

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

**" OBRAS DE DESAZOLVE PARA LA REHABILITACIÓN DE
CANALES DE NAVEGACIÓN Y DÁRSENAS EN LAGUNA
CAIMANERO, MUNICIPIO DE EL ROSARIO, SINALOA"**



ENERO 2016

ÍNDICE

Página

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.....	27
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....	51
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	95
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	114
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	118
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	123

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

I.1. Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

OBRAS DE DESAZOLVE PARA LA REHABILITACIÓN DE CANALES DE NAVEGACIÓN Y DÁRSENAS EN LAGUNA CAIMANERO, MUNICIPIO DE EL ROSARIO, SINALOA.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto motivo del presente estudio se encuentra ubicado en el Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, en el Municipio de Rosario, Sinaloa.

Las coordenadas de un polígono regular envolvente de las obras y actividades del proyecto son, en coordenadas WGS84, UTM13:

NW	X = 392,468	Y = 2,536,985
SE	X = 396,544	Y = 2,529,306



Figura I.1. Macrolocalización del área del proyecto.



Figura I.2. Microlocalización del área del proyecto.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto (acotarlo en años o meses)

25 años.

- **Duración total:**

- **Etapas**

- **Construcción** 1.5 años (18 meses)
 - **Operación** 25 años
 - **Mantenimiento** 5 años (en los años 5,10, 15, 20 y 25).

El proyecto será ejecutado en 18 meses, tiempo que comprende las etapas de Preparación del sitio y Construcción. La vida útil se estima en 25 años, con posibles actividades de mantenimiento cada 5 años. La periodicidad de estas actividades es estimada y variará en función de los procesos naturales que operan en el área (dinámica fluvial/litoral), así como de la ocurrencia de eventos climatológicos extraordinarios. La determinación de la necesidad de realizar acciones de mantenimiento estará en función de la presencia de nuevos azolves.

4

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La Laguna de Caimanero se ubica dentro del sistema lagunar Huizache-Caimanero, el cual se encuentra localizado en el sur del estado de Sinaloa, entre los paralelos 22°50'-23°05' N y los meridianos 105°55'-106°15' W. La extensión promedio total del sistema es de 175 km² con una profundidad media de 0.65 m (de 0.6 a 0.8 en Huizache y hasta 1.5 m en Caimanero) y un volumen total promedio de 101,529.60 m³. Este cuerpo lagunar costero experimenta una notable reducción a 65 km² al término de la temporada de sequías. Particularmente la marisma de Huizache se reduce de 41 a 14 km² y la laguna de Caimanero de 134 a 51 km². El sistema está delimitado por los ríos Presidio al este y Baluarte al oeste, con los cuales se encuentra conectado mediante esteros.

No obstante la magnitud de la superficie lagunar, el tirante de agua se ha venido reduciendo a lo largo de los años, debido a los procesos geológicos naturales y a las actividades productivas primarias que tienen sus descargas de aguas residuales directa o indirectamente al sistema a través de los drenes de descarga, ríos y arroyos. En este sentido es importante señalar que los terrenos circundantes a la laguna, son en su mayoría utilizados como tierras de cultivo de hortalizas y vegetales; para el pastoreo, cría y engorda de ganado vacuno, porcino, y caprino; y últimamente para la acuicultura mediante granjas acuícolas.

Esta situación ha generado una disminución en la producción pesquera de los últimos ciclos, principalmente la de camarón, pues con la disminución de los tirantes primeramente se reduce la hidrodinámica lagunar y como consecuencia aumentan las temperaturas y salinidad del agua, haciendo que la especie tenga menos áreas propicias como hábitat para su reproducción y crecimiento.

Por la misma razón, las condiciones de navegación son casi imposibles pues en mareas bajas la laguna es un espejo de agua con profundidades de agua de 20 a 40 centímetros, y en las mareas muertas grandes extensiones de la laguna se descubren completamente; situación que se vuelve extrema en grandes áreas de las riberas de la laguna.

Asimismo, y de igual importancia, el canal de navegación actualmente se encuentra completamente azolvado, ya que desde su construcción no ha recibido mantenimiento. La navegación con motor se realiza solamente durante las mareas altas, y durante las mareas bajas se realiza con el empleo de varas de apoyo y empuje, para evitar dañar los motores.

Por lo anterior, la SOCIEDAD COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN PESQUERA INDEPENDENCIA DE AGUA VERDE S.C. DE R.L. DE C.V. ha considerado prioritario implementar las acciones que permitan mejorar la hidrodinámica y las condiciones físico-químicas y biológicas de la laguna Caimanero, mismas que conlleven a mantener el hábitat idóneo para el desarrollo de especies pesqueras del alto valor comercial, así como el

aumento de la producción pesquera y el arraigo de las familias de pescadores en esta Sociedad Cooperativa.

El proyecto consiste básicamente en el desazolve del canal de navegación principal, dos secundarios y tres dársenas. Como proyecto asociado se tendrá la creación de nueve zonas de tiro para el material extraído y para contener el material de futuros dragados de mantenimiento. Como consecuencia de la ejecución de estos trabajos no se considera la afectación de vegetación y fauna relevante, particularmente manglar y avifauna, ni modificaciones a los patrones de circulación de las masas de agua.

De manera general, el proyecto muestra compatibilidad con los instrumentos normativos aplicables en materia ambiental y los beneficios esperados sobre la actividad pesquera comprenden un incremento.

Al no considerar el proyecto el aprovechamiento (extracción, explotación) de recursos naturales para su operación, su grado de sustentabilidad está relacionado con el mantenimiento de las condiciones ambientales adecuadas para la permanencia de las comunidades animales y vegetales que actualmente interactúan en el sistema ambiental, así como en la no afectación adversa a las actividades económicas que tienen lugar en el mismo. Como será desarrollado a lo largo del documento, el proyecto, lejos de afectar negativamente los componentes y/o procesos del sistema ambiental, contribuye a reducir las presiones inducidas por el proceso de azolve a que se encuentra sometido el cuerpo de agua costero, con lo cual se deduce un nivel alto de sustentabilidad.

II.1.2 Selección del sitio

Dada la amplitud de las dimensiones del sistema lagunar y la naturaleza de rehabilitación del presente proyecto, el sitio seleccionado presenta un grado de deterioro avanzado en la zona misma que contiene a una serie de componentes ambientales que funcionan como reservorios de la biodiversidad y sirven como área de crecimiento, protección y alimentación de especies de interés comercial pesquero pero también por presentar una acumulación significativa de sedimentos o azolve que ha deteriorado el funcionamiento hidráulico y a su vez al resto de los componentes ambientales., en este sentido la selección del sitio está determinada por las condiciones físicas en las que se encuentran el cuerpo de agua por lo que no existen sitios alternativos para la ejecución de este tipo de obras.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto motivo del presente estudio se encuentra ubicado en la laguna Caimanero, en el municipio de Rosario, Sinaloa (Figura II.1 y Anexo I).



Figura II.1. Microlocalización del área del proyecto.

