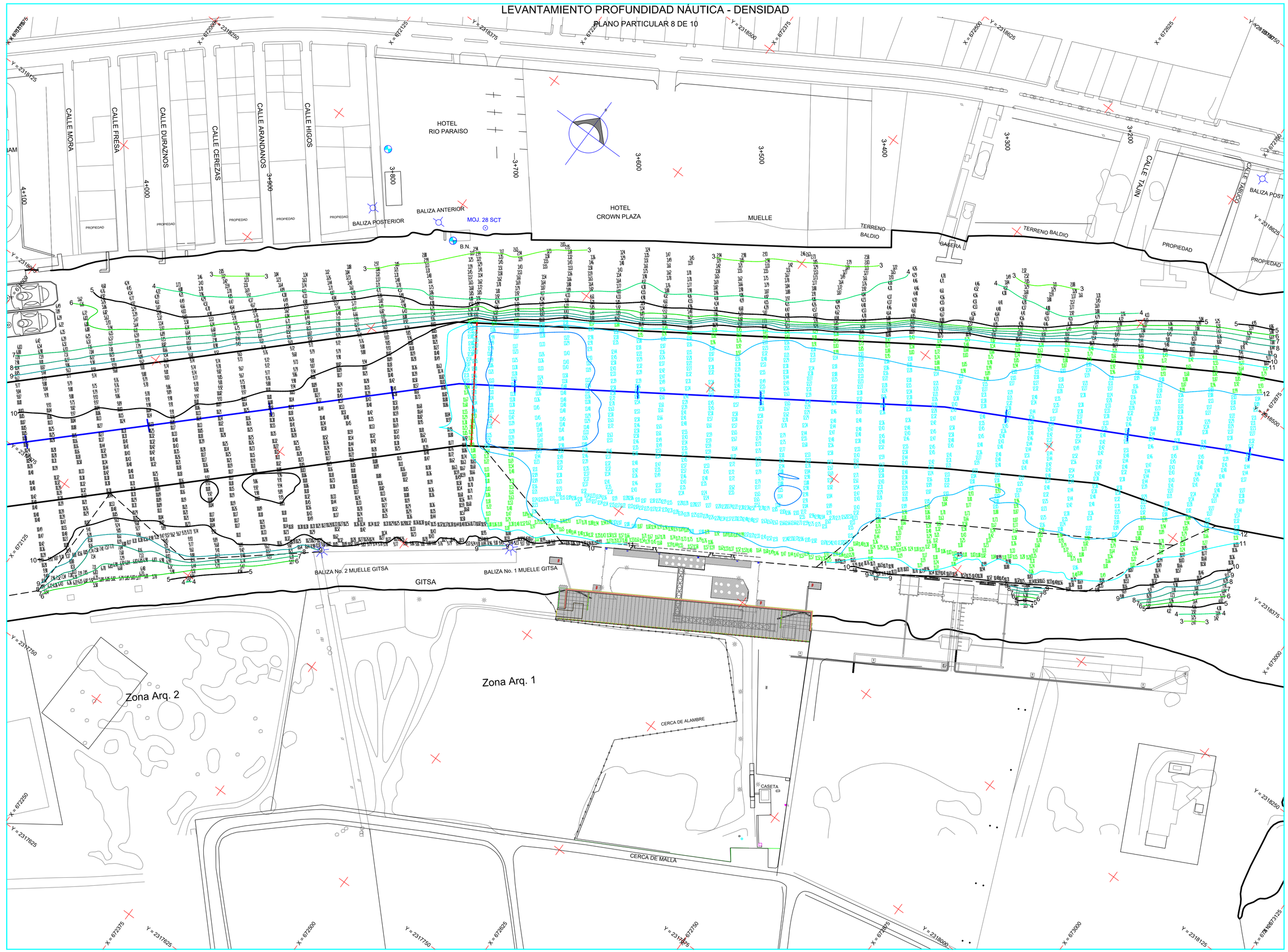
PLANO PARTICULAR 7 DE 10




ESTADO DE VERACRUZ
GOLFO DE MÉXICO
TUXPAN
TAMPICO
TAMPICO ALTO
ALTAMIRA
LA BARRA
TUXPAN
TUXPAN
TUXPAN

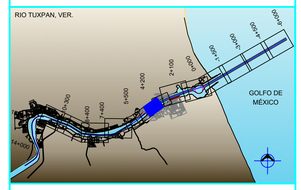
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 8 DE 10



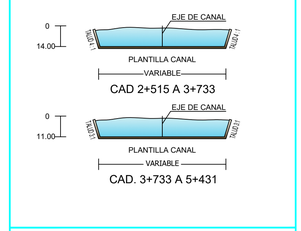


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS	ESCALA GRAFICA DE CURVAS
BOYAS BOYA A RECALADA SONDEO DE 0.00 A 10.99 SONDEO DE 11.00 A 11.99 SONDEO DE 12.00 A 14.99 SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR FARO ACTUAL FARO ANTIGUO MOJONERA BITA BANCO DE NIVEL	1 10 2 11 3 12 4 13 5 14 6 15 7 16 8 17 9 18

ESCALA GRAFICA : 1 : 1,250

0 12.5 25 37.5 50 62.5 93.75 125

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL ECOSONDA	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,682.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO: INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD CANAL INTERIOR / TUXPAN, VER.	ACOTACION: METROS
CADENAMIENTO 3+100 AL 4+100	NUMERO DE PLANO: 8 DE 10
CLAVE DEL PLANO: ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H8	EVENTO: JUNIO-2025

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado
Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

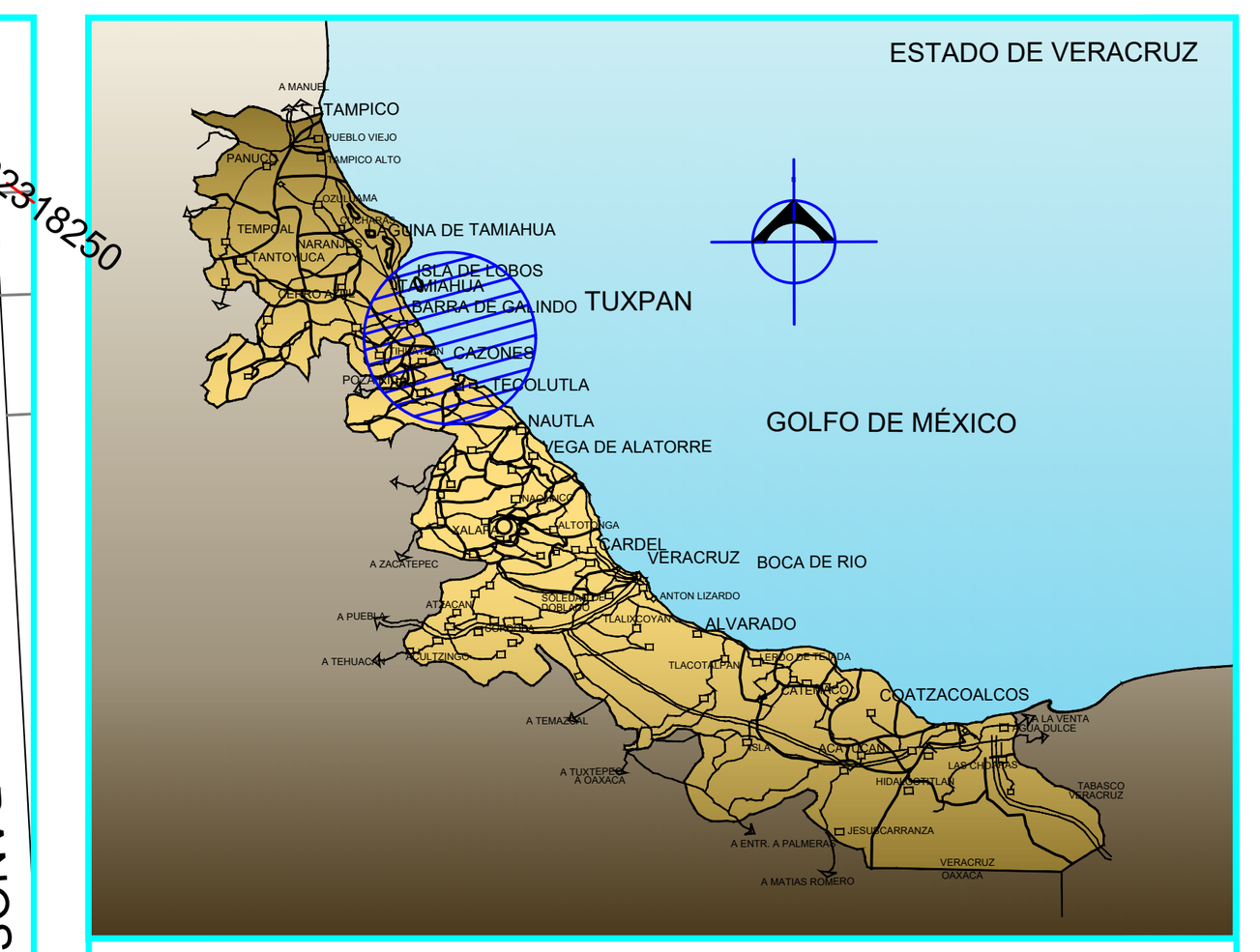
Marina
Secretaría de Marina
ADMINISTRACION DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL
MARINA

AUTORIZÓ:	CONFORME:	REVISÓ:

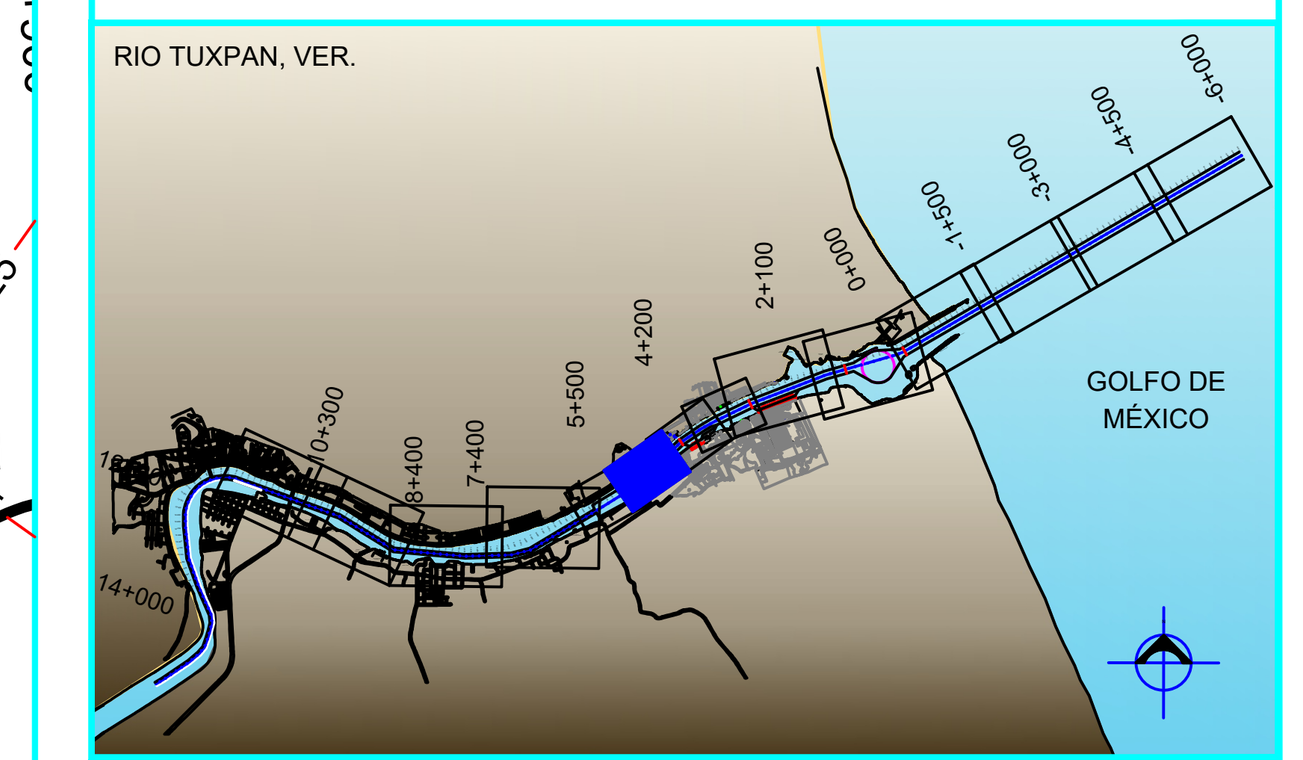
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 9 DE 10



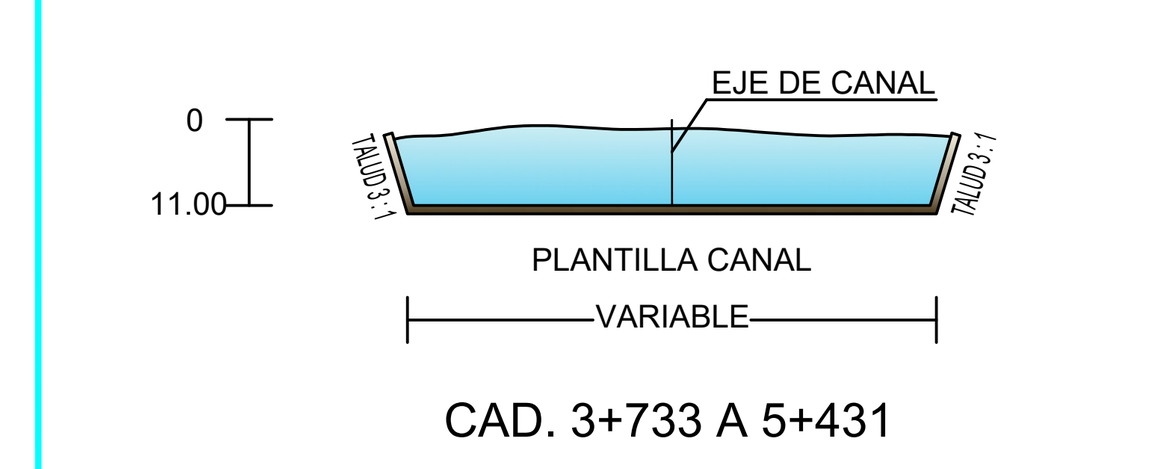


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. 3+733 A 5+431

SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS

BOYAS

BOYA-A RECALADA

SONDEO DE 0.00 A 10.99
SONDEO DE 11.00 A 11.99
SONDEO DE 12.00 A 14.99
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE

BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR
BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR
FARO ACTUAL
FARO ANTIGUO
MOJONERA
BITA
BANCO DE NIVEL

ESCALA GRAFICA DE CURVAS

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

ESCALA GRAFICA : 1 : 1,250

0 12.5 25 37.5 50 62.5 93.75 125

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO: INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD DARSENAS FISCAL Y DE CIABOGA / TUXPAN, VER.	ACOTACION: METROS
CADENAMIENTO 4+100 AL 4+900	NUMERO DE PLANO: 9 DE 10
CLAVE DEL PLANO: ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H9	EVENTO: JUNIO-2025

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado
Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

Marina
Secretaría de Marina

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL
MARINA

AUTORIZÓ: [redacted]

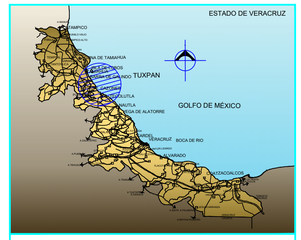
CONFORME:

REVISÓ:

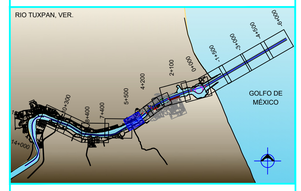
LEVANTAMIENTO PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD

PLANO PARTICULAR 10 DE 10



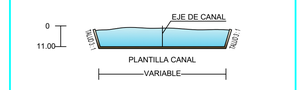


LOCALIZACION ESTATAL



LOCALIZACION PARTICULAR

SECCION TRANSVERSAL TIPO



CAD. 3+733 A 5+431

SIMBOLOGÍA

COLORES DE SONDEOS	ESCALA GRAFICA DE CURVAS
BOYAS	2 — 10
BOYA DE ENFILACIÓN ANTERIOR	3 — 11
BOYA DE ENFILACIÓN POSTERIOR	4 — 12
SONDEO DE 0.00 A 10.99	5 — 13
SONDEO DE 11.00 A 11.99	6 — 14
SONDEO DE 12.00 A 14.99	7 — 15
SONDEO DE 15.00 EN ADELANTE	8 — 16
BALIZA DE ENFILACIÓN ANTERIOR	9 — 17
BALIZA DE ENFILACIÓN POSTERIOR	18
FARO ACTUAL	
FARO ANTIGUO	
MOJONERA	
BITA	
BANCO DE NIVEL	

ESCALA GRAFICA : 1 : 1,250

0 12.5 25 37.5 50 62.5 93.75 125

NOTAS:

PERIODO DE EJECUCION:	DEL 24 AL 29 JUNIO DE 2025
EQUIPO UTILIZADO:	
SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL	INS SBG SYSTEMS ELLIPSE - D CON RECEPTOR GNSS DE DOBLE ANTENA
ECOSONDA	ODOM ECHOTRAC MKIII DOBLE FRECUENCIA 200 / 24 KHZ
SOFTWARE PERFILACION SISMICA	STEMA SYSTEMS "SILAS"
MEDIDOR DE VELOCIDAD DE SONIDO EN EL AGUA	VALEPORT SWIFT
DENSIMETRO	RHEOTUNE MARCA STEMA SYSTEMS
COMPUTADORA	ACER GAMER NITRO 3I
SOFTWARE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO	HYPACK MAX 2024
SOFTWARE DE DIBUJO	AUTOCAD 2014
EMBARCACIÓN	"SEASURVEY" 21 PIES 1 MOTOR DE 225 HP.
SISTEMA DE REFERENCIA:	ITRF 2008 EPOCA 2010.0 GRS80
SISTEMA DE COORDENADAS:	U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR)

PUNTOS AUXILIARES PARA LECTURA DE MAREAS:

LOCALIZACION	PLAZA ESCOLLERA NORTE
ALTURA	A 1.090 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 58' 09.0768" N) (97° 18' 45.3938 W)
COORDENADAS U.T.M.	(675,423.461) (2,319,662.204)
LOCALIZACION	MUELLE PARQUE RIBEREÑO
ALTURA	A 1.980 METROS DEL N.B.M.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	(20° 56' 56.8551" N) (97° 21' 10.6973 W)
COORDENADAS U.T.M.	(671,249.183) (2,317,397.542)
DISTANCIA ENTRE SECCIONES:	20 METROS
MAREA MAXIMA	+0.79 METROS
MAREA MINIMA	+0.14 METROS

CONTRATO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1/24
CONVENIO No.: ASIPONATUX-GOI-SRO-1-1/24

RUBRO: "LEVANTAMIENTO BATIMETRICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS AZOLVES EN CANALES DE NAVEGACION Y FLOTACION DEL PUERTO DE TUXPAN, VERACRUZ".

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL TUXPAN

seaprod
Servicios • Asesoría • Proyectos • Operación • Dragado
Calle Puebla No. 406 - A
Colonia. Guadalupe
C.P. 89120 Tampico, Tam. Mex.
Tel.:+52(833) 2 17 60 85
+52(833) 2 17 60 86

REALIZO:

ING. GUILLERMO GARRIDO HERNANDEZ
SUPERINTENDENTE DE SERVICIO
SEAPROD S.A. DE C.V.

Marina
Secretaría de Marina
ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL
MARINA

AUTORIZÓ:	CONFORME:	REVISÓ:

LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	ESCALA DEL PLANO: INDICADA
PROFUNDIDAD NÁUTICA - DENSIDAD DARSENAS FISCAL Y DE CIABOGA / TUXPAN, VER.	ACOTACION: METROS
CADENAMIENTO 4+900 AL 5+500	NUMERO DE PLANO: 10 DE 10
CLAVE DEL PLANO: ASIPONATUX-PLAN-PN-JUN-25-H10	EVENTO: JUNIO-2025















GPSMAP 64s

444

Nota

Ubicación
14 Q 0675771
UTM 2319360

Altura
1 m

Profundidad
_____ m

N

0 m

Mapa





GPSMAP 64s

445

Nota

Ubicación

14 Q 0675505

UTM 2319148

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N O









GPSMAP 64s

446

Nota

Ubicación

14 Q 0674845

UTM 2319149

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m






TOKYO



GPSMAP 64s

447

Nota

Ubicación

14 Q 0674185

UTM 2318937

Altura

1 m

Profundidad

_____ m

N

0 m


PS TOKYO
VALLETTA












PILOT


04


TPI
SFL

GPSMAP 64s

448

Nota

Ubicación

14 Q 0673790

UTM 2318856

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN



GPSMAP 64s

449

Nota

Ubicación

14 Q 0673554

UTM 2318760

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN



GPSMAP 64s

450

Nota

Ubicación

14 Q 0673399

UTM 2318695

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

GPSMAP 64s

451

Nota

Ubicación

14 Q 0673245
UTM 2318612

Altura
2 m

Profundidad
_____ m

E

1 m

Mapa

Medio








COL
NITOBA
ONROVIA

GPSMAP 64s

452

Nota

Ubicación
14 Q 0673017
UTM 2318478

Altura
3 m

Profundidad
_____ m

N

0 m

Mapa

Coleman


GPSMAP 64s
453
Nota
Ubicación
14 Q 0672782
UTM 2318347
Altura
2 m
Profundidad
_____ m
N
0 m
Mapa
Hecho


MANITOBA

www.als.mx

ESTEEM HOUSTON
PANAMA
IMO 9882334



GPSMAP 64s

454

Nota

Ubicación
14 Q 0672555
UTM 2318223

Altura
2 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

Mapa Hecho

GARMIN




FRIGORÍFICO DE TUXPAN


20 ANIVERSARIO



GPSMAP 64s

458

Nota

Ubicación
14 Q 0671799
UTM 2317670

Altura
2 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

GPSMAP 64s

459

Nota

Ubicación

14 Q 0671719

UTM 2317614

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m



GPSMAP 64s

460

Nota

Ubicación
14 Q 0671548
UTM 2317491

Altura
2 m

Profundidad
_____ m

N

0 m

Mapa







GPSMAP 64s

461

Nota

Ubicación

14 Q 0671445

UTM 2317417

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN

GPSMAP 64s

462

Nota

Ubicación

14 Q 0671324

UTM 2317331

Altura

3 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GPSMAP 64s

463

Nota

Ubicación

14 Q 0671121

UTM 2317205

Altura

3 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

GARMIN



GPSMAP 64s

464

Nota

Ubicación

14 0 0670901

UTM 2317080

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GPSMAP 64s

465

Nota

Ubicación

14 Q 0670762

UTM 2316996

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN



GPSMAP 64s

466

Nota

Ubicación

14 Q 0670590

UTM 2316932

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN





GPSMAP 64s

467

Nota

Ubicación

14 Q 0670421
UTM 2316882

Altura
2 m

Profundidad
_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho


QUINTA
AVAL


PEMEX

GPSMAP 64s

468

Nota

Ubicación
14 Q 0670258
UTM 2316831

Altura
3 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

Mapa

Hecho

GPSMAP 64s

469

Nota

Ubicación
14 Q 0669995
UTM 2316747

Altura
3 m

Profundidad
_____ m

E 1 m

Mapa

Hecho

GPSMAP 64s

470

Nota

Ubicación
14 Q 0669593
UTM 2316640

Altura
3 m

Profundidad
_____ m

N 0 m







GPSMAP 64s

472

Nota

Ubicación

14 Q 0669059

UTM 2316523

Altura

2 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho





GPSMAP 64s

473

Nota

Ubicación
14 Q 0668415
UTM 2316552

Altura
4 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

Mapa Hecho

GARMIN



GPSMAP 64s

474

Nota

Ubicación
14 Q 0668178
UTM 2316589

Altura
5 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

Mapa

Hecho

GARMIN

IN

OUT





GPSMAP 64s

475

Nota

Ubicación

14 Q 0667955

UTM 2316658

Altura

5 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN

IN

OUT







GPSMAP 64s

476

Nota

Ubicación

14 Q 0667758

UTM 2316761

Altura

4 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN

GPSMAP 64s

477

Nota

Ubicación
14 Q 0667577
UTM 2316870

Altura
5 m

Profundidad
_____ m

N
0 m

Mapa

Hecho







GPSMAP 64s

478

Nota

Ubicación
14 Q 0667353
UTM 2317011

Altura
6 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

Mapa

Hecho





GPSMAP 64s

479

Nota

Ubicación
14 Q 0667104
UTM 2317155

Altura
6 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

Mapa

Hecho

GARMIN


HOSPITAL NAVAL
DE TUXPAN



GPSMAP 64s

480

Nota

Ubicación

14 Q 0666731

UTM 2317308

Altura

7 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN

IN

OUT

GPSMAP 64s

480

Nota

Ubicación

14 Q 0666731

UTM 2317308

Altura

7 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN

IN

OUT

FIND

PAGE


Tuxpan









GPSMAP 64s

481

Nota

Ubicación

14 Q 0666611

UTM 2317345

Altura

8 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho






FASHION







GPSMAP 64s

426

Nota

Ubicación

14 Q 0687616

UTM 2325601

Altura

-6 m

Profundidad

_____ m

N

0 m

Mapa

Hecho

GARMIN

IN

OUT

[redacted]

[redacted]










GPSMAP 64s
Nota
Ubicación
14 Q 0680921
UTM 2332289
Altura
-3 m
Profundidad
m
N
0 m
Mapa
Hecho
GARMIN
IN
OUT