En el **Anexo I Planos** se incluyen los planos generales así como los diferentes elementos del proyecto en planta, con sus respectivos cuadros constructivos.

Para fines de presentación, la Figura II.2 muestra la distribución en planta de los elementos del proyecto, así como sus colindancias.

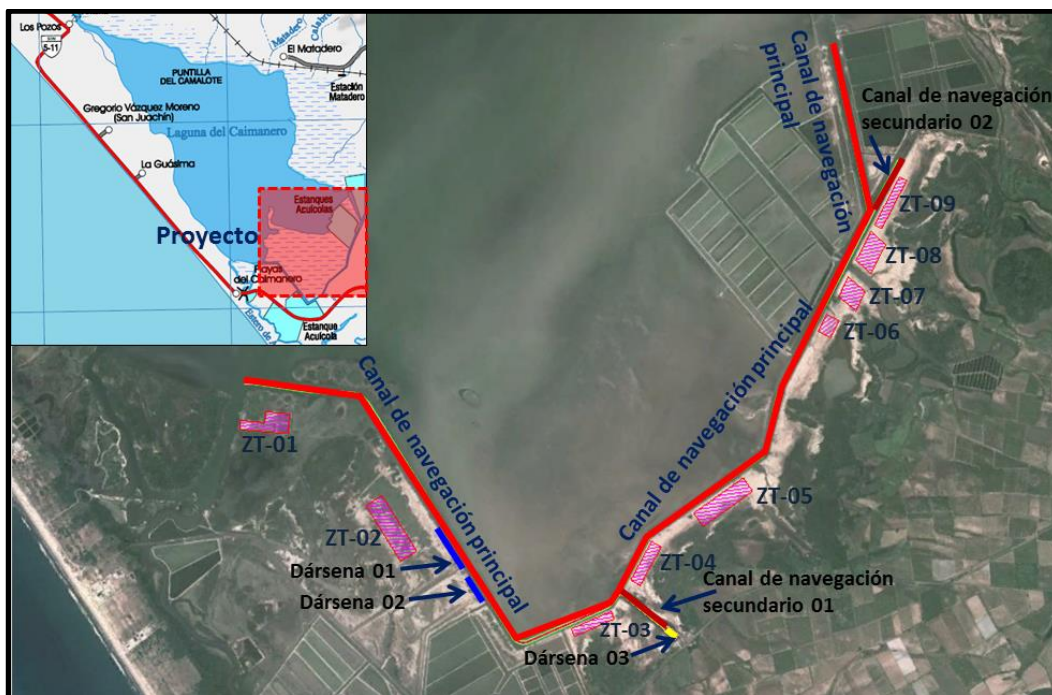


Figura II.2. Ubicación particular del Proyecto.

II.1.4 Inversión requerida

El monto total de inversión para el proyecto ejecutivo será de \$ 108,057,200.75 IVA incluido, desglosado en los siguientes conceptos:

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A OBRAS DE DRAGADO						
LETRERO	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LETRERO INFORMATIVO DE LA OBRA; POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	PZA	2.0000	17,023.43	34,046.86	0.04.%
TRASLADO	TRASLADO DEL EQUIPO DE DRAGADO Y SUS ACCESORIOS.	TRASLAE	2.0000	1,390,543.15	2,781,086.30	2.99.%
TARQUINA	CONSTRUCCIÓN DE TARQUINA DE VERTIMIENTO DE 2 M . DEALTURA.	ML	1550.0000	3,695.13	5,727,451.50	6.15.%
BORDO	FORMACION DE ZONA DE VERTIMIENTO EN TIERRA FIRME	ML	8153.0800	1,400.50	11,418,388.54	12.26.%
DESAZ-CAN-01	DESAZOLVE DE REHABILITACIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN PRINCIPAL	M3	692,625.2300	89.00	61,643,645.47	66.17.%
DESAZ-CAN-02	DESAZOLVE DE REHABILITACIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN SECUNDARIO 01	M3	17,431.7000	89.00	1,551,421.30	1.67.%
DESAZ-CAN-03	DESAZOLVE DE REHABILITACIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN SECUNDARIO 02	M3	46,839.1000	89.00	4,168,679.90	4.48.%
DESAZ-DAR-01	DESAZOLVE DE REHABILITACIÓN DE DARSENA 01	M3	17,497.6000	89.00	1,557,286.40	1.67.%
DESAZ-DAR-02	DESAZOLVE DE REHABILITACIÓN DE DARSENA 02	M3	8,071.2400	89.00	718,340.36	0.77.%
DESAZ-DAR-03	DESAZOLVE DE REHABILITACIÓN DE DARSENA 03	M3	10,999.2000	89.00	978,928.80	1.05.%
RETIRO	RETIRO FUERA DE LA OBRA DEL EQUIPO DE DRAGADO Y SUS ACCESORIOS	RETRO	2.0000	1,286,741.92	2,573,483.84	2.76.%
TOTAL DEL PRESUPUESTO MOSTRADO SIN IVA:					\$93,152,759.27	
IVA 16.00%					\$14,904,441.48	
TOTAL DEL PRESUPUESTO MOSTRADO:					\$108,057,200.75	
(CIENTO OCHO MILLONES CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS						

De acuerdo a los parámetros evaluados, el proyecto es viable, ya que la tasa interna de retorno es favorable comparada con la tasa de descuento, obteniéndose los siguientes valores en el período evaluado del Valor Presente Neto \$22'413,151.67, TIR 14.13%, la R B/C 1.26 y la TRI (Tiempo de recuperación de la inversión) es a siete años en el año 2023. Así mismo, el proyecto seguirá siendo viable si los costos se incrementan hasta en un 25.62% o los beneficios se reducen hasta en un 20.39%, de acuerdo al análisis de sensibilidad.

Costos para aplicar las medidas de prevención y mitigación.

La implementación de las medidas de mitigación para los impactos identificados en cada una de las etapas del proyecto, han sido agrupados en un **Programa de Vigilancia Ambiental**, con la finalidad de garantizar en todo momento la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales antes y durante el desarrollo del proyecto.

La finalidad de estos programas es la de dar seguimiento al programa de medidas de mitigación y establecer los mecanismos de corrección en caso de desviaciones de los resultados esperados.

Se han considerado un total de \$ 425,000.00 para cubrir los costos de las medidas de prevención y mitigación planteados en el presente documento y dar seguimiento a las posibles condicionantes en materia de impacto ambiental como resultado de la autorización del presente.

El Programa de Vigilancia Ambiental propuesto, consta de los siguientes Programas de Ejecución:

- ♦ Monitoreo de la calidad del agua.
- ♦ Monitoreo de la calidad de sedimentos.
- ♦ Programa de reforestación, protección y rescate de flora y fauna silvestre.
- ♦ Programa de Seguridad e Higiene dentro de la construcción.
- ♦ Programa integral para el manejo y disposición de residuos sólidos.
- ♦ Programa de educación y capacitación ambiental.

Costo total del proyecto incluyendo medidas de prevención y mitigación:

Concepto	Costo en pesos M.N. (\$)
Costo del Proyecto Ejecutivo (I.V.A. incluido)	\$ 108,057,200.75
Costos para aplicar las medidas de prevención y mitigación	\$ 425,000.00
Costo Total del Proyecto	\$ 108,482,200.75

II.1.5 Dimensiones del proyecto

Dada la naturaleza del proyecto, no existe un predio como tal. No obstante, la suma de las áreas requeridas por los diferentes elementos es de 94.61 ha, de las cuales los trabajos de desazolve representan el 49.86 % de la superficie, las zonas de tiro el 49.61% y el patio de usos múltiples el 0.53 % (Cuadro II.1). De las obras terrestres por ejecutar, únicamente las ZT01, ZT02, ZT04 y ZT07 se asientan en terrenos con vegetación halófila y de matorral discontinua. La superficie total de vegetación afectada es de aproximadamente 38,000 m2 dentro de la cual el zacate salado representa el 96.54 %, las especies registradas son: *Batis maritima* (Vidrillo), *Salicornia pacifica* (Chamizo), *Monathochloe littoralis* (Zacate salado) y *Atriplex varclayan* (Chamizo). De igual manera se registraron especies de *Prosopis glandulosa* (mezquite). Ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro II.1. Desglose de áreas del proyecto.

ELEMENTO	LONGITUD (m)	ÁREA (m2)	ÁREA (ha)	% RESPECTO AL PROYECTO
Canal de navegación principal	10,740.00	397,380.00	39.74	42.00
Canal de navegación secundario 01	560.00	20,720.00	2.07	2.19
Canal de navegación secundario 02	660.00	24,420.00	2.44	2.58
Dársena 01	340.00	12,580.00	1.26	1.33
Dársena 02	160.00	5,920.00	0.59	0.63
Dársena 03	160.00	10,720.00	1.07	1.13
Subtotal	11,920.00	471,740.00	47.17	49.86
Zona de tiro 01		58,500.00	5.85	6.18
Zona de tiro 02		105,000.00	10.50	11.10
Zona de tiro 03		30,000.00	3.00	3.17
Zona de tiro 04		40,000.00	4.00	4.23
Zona de tiro 05		84,000.00	8.40	8.88
Zona de tiro 06		21,875.00	2.19	2.31
Zona de tiro 07		40,000.00	4.00	4.23
Zona de tiro 08		52,500.00	5.25	5.55
Zona de tiro 09		37,500.00	3.75	3.96
Subtotal		469,375.00	46.94	49.61
Patio de usos múltiples		5,000.00	0.50	0.53
Subtotal		5,000.00	0.50	0.53
Total		946,115.00	94.61	100.00

Aunado a lo anterior, debe considerarse que para el caso del patio de usos múltiples su naturaleza no requiere de la ocupación/afectación total del predio, siendo factible la no afectación de los ejemplares arbóreos que se encuentran en su interior.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

El sistema lagunar tiene un uso principalmente pesquero (principalmente para pescar camarones, peces y crustáceos), habiendo en sus márgenes desarrollos acuícolas por estanquería. El área terrestre circundante es ocupada en gran parte por actividades agropecuarias y asentamientos humanos; el 32 % es de uso agrícola, 5 % forestal, 30 % pastizal y asociaciones secundarias y 12 % otros.. Las áreas terrestres donde se consideran obras (zonas de tiro) son en su gran mayoría áreas desmontadas o fuertemente perturbadas sin uso aparente. (Figura II.3).



Figura II.3. Usos de suelo en colindancias de la zona del proyecto.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área cuenta con carreteras pavimentadas y terracerías que dan acceso a diversos puntos del sistema lagunar. Adicionalmente, las actividades de los poblados han dado por resultado la creación de una gran cantidad de brechas y veredas que complementan la red vial. En cuanto a los servicios de luz y agua, éstos se encuentran presentes en la mayoría de las localidades. La Figura II.4 muestra la red vial en el área, así como la ubicación de las principales localidades.

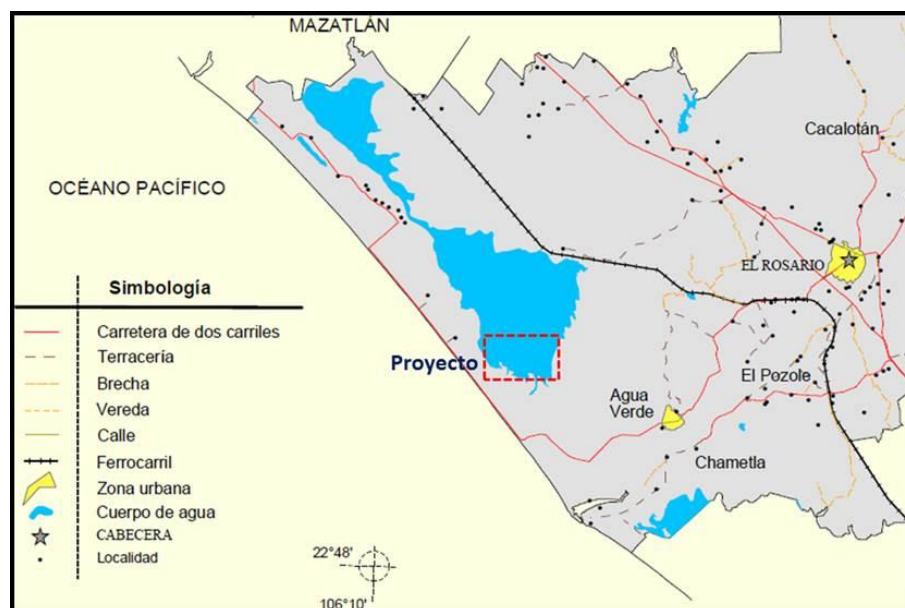


Figura II.4. Urbanización del área de estudio.

Los servicios municipales requeridos por el proyecto serán la energía eléctrica y el agua potable en la etapa de construcción. La operación del proyecto no requiere de servicio alguno.

La energía eléctrica será requerida para la iluminación de áreas y la operación de maquinaria en patios de uso múltiple, para lo cual, de ser necesario se emplearán plantas generadoras, por lo que no será necesaria la apertura de servicios en el área.

Para el caso del agua potable, ésta será requerida para consumo de los trabajadores, por lo que será abastecida en bidones comerciales sin necesidad de requerirse de la apertura del servicio. En caso de requerirse de agua no potable para los trabajos, será abastecida por pipas.

El principal combustible a consumir será el utilizado por la maquinaria que opere para la realización de los trabajos, siendo éste, diésel para la draga y demás maquinaria pesada, gasolina para lanchas y vehículos. Deberá considerarse así también el aceite y lubricante requerido para este tipo de maquinaria. La gasolinera más cercana se encuentra aproximadamente a 5 km del proyecto.

II.2. Características particulares del proyecto

La etapa de construcción consiste en el desazolve de tres canales y tres dársenas en laguna Caimanero. El volumen estimado de material a extraer será de 793,464.07 m³.