GPSMAP 64s

434

Nota

Ubicación
14 0 0679733
UTM 2337579

Altura
-2 m

Profundidad
_____ m

N 0 m

Mapa Menú


SUZUKI





GPSMAP 64s

455

Nota

Ubicación

14 Q 0679903

UTM 2337380

Altura

-4 m

Profundidad

_____ m

N

0 m













Secretaria de Marina



Administración del Sistema Portuario Nacional
(ASIPONA) Tuxpan

P R E S E N T A

MEMORIA FOTOGRÁFICA

FOTOS DEL CANAL INTERIOR, DESDE EL PUENTE TUXPAN (KM 10+500), HACIA CANAL EXTERIOR (0+000)




GPSMAP 64s
481
Nota
Ubicación
14 Q 0666611
UTM 2317345
Altura
8 m
Profundidad
N
0 m
Mapa
Hecho
















CADENAMIENTO 9+800 al 10+200
MARINA
N
W
E
S
10+500
10+400
10+300
10+200
10+100
10+000
9+900
9+800
9+700
9+600
9+500
9+400
Tuxpan
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de Mexico
865700
866000
866300
866600
866900
867200
867500
867800














CADENAMIENTO 9+600 al 9+800
MARINA
N
W
E
S
10+800
10+400
10+300
10+200
10+100
10+000
9+900
9+800
9+700
9+600
9+500
9+400
Tuxpan
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Canal de Entrada







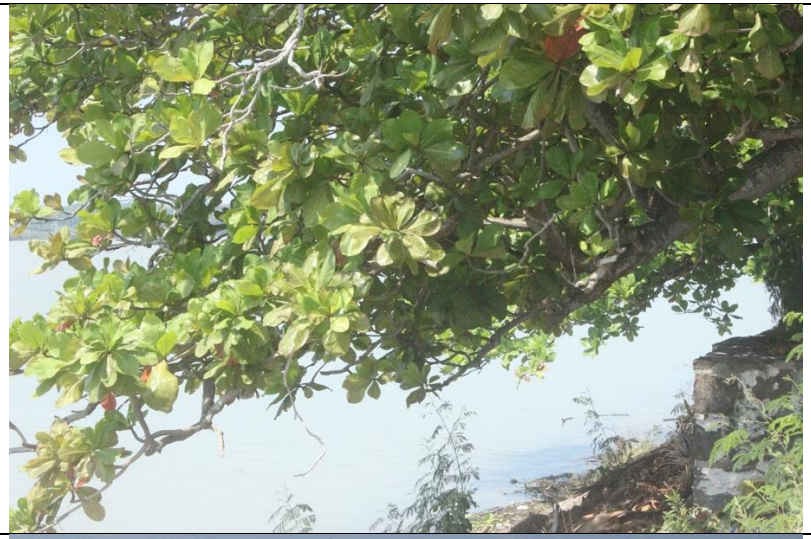











CADENAMIENTO 9+300 al 9+600
MARINA
N
W
E
S
10+400
10+300
10+200
10+100
10+000
9+900
9+800
9+700
9+600
9+500
9+400
9+300
9+200
9+100
9+000
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de México

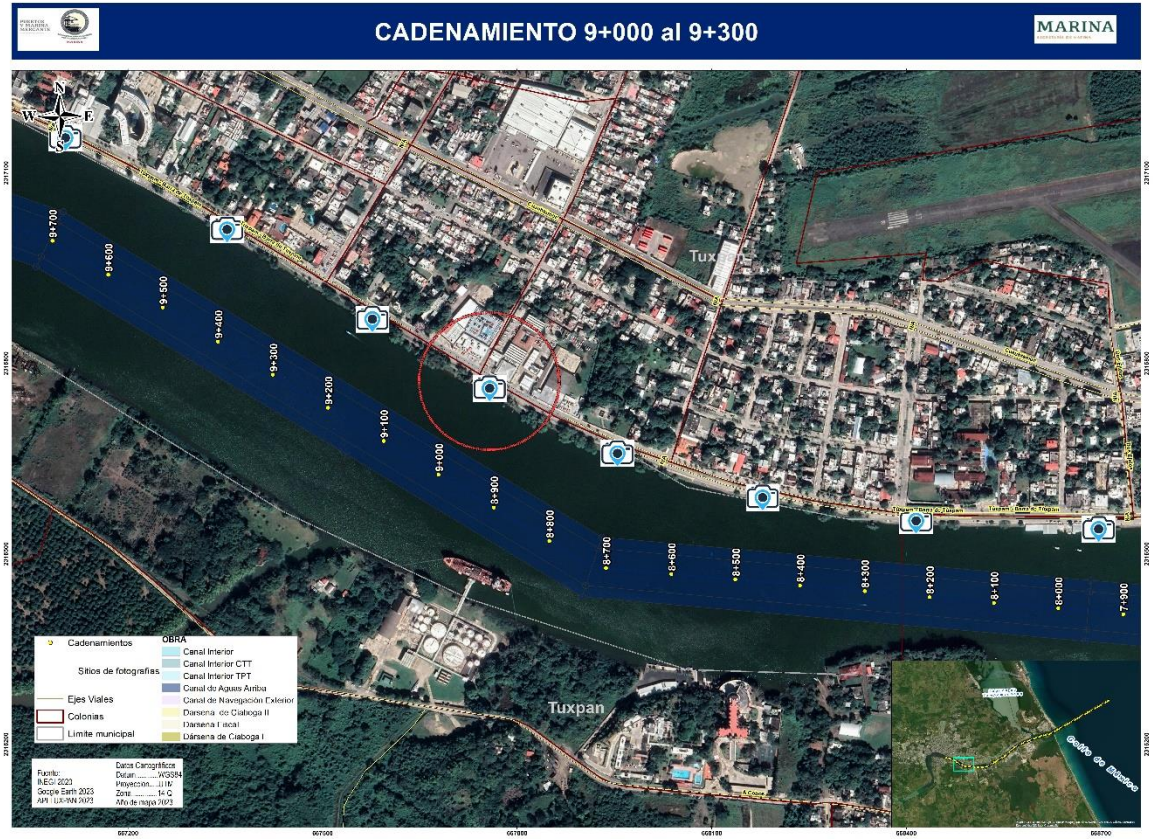









CADENAMIENTO 9+000 al 9+300
MARINA
N
W
E
S
9+700
9+600
9+500
9+400
9+300
9+200
9+100
9+000
8+900
8+800
8+700
8+600
8+500
8+400
8+300
8+200
8+100
8+000
7+900
Tuxpan
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Local
Dársena de Ciaboga I
Golfo de México










CADENAMIENTO 8+900 al 9+000
MARINA
N
W
E
S
9+000
8+900
8+800
8+700
8+600
8+500
8+400
8+300
8+200
8+100
8+000
7+900
7+800
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Tuxpan
Golfo de México
667200
667500
667800
668100
668400
668700


















CADENAMIENTO 8+200 al 8+400
MARINA
N
W
E
S
8+900
8+800
8+700
8+600
8+500
8+400
8+300
8+200
8+100
8+000
7+900
7+800
7+700
7+600
7+500
7+400
7+300
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Darsena de Ciaboga I
Fuente:
INLGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de México










CADENAMIENTO 7+600 al 8+200
MARINA
N
W
E
S
8+300
8+200
8+100
8+000
7+900
7+800
7+700
7+600
7+500
7+400
7+300
7+200
7+100
7+000
6+900
6+800
6+700
6+600
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior C I I
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
APT TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de México