Como obras asociadas se tiene la construcción de nueve zonas de tiro para la disposición del material extraído en el desazolve con un área conjunta de 46.94 ha. Las zonas de tiro serán construidas mediante sistema de bordos de préstamo lateral, o bien mediante tarquinas a base de pilotes prefabricados de concreto y malla geotextil. La suma total de capacidades es suficiente para contener la totalidad del material. Las áreas propuestas para su ubicación han sido previamente afectadas por procesos antropogénicos o naturales.

Como actividades provisionales se tiene la habilitación del patio de usos múltiples para el almacenamiento de insumos y herramienta. Será acondicionado con una plancha de colado para fabricación de los pilotes requeridos para la conformación de las zonas de tiro. El área requerida será de 0.5 ha. Esta área se ubica en predios previamente afectados.

La Figura II.5 muestra la ubicación del área de las obras en un contexto regional, así como la distribución en planta de sus elementos.

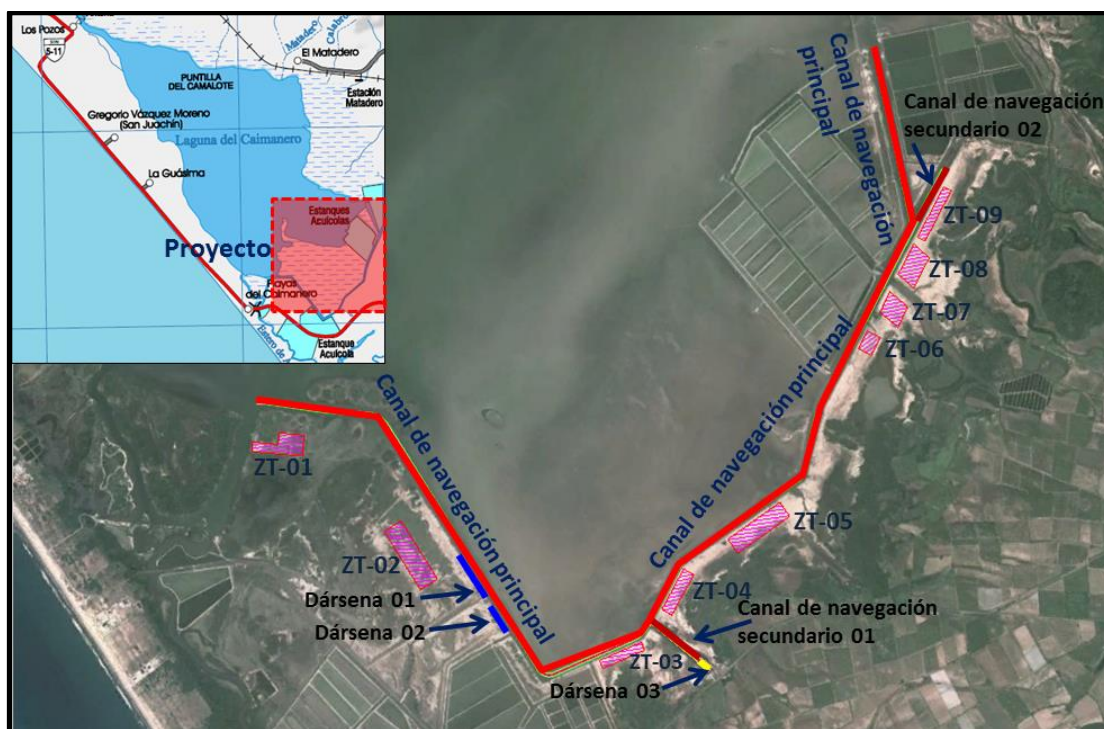


Figura II.5. Planta de distribución de los elementos del proyecto.

II.2.1 Programa General de Trabajo

El Programa General de Trabajo abarca un total de 25 años y considera, por un lado, las etapas de Preparación del sitio y Construcción, y por otro, la etapa de Operación y Mantenimiento. La etapa de operación no considera obras o actividades adicionales pero sí eventuales actividades de mantenimiento (desazolves de mantenimiento para canales). La necesidad de realizar dichas acciones estará en función del deterioro ocasionado como resultado de variables ambientales como las climatológicas. De manera general los 25 años de horizonte se dividen en 2 años de construcción, 23 años de operación y mantenimiento en los años 5, 10, 15 y 25, como se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro II.2. Temporalidad de las actividades del proyecto.

ETAPA	AÑOS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Construcción																									
Operación																									
Mantenimiento																									

La duración de los trabajos es de 18 meses para las etapas de Preparación del sitio y Construcción, considerándose el primero y último mes para el traslado y retiro de equipo, así como la habilitación y desmantelamiento del Patio de usos múltiples. (Cuadro II.3).

Cuadro II.3. Programa General de Trabajo.

ACTIVIDAD	MES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Traslado de Equipo																		
Desazolve de Canal de Navegación Principal																		
Desazolve de Canal de Navegación Secundario 01																		
Desazolve de Canal de Navegación Secundario 02																		
Desazolve de Dársena 01																		
Desazolve de Dársena 02																		
Desazolve de Dársena 03																		
Construcción de Zonas de Tiro																		
Retiro de Equipo																		

II.2.2 Preparación del sitio

Esta etapa considera el señalamiento de áreas a emplear. Estas actividades no consideran impactos ambientales.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Como actividades provisionales se tiene la habilitación de un patio de uso múltiple. El tiempo de permanencia de este elemento del proyecto es de 18 meses. El área requerida es de 0.5 hectáreas y se ubica en un predio previamente afectado por actividades antropogénicas (Cuadro II.4 y Figura II.6).

Cuadro II.4. Coordenadas del patio temporal de usos múltiples (WGS84. UTM13).

CUADRO DE CONSTRUCCION DEL PATIO DE USOS MULTIPLES						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADA S	
EST	PV				X	Y
				1	393,230.265	2,511,135.794.
1	2	S 39°44'29.603" E	100.000	2	393,294.20	2,531,058.90.
2	3	N 50°15'30.397" E	50.000	3	393,332.64	2,531,090.87.
3	4	N 39°44'29.603" W	100.000	4	393,268.71	2,531,167.76.
4	1	S 50°15'30.397" W	50.000	1	393,230.27	2,531,135.79.
LONGITUD = 5,000.00 m2						



Figura II.6. Ubicación del patio de usos múltiples.

Los elementos y actividades que se tendrán en su interior serán el resguardo de insumos y herramientas en almacenes desmontables, la habilitación de una residencia de obra (caseta desmontable), el almacenamiento a cielo abierto de tubería y boyas para las actividades de desazolve de canales, así como el almacenamiento de agua potable y colocación de los dispositivos de manejo de residuos sólidos e hidrosanitarios (tambos y letrinas portátiles) señalados en el inciso II.2.9.