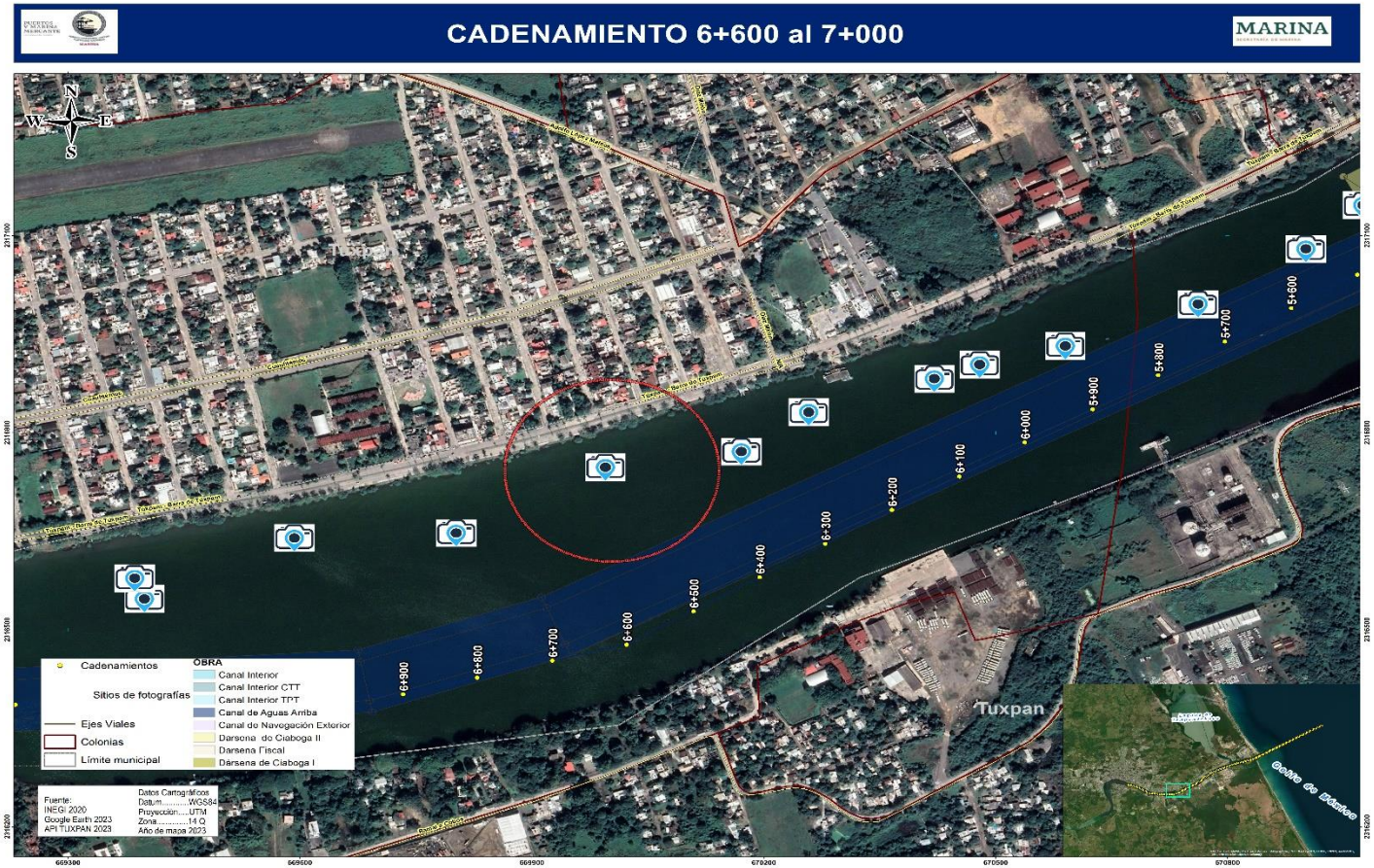





CADENAMIENTO 7+000 al 7+600
MARINA
N
W
E
S
7+700
7+600
7+500
7+400
7+300
7+200
7+100
7+000
6+900
6+800
6+700
6+600
6+500
6+400
6+300
6+200
6+100
6+000
OBRA
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Tuxpan
Golfo de México





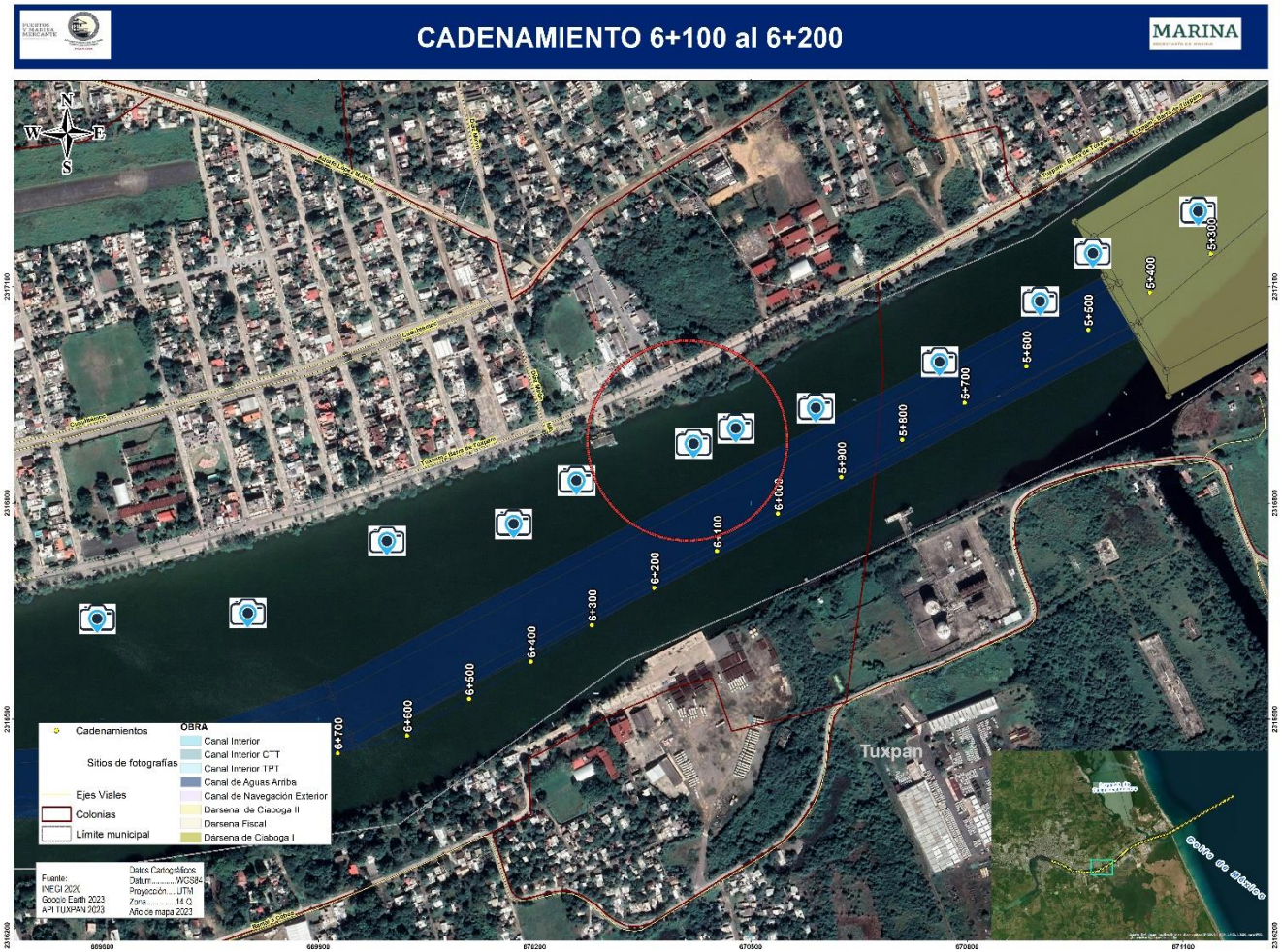

CADENAMIENTO 6+600 al 7+000
MARINA
N
W
E
S
5+600
5+700
5+800
5+900
6+000
6+100
6+200
6+300
6+400
6+500
6+600
6+700
6+800
6+900
Tuxpan
Golfo de México
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de maoa 2023
669300
669600
669900
670200
670500
670800
2317400
2316800
2316200
2315600






CADENAMIENTO 6+200 al 6+600
MARINA
N
W
E
S
5+300
5+400
5+500
5+600
5+700
5+800
5+900
6+000
6+100
6+200
6+300
6+400
6+500
6+600
6+700
Tuxpan
Golfo de México
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuentes:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum..... WGS84
Proyección.... UTM
Zona..... 14 Q
Año de mapa 2023


CADENAMIENTO 6+100 al 6+200
MARINA
N
W
E
S
5+300
5+400
5+500
5+600
5+700
5+800
5+900
6+000
6+100
6+200
6+300
6+400
6+500
6+600
6+700
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Tuxpan
Golfo de México






CADENAMIENTO 5+700 al 6+100
MARINA
Tuxpan
Tuxpan
5+000
5+100
5+200
5+300
5+400
5+500
5+600
5+700
5+800
5+900
6+000
6+100
6+200
6+300
6+400
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Golfo de México





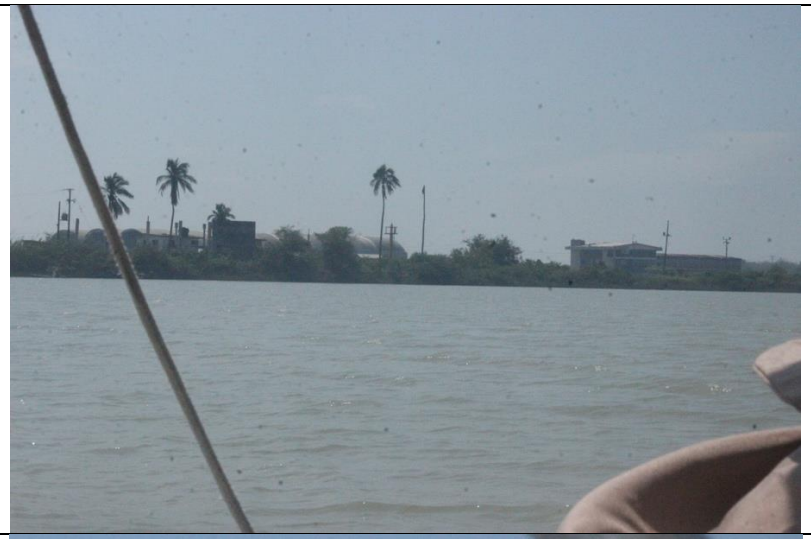

CADENAMIENTO 5+100 al 5+700
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
4+000
4+100
4+200
4+300
4+400
4+500
4+600
4+700
5+100
5+200
5+300
5+400
5+500
5+600
700
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuentes:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de México














CADENAMIENTO 4+600 al 5+100
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
Tuxpan
4+000
4+100
4+200
4+300
4+400
4+500
4+600
4+700
4+800
4+900
5+000
5+100
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Golfo de México
671100
671400
671700
672000
672300

	
	 FRIGORIFICO DE TUXPAN


CADENAMIENTO 4+200 al 4+600
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
3+600
3+700
3+800
3+900
4+000
4+100
4+200
4+300
4+400
4+500
4+600
4+700
4+800
5+000
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CI I
Canal Interior TPI
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Golfo de México

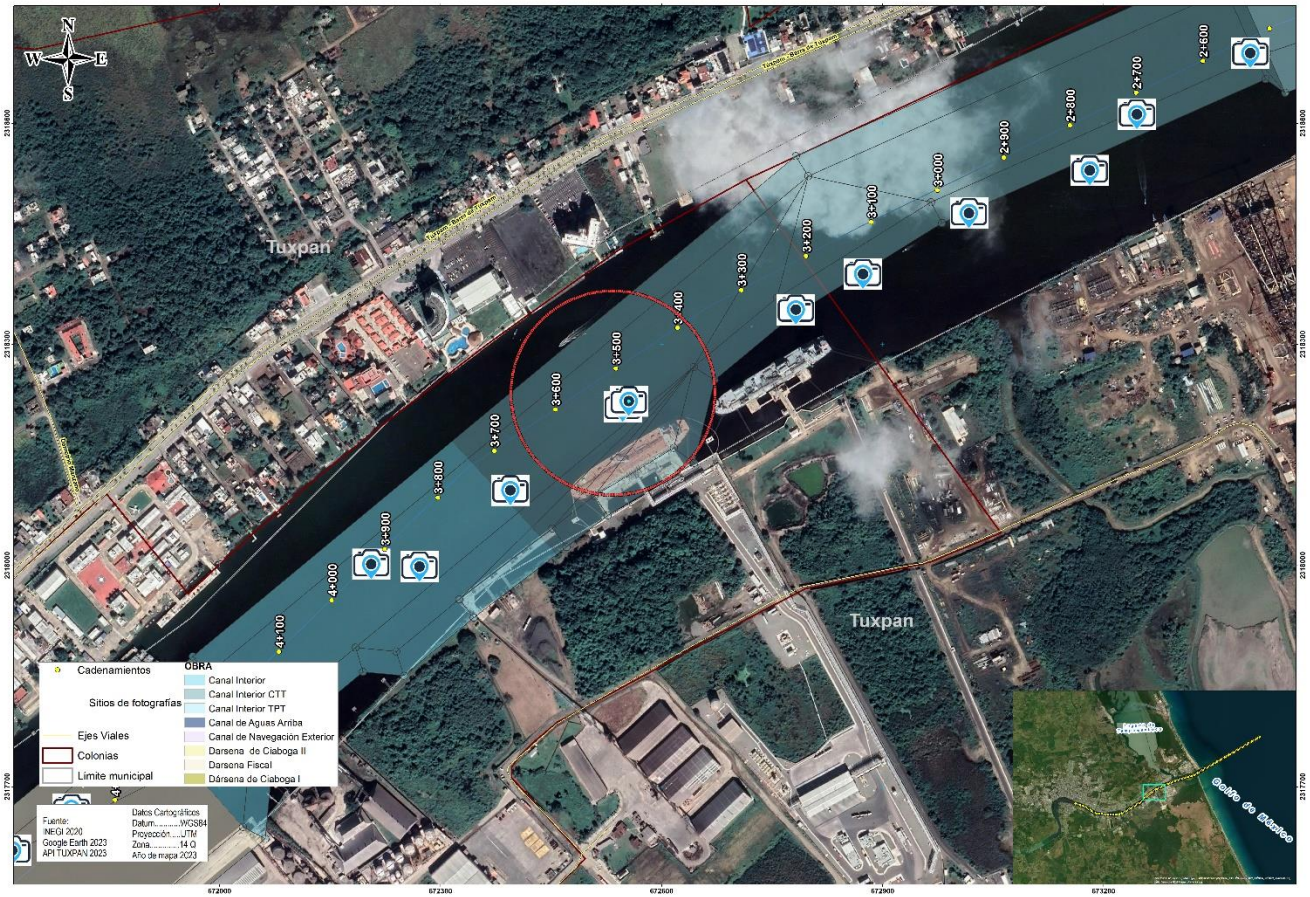
	
	


CADENAMIENTO 3+700 al 4+200
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
3+100
3+200
3+300
3+400
3+500
3+600
3+700
3+800
3+900
4+000
4+100
4+200
4+300
4+400
OBRA
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Limite municipal
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
672100
672600
672300
672800
672500
673200
2318000
2317800
2317600
2317400
Golfo de México



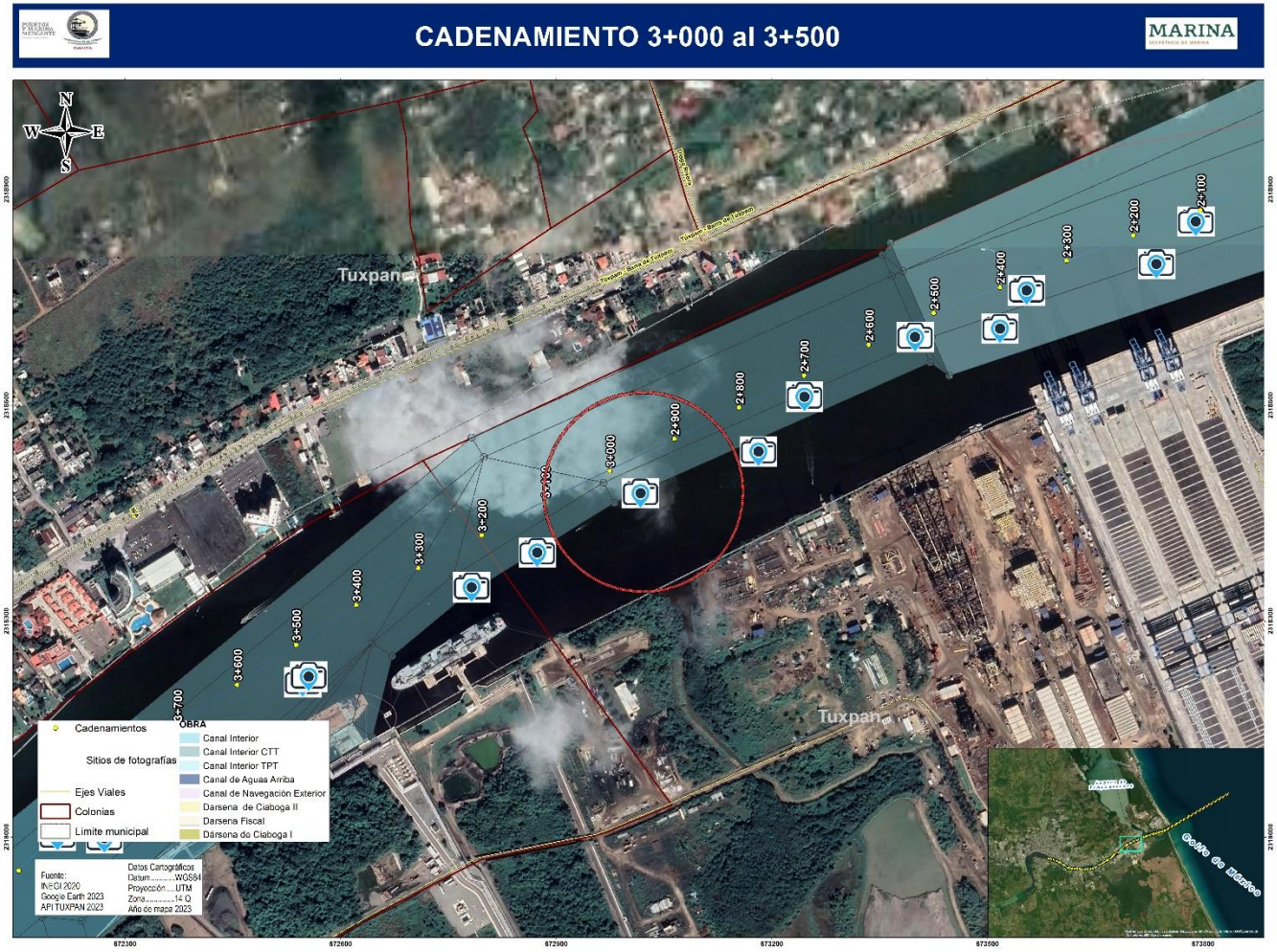


CADENAMIENTO 3+500 al 3+700



	 ESTEEM HOUSTON PANAMA
 www.ais.mx	


CADENAMIENTO 3+000 al 3+500
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
Tuxpan
2+100
2+200
2+300
2+400
2+500
2+600
2+700
2+800
2+900
3+000
3+100
3+200
3+300
3+400
3+500
3+600
3+700
OBRA
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Limite municipal
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Canal de Navegación
Canal de Barlovento
Canal de Sotavento
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Centro de Barlovento
2318900
2318600
2318300
2317900
672300
672600
672900
673200
673500
673800