Una vez finalizados los trabajos los almacenes y casetas serán desmontados y retirados del lugar por la contratista. Asimismo, los dispositivos contenedores para el manejo de residuos serán retirados por la contratista o la empresa especializada que lleve a cabo el manejo de los mismos. La mesa de colado será retirada y el cascajo será dispuesto en el tiradero municipal o sitio que indique la autoridad local. Finalmente, toda el área será limpiada y se aplicará el Programa de Abandono señalado posteriormente.

Las actividades relacionadas, manejo de residuos sólidos e hidrosanitarios, serán descritas en el inciso II.2.9.

II.2.4 Etapa de construcción

A) PROYECTO DE DRAGADO. El Proyecto de dragado consiste de tres canales y tres dársenas (Figura II.4):

En todos los casos se consideraron secciones trapezoidales con las características señaladas a continuación para cada tramo (Cuadro II.5).

- Canal de navegación principal con una longitud de 10,740 m, ancho de plantilla de 25.0 m, cota de dragado a la -2.00 m NBMI, talud 3H:1V y volumen de dragado de 692,625.23 m³.
- Canal de navegación secundario 01 con una longitud de 560 m, ancho de plantilla de 25.0 m, cota de dragado a la -2.00 m NBMI, talud 3H:1V y volumen de dragado de 17,431.70 m³.
- Canal de navegación secundario 02 con una longitud de 660 m, ancho de plantilla de 25.0 m, cota de dragado a la -2.00 m NBMI, talud 3H:1V y volumen de dragado de 46,839.10 m³.
- Dársena 01 con una longitud de 340 m, ancho de plantilla de 25.0 m, cota de dragado a la -2.00 m NBMI, talud 3H:1V y volumen de dragado de 17,497.60 m³.
- Dársena 02 con una longitud de 160 m, ancho de plantilla de 25.0 m, cota de dragado a la -2.00 m NBMI, talud 3H:1V y volumen de dragado de 8,071.24 m³.
- Dársena 03 con una longitud de 160 m, ancho de plantilla de 55.0 m, cota de dragado a la -2.00 m NBMI, talud 3H:1V y volumen de dragado de 10,999.20 m³.

En total se extraerá un volumen geométrico de material de 793,464.07 m³.

Cuadro II.5. Resumen de características geométricas de canales y volúmenes de desazolve.

CANAL	LONGITUD (m)	PLANTILLA (m)	NIVEL (m NBMI)	TALUD	VOL. DRAGADO GEOM. (m3)
NAVEGACION PRINCIPAL	10,740.00	25.00	-2.00	3H:1V	692,625.23
NAVEGACION SECUNDARIO 01	560.00	25.00	-2.00	3H:1V	17,431.70
NAVEGACION SECUNDARIO 02	660.00	25.00	-2.00	3H:1V	46,839.10
DARSENA 01	340.00	25.00	-2.00	3H:1V	17,497.60
DARSENA 02	160.00	25.00	-2.00	3H:1V	8,071.24
DARSENA 03	160.00	55.00	-2.00	3H:1V	10,999.20
TOTAL					793,464.07

A manera de ilustración, a continuación se presentan las secciones trapezoidal tipo para los canales (Figura II.7). En el **Anexo Planos** se incluye el correspondiente a la planta del proyecto y detalle de las secciones.

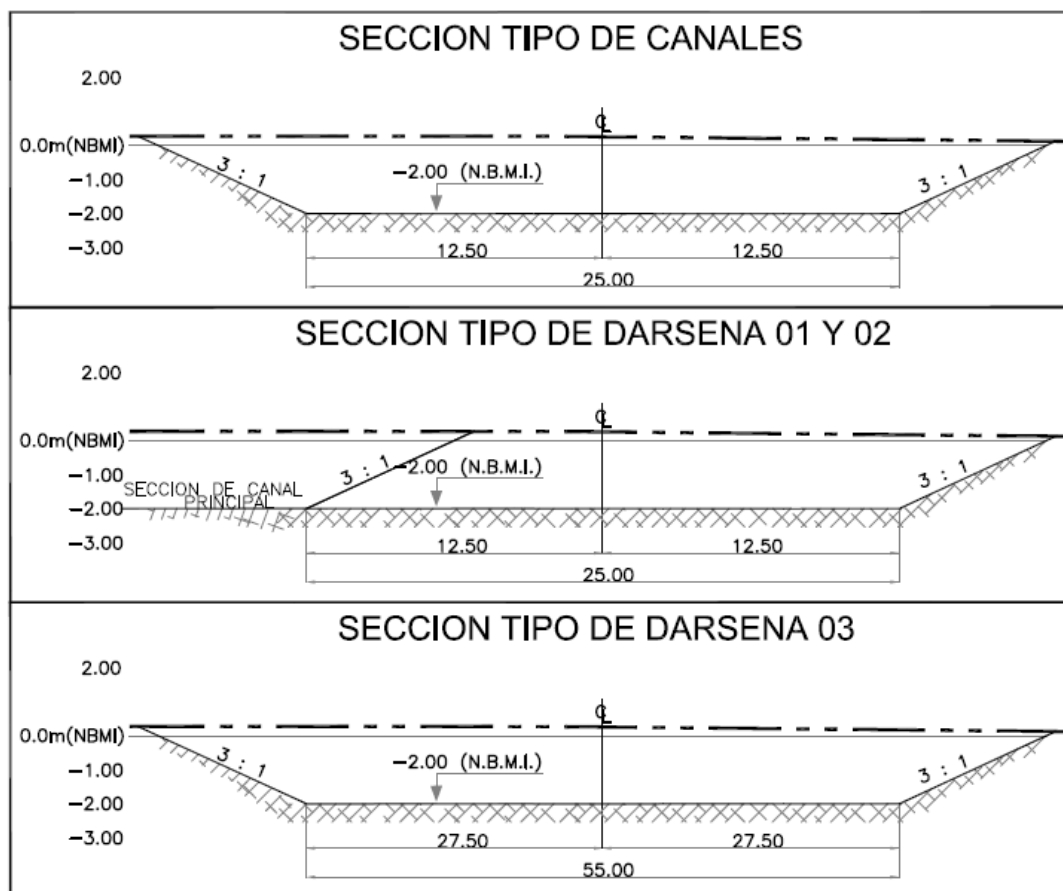


Figura II.7. Sección tipo de canal de dragado.

Para estos trabajos se considera la utilización de una draga de succión estacionaria con cortador y diámetro de descarga de 14". El material dragado será enviado a las zonas de tiro mediante bombeo y tubería flotante.

Como equipo auxiliar se utilizará:

- Retroexcavadora (acomodo material en ZT).
- Tractor sobre orugas (construcción y llenado ZT).
- Grúa de 50 t (acarreo y colocación pilotes para las ZT).
- Piloteadora (hincado de los pilotes en ZT).
- Chalán (transporte de maquinaria).
- Lancha con motor fuera de borda (transporte de personal e insumos).

Para la disposición del material extraído durante los trabajos de desazolve, se consideró la habilitación de nueve zonas de tiro. Estas estructuras se describen como obras asociadas en el inciso II.2.5.