MANITOBA





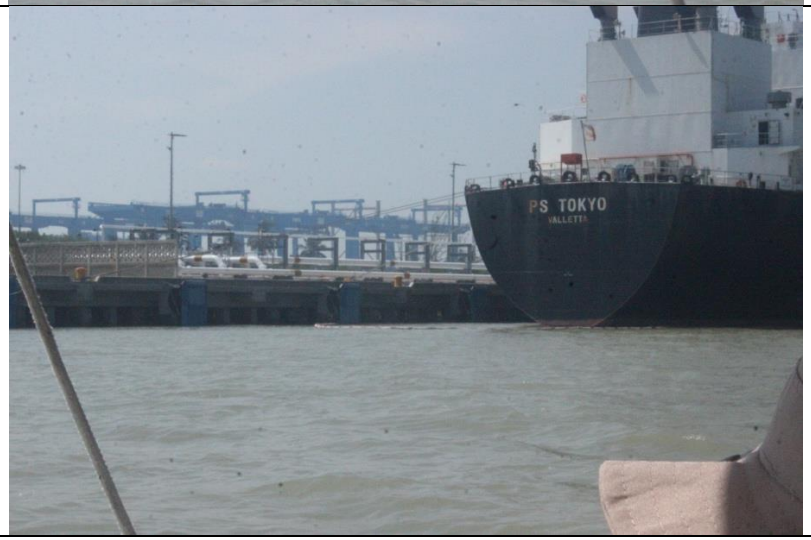


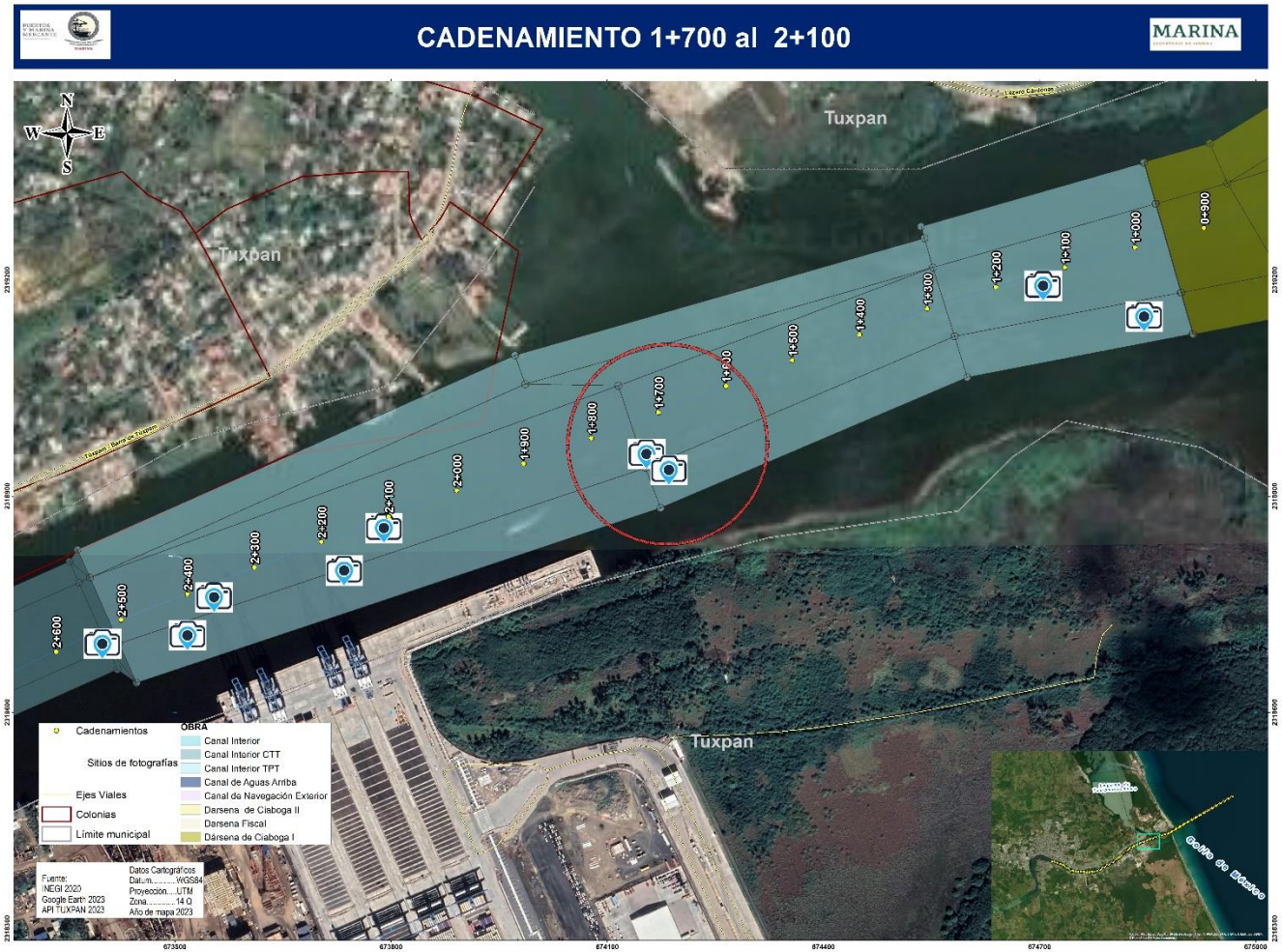

CADENAMIENTO 2+100 al 2+700
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
1+300
1+400
1+500
1+600
1+700
1+800
1+900
2+000
2+100
2+200
2+300
2+400
2+500
2+600
2+700
2+800
2+900
OBRA
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de México
672800
673200
673600
674000
674400
2319200
2319600
2319800
2319400