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

Dada la naturaleza de las obras, no se requieren actividades relacionadas con su operación. Para el caso de actividades de mantenimiento, se consideran posibles trabajos ocasionales de dragado de mantenimiento, estimándose cada 5 años. Estos dragados de mantenimiento son similares a los dragados de construcción que ya han sido descritos, variando únicamente los volúmenes de dragado en función de la batimetría que en su momento se realice. Esto es, los dragados de mantenimiento estarán enfocados a retirar volúmenes de material al interior de los canales que pudieran ocasionar una deficiencia en su funcionamiento.

Dado que la operación del proyecto no implica actividades relacionadas con el mismo, no habrá emisión de residuos. Por otro lado, dado que las únicas actividades de mantenimiento consideradas serán los posibles dragados de mantenimiento, las medidas a tomar deberán ser similares a las descritas para los dragados de construcción, en su caso adaptadas a los volúmenes de material a extraer y las áreas de los canales a desazolver.

II.2.5 Descripción de obras asociadas al proyecto

Como fue señalado, las actividades de desazolve generarán un volumen de sedimento que deberá ser dispuesto en áreas acondicionadas para tal fin. Así, se diseñaron nueve zonas de tiro cuya capacidad se determinó considerando un abundamiento del 10% sobre el total del material a extraer, más la reserva de un área para ser empleada como zona de tiro durante la etapa de mantenimiento (desazolves de mantenimiento). La Figura II.8 muestra su distribución.



Figura II.8. Ubicación de zonas de tiro.



Figura II.9. Ubicación de las zonas de tiro 1 y 2.



Figura II.10. Ubicación de las zonas de tiro 3 y 4.



Figura II.11. Ubicación de las zonas de tiro 5 y 6.



Figura II.12. Ubicación de las zonas de tiro 7 y 8.



Figura II.13. Ubicación de las zonas de tiro 9.



Figura II.14. Imágenes de zonas de tiro ubicadas en la suroeste de la laguna.



Figura II.15. Imágenes de zonas de tiro ubicadas en la sureste de la laguna.

Cuadro II.6. Capacidad de zonas de tiro y distribución de volúmenes de dragado.

ZONA DE TIRO	PERIMETRO (m)	AREA (m2)	ALTURA EFECTIVA (m)	CAPACIDAD GEOMETRICA (m3)	TIPO DE ZONA DE TIRO	CANAL	CAD
ZT-01	1,260.00	58,500.00	2.50	138,690.00	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL	0+000 - 1+800
ZT-02	1,550.00	105,000.00	1.50	157,500.00	TARQUINA	PRINCIPAL DARSENA 01 DARSENA 02	1+800 - 3+380 2+580 - 2+920 3+120 - 3+280
ZT-03	950.00	30,000.00	2.50	69,300.00	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL	3+380 - 4+260
ZT-04	1,000.00	40,000.00	2.50	94,000.00	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL SECUNDARIO 01 DARSENA 03	4+260 - 5+020 0+000 - 0+560 0+560 - 0+700
ZT-05	1,420.00	84,000.00	2.50	201,480.00	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL	5+020 - 7+380
ZT-06	600.00	21,875.00	2.50	51,087.50	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL	7+380 - 7+860
ZT-07	812.31	40,000.00	2.50	95,126.14	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL	7+860 - 8+960
ZT-08	960.77	52,500.00	2.50	125,485.38	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL	8+960 - 10+460
ZT-09	1,150.00	37,500.00	2.50	86,850.00	BORDOS DE CONTENCIÓN	PRINCIPAL SECUNDARIO 02	10+460 - 10+740 0+000 - 0+660
TOTAL	9,703.08	469,375.00		1,019,519.02			

Características de diseño.

A. Bordos de préstamo lateral. Este sistema será empleado para todas las zonas de tiro. Los bordos serán de sección trapezoidal y con taludes 1:1, contruidos con material de préstamo lateral del mismo terreno. La altura de los bordos será de 3.00 m con una corona de 1 m y base de 7 m. Los bordos contarán con tubos de PVC para el drenado del material de desazolve a contener.

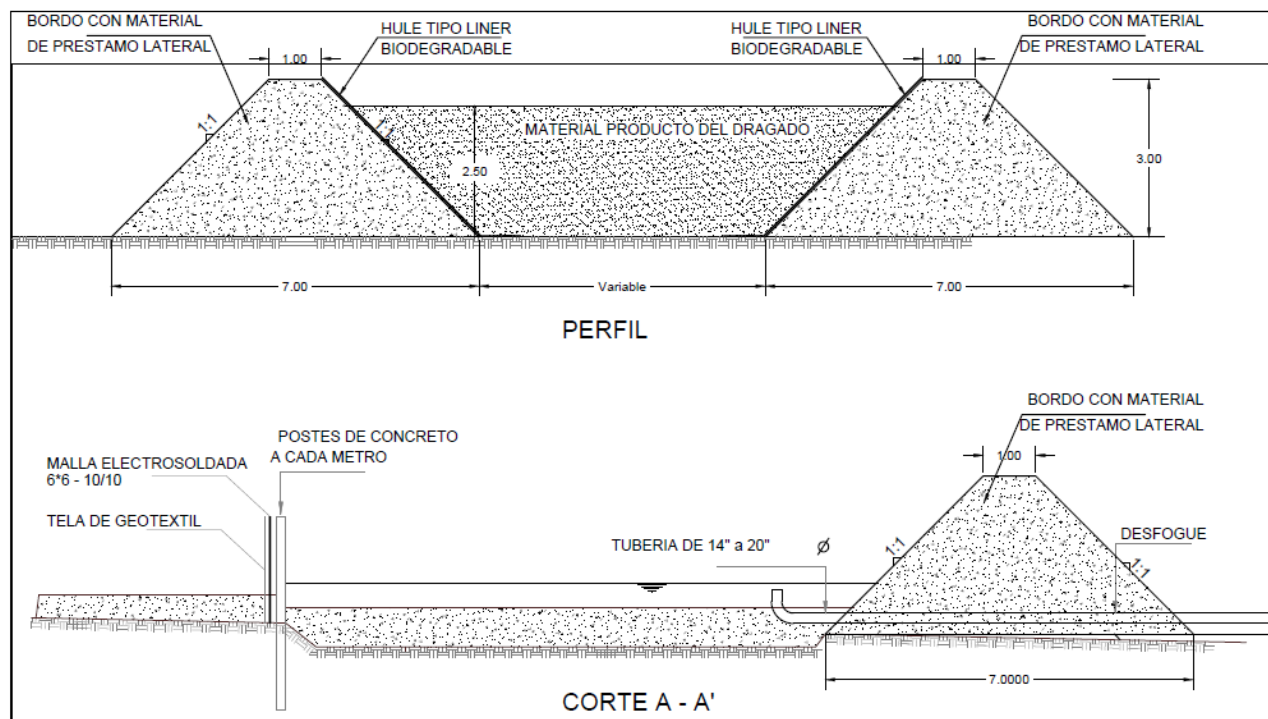


Figura II.16. Bordo de préstamo lateral (indicativo).

B. Tarquina. Este sistema será empleado para la ZT-2. El cual consiste en una formación de pilotes de concreto de 0.12 x 0.12 m de sección por 4.00 m de longitud, de los cuales 2.0 m irán empotrados en el subsuelo, con lo que su altura de diseño será de 2.0 m. Los pilotes tendrán una separación entre sí de 1.00 m y estarán ligados a través de un geotextil tipo Pavitex #275 o de capacidad similar (Figura II.17).

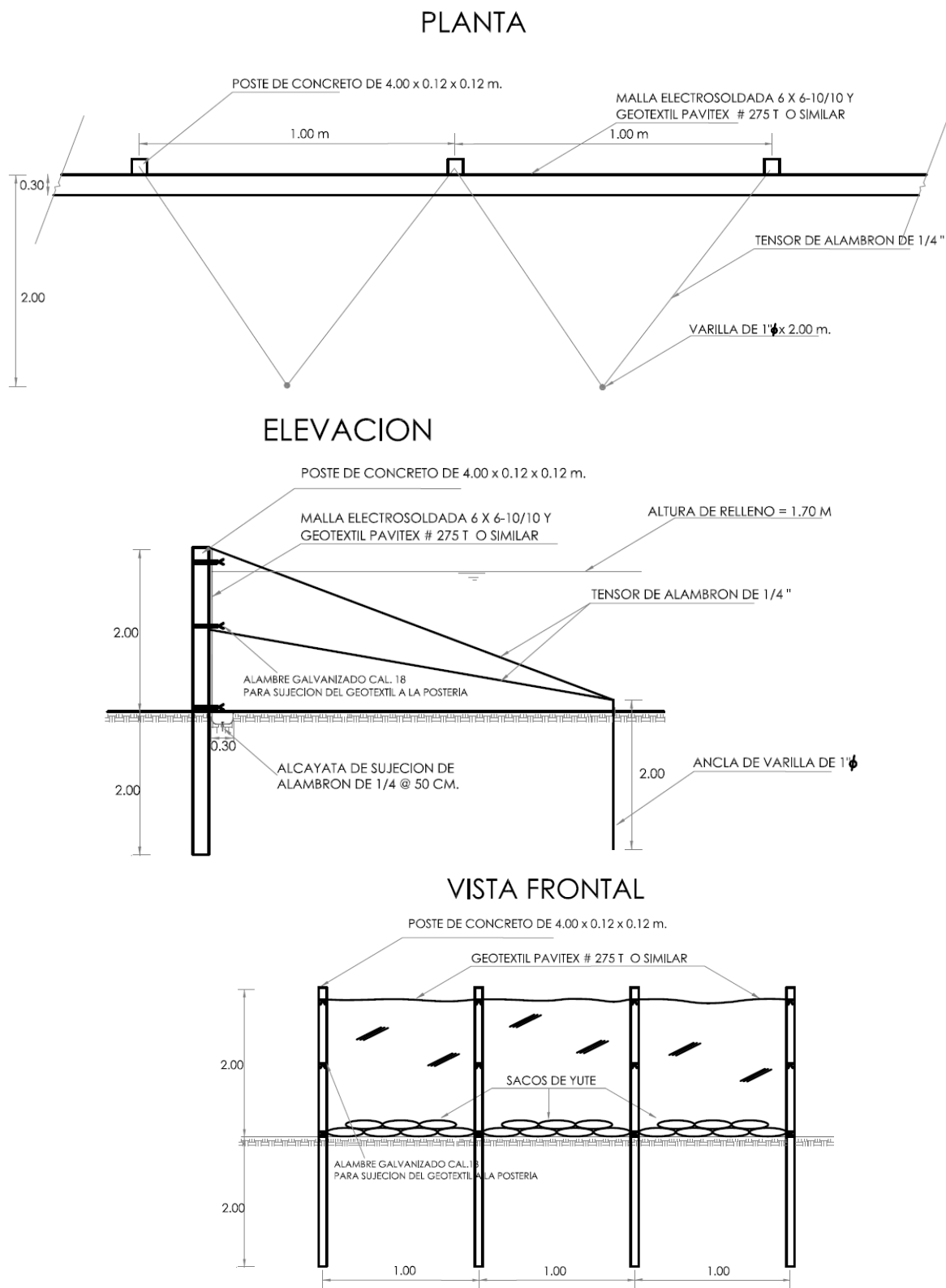


Figura II.17. Diseño de tarquina.

II.2.6 Etapa de abandono del sitio

Para la etapa de abandono se tiene considerado únicamente el patio de usos múltiples, el cual fue definido como de carácter temporal.

Una vez desmontados los elementos temporales en su interior, y habiendo llevado a cabo la limpieza del área, deberá evaluarse la posible contaminación residual del suelo. En caso de contarse con elementos fehacientes de contaminación, derivados de muestreos y análisis del suelo, deberá aplicarse la medida de mitigación señalada en el apartado correspondiente de este documento, la cual consiste básicamente en un Programa de Restitución de suelos (ver Medidas de Mitigación).

II.2.7 Utilización de explosivos

En el presente proyecto no se tiene considerada la necesidad de usar explosivos en ninguna de sus etapas y actividades.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

La operación y mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos son fuentes emisoras de ruido, gases y polvos, así como de posibles derrames accidentales de grasas, aceites y/o combustibles que pueden afectar factores y procesos ambientales en el entorno.

Por otro lado, la generación de residuos domésticos (basura), sanitarios y residuos de obra, durante la etapa de construcción del proyecto, constituyen un potencial efecto sobre el entorno ambiental. En este caso, el manejo propuesto de los residuos es un factor importante a considerar, por lo que a continuación se presenta una breve descripción del mismo.

Es importante destacar que la localidad no cuenta con servicio de recolección de basura ni drenaje sanitario. Los residuos sólidos generados por la población son manejados por ellos mismos, practicándose la quema de los mismos o su traslado al tiradero municipal. Para el caso de los residuos hidrosanitarios, se emplean fosas sépticas. Así, el manejo de residuos indicados a continuación, deberán contar con la aprobación de la autoridad local y municipal.

Residuos domésticos (basura).

Estos residuos sólidos serán generados durante toda la etapa de construcción y están constituidos básicamente por bolsas de papel y plástico, latas vacías, papel, envases diversos, etc. Su generación será continua mientras exista actividad constructiva en el área, de acuerdo con el Programa de Trabajo.

Para el manejo de estos residuos, se colocarán tambos de 200 litros que resistan la intemperie y la salinidad del ambiente, libres de perforaciones y con tapa hermética, la cual ayuda además a impedir la aparición de fauna nociva (moscas, moscos, ratas, etc.). Los sitios donde se colocarán estarán en función de los frentes de ataque de las obras que en su momento se estén realizando, considerando 1 tambo por cada 25 trabajadores. El vaciado de los mismos se hará por lo menos cada tercer día en el tiradero municipal, a través de camionetas de la empresa adjudicada de los trabajos.