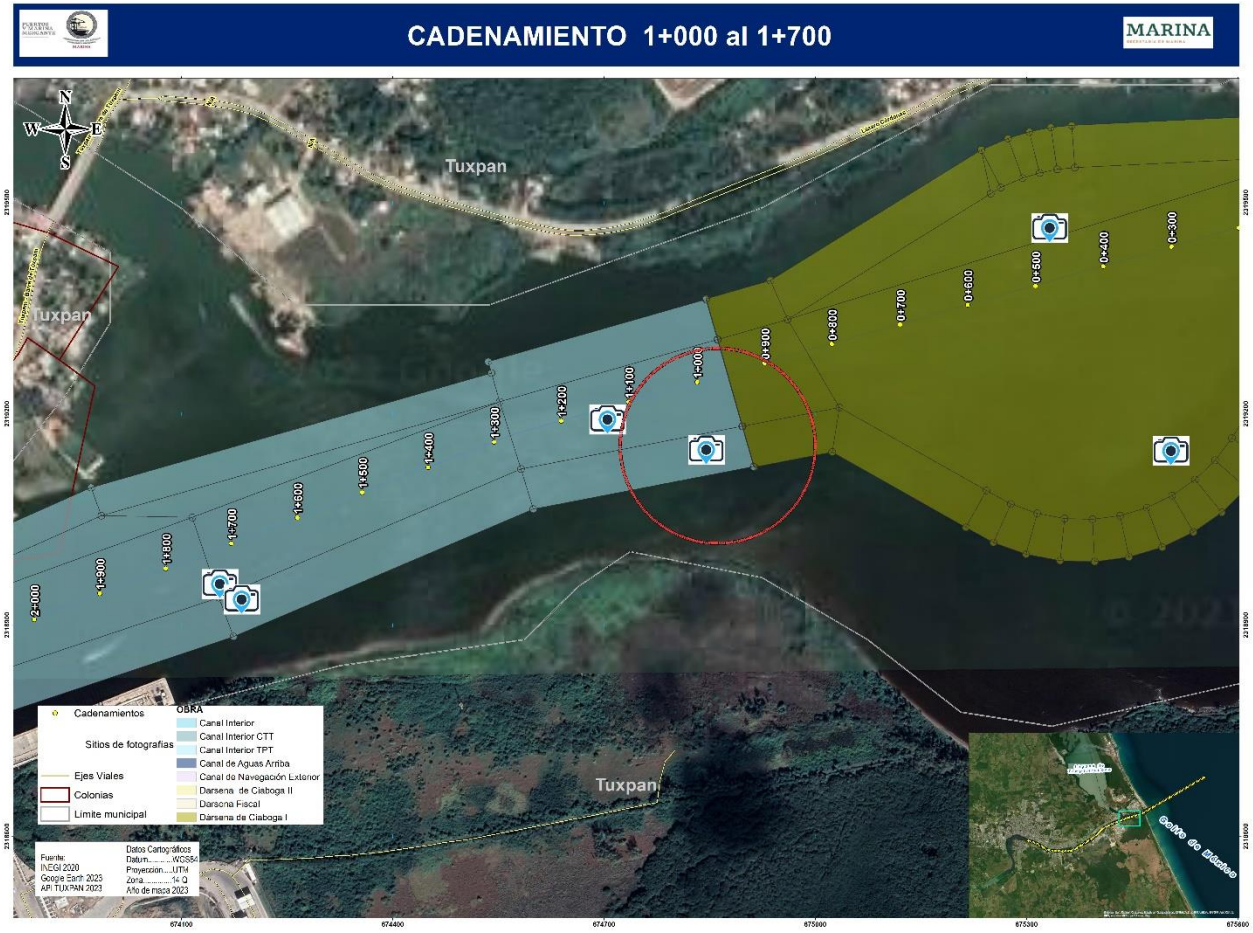





PS TOKYO


CADENAMIENTO 1+700 al 2+100
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
Tuxpan
Tuxpan
0+900
1+000
1+100
1+200
1+300
1+400
1+500
1+600
1+700
1+800
1+900
2+000
2+100
2+200
2+300
2+400
2+500
2+600
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de México
673500
673800
674100
674400
674700
675000

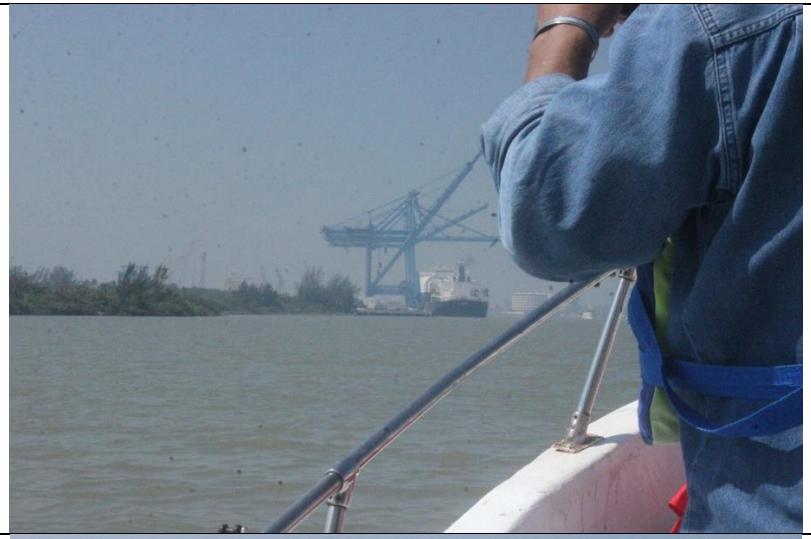
	
	

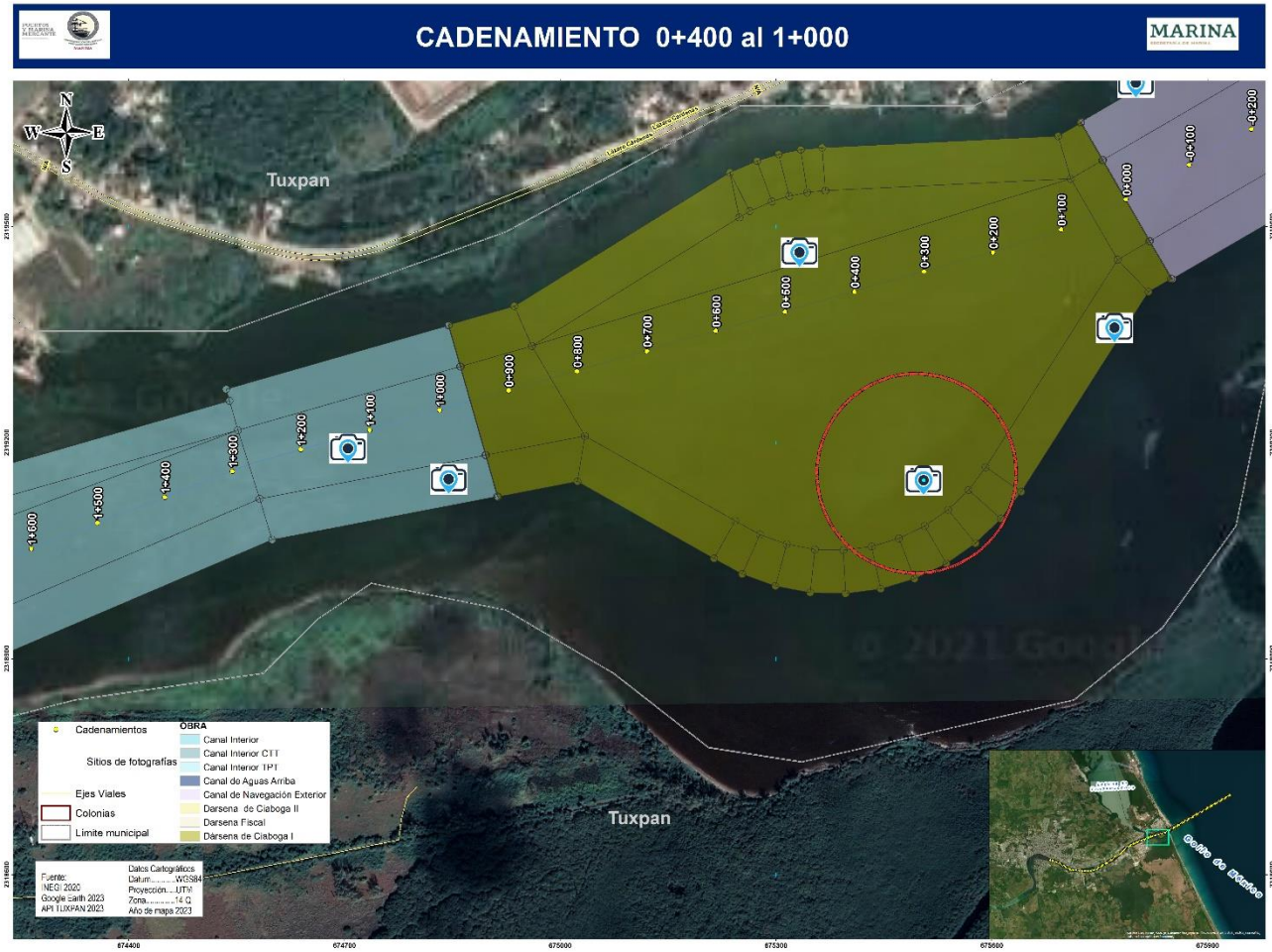

CADENAMIENTO 1+000 al 1+700
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
Tuxpan
Tuxpan
0+000
0+100
0+200
0+300
0+400
0+500
0+600
0+700
0+800
0+900
1+000
1+100
1+200
1+300
1+400
1+500
1+600
1+700
1+800
1+900
2+000
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Dársena de Ciaboga II
Dársena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Golfo de México
674100
674400
674700
675000
675300
675600








CADENAMIENTO 0+400 al 1+000
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
0+000
0+100
0+200
0+300
0+400
0+500
0+600
0+700
0+800
0+900
1+000
1+100
1+200
1+300
1+400
1+500
1+600
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Dársena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum: WGS84
Proyección: UTM
Zona: 14 Q
Año de mapa 2023
Tuxpan
Golfo de México
2319600
2319200
2318800
2318400
674400
674760
675000
675300
675600
675900










CADENAMIENTO 0+000 al 0+400
MARINA
N
W
E
S
Tuxpan
0+000
0+100
0+200
0+300
0+400
0+500
0+600
0+700
0+800
0+900
Cadenamientos
Sitios de fotografías
Ejes Viales
Colonias
Límite municipal
OBRA
Canal Interior
Canal Interior CTT
Canal Interior TPT
Canal de Aguas Arriba
Canal de Navegación Exterior
Darsena de Ciaboga II
Darsena Fiscal
Darsena de Ciaboga I
Fuente:
INEGI 2020
Google Earth 2023
API TUXPAN 2023
Datos Cartográficos
Datum.....WGS84
Proyección.....UTM
Zona.....14 Q
Año de mapa 2023
Golfo de México
675000
675300
675600
675900
676200
676500













CANAL EXTERIOR