Residuos de obra.

Serán generados durante la etapa de construcción, y consisten en desperdicios de materiales de construcción, envases de insumos como aceites, grasas, empaques, etc.

Para el manejo de estos residuos, se colocarán tambo de 200 litros que resistan la intemperie y la salinidad del ambiente, libres de perforaciones y con tapa hermética. Los sitios donde se colocarán estarán en función de los frentes de ataque de las obras que en su momento se estén realizando, considerando 1 tambo por cada 25 trabajadores. El vaciado de los mismos se hará por lo menos cada tercer día, depositándose su contenido en contenedores que se colocarán en lugares estratégicos. Se contratarán empresas especializadas en el manejo de este tipo de residuos, verificando que cuenten con los permisos vigentes en caso de residuos considerados como peligrosos. La disposición final de los mismos estará en función de los convenios que estas empresas tengan con las autoridades competentes.

Residuos sanitarios.

Estos residuos serán manejados a través de la contratación del servicio de letrinas portátiles, considerando 1 letrina por cada 25 trabajadores. El manejo y disposición final será responsabilidad de la empresa que brinde el servicio y estará en función de los convenios que tenga celebrados con las autoridades municipales. El tiempo de generación será durante toda la etapa de construcción. Este tipo de manejo de los residuos coadyuva a impedir la aparición de fauna nociva (moscas, moscos, ratas, etc.).

II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

El gobierno del estado de Sinaloa (2005) reporta la existencia de tres basureros a cielo abierto y un relleno sanitario en el municipio de El Rosario (Cuadro II.7).

Cuadro II.7. Basureros y rellenos sanitarios en Rosario, Sinaloa

Nombre	Ubicación	Residuos	Captación (ton)
Tiradero de cielo abierto	Cacalotán camino a Chele, a un costado de camino de terracería	Sólidos urbanos, biológico infecciosos y peligrosos	1.5
Relleno sanitario municipal Rosario	Mano izquierda de la carretera Rosario-Escuinapa	Residuos de rastros, animales domésticos (puercos y perros), presencia y quema de neumáticos	35
Tiradero a cielo abierto Agua Verde	Costado derecho de la carretera El Rosario-Agua Verde	Sólidos urbanos. Biológico infecciosos y peligrosos	5
Tiradero a cielo abierto Potrerillos	Potrerillos	Sólidos urbanos y biológico infecciosos	1.5

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

Los instrumentos normativos en materia ambiental dentro del Sistema Ambiental considerado, son: Ordenamientos Ecológicos, el convenio internacional RAMSAR, la Ley de Vida Silvestre (artículo 60 TER) y las normas NOM-059-SEMARNAT 2010 y NOM-022-SEMARNAT-2003. Adicionalmente, se hace referencia a las regionalizaciones de CONABIO en materia de biodiversidad. En el sitio no inciden Planes y/o Programas de Desarrollo Urbano; Programas de Recuperación y Restablecimiento de Zonas de Restauración Ecológica; Bandos Municipales.

III.1. Ordenamiento Ecológico Marino Golfo de California.

DECRETO por el cual se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. DOF 29-Nov-2006

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de la política ambiental, a través del cual gobierno y sociedad construyen de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generan, instrumentan y evalúan las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. Bajo este contexto, a lo largo de este proceso se deberán considerar los intereses y las necesidades de los diferentes actores sociales para establecer, de manera justa, los mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.

De acuerdo a las unidades de gestión ambiental costeras, el sitio del proyecto se ubica dentro de la UGA 2.2.4.28.1.1., la cual se encuentra incluida en la unidad de gestión ambiental costera UGC13, denominada Sinaloa Sur-Mazatlán (Figura III.1).

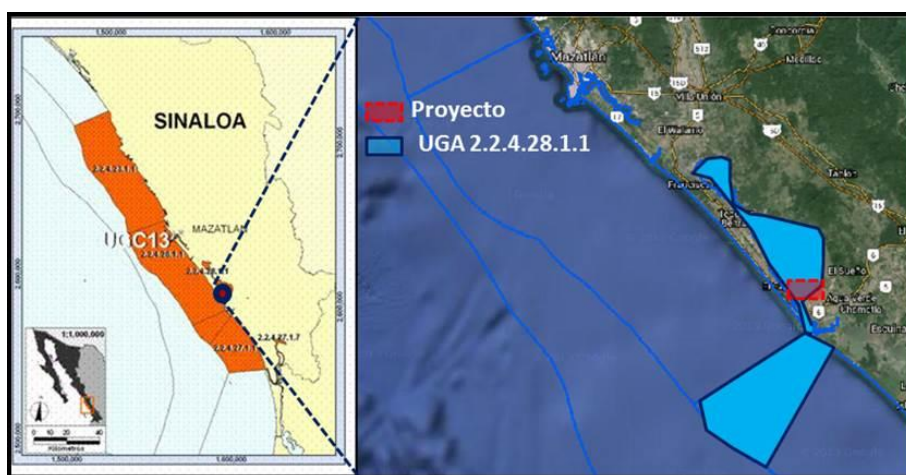


Figura III.1. Ubicación del proyecto con respecto a la UGA 2.2.4.28.1.1.

Características de la UGC 13 "Sinaloa Sur-Mazatlán"

Clave de la Unidad de Gestión Ambiental Costera:	UGC13
Nombre:	Sinaloa Sur - Mazatlán
Ubicación:	Limita con el litoral del estado de Sinaloa que va del sur del río Elota, a la altura del poblado de La Cruz, hasta el río Teacapán
Superficie total:	4,409 km ²
Principales centros de población:	Mazatlán, El Rosario, Escuinapa y Teacapan.

Los atributos naturales relevantes de la UGC-13 señalados por el documento son:

- alta biodiversidad
- zonas de distribución de aves marinas
- zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las que se encuentran la tortuga laúd, la tortuga golfina y la ballena jorobada y el tiburón blanco
- bahías y lagunas costeras
- humedales
- áreas naturales protegidas: Islas Lobos, Venados y Pájaros, entre otras, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California, Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla y Santuario Playa el Verde Camacho

Aptitud Sectorial.

Los sectores con aptitud predominante en la UGC-13 son:

- Conservación (aptitud media-alta)
- Pesca ribereña (aptitud alta)
- Pesca Industrial (aptitud alta)
- Turismo (aptitud alta)

La aptitud Alta para Conservación se tiene en los cuerpos lagunares costeros. Dado que en el Sistema Ambiental no se lleva a cabo actividad pesquera industrial, la interacción entre los sectores de interés para el presente análisis se tiene entre la Pesca ribereña, Turismo y Conservación. Los conflictos señalados por el POEMGC son por captura incidental de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, impacto de las artes de pesca (chinchorro de arrastre) sobre el fondo marino y en los sistema lagunares costeros, así como por el uso de las islas para el establecimiento de campamento temporales, generando problemas de contaminación, introducción de especies exóticas y perturbación de la flora y fauna en general.

Dentro del contexto regional, el POEMGC señala que el nivel de presión terrestre dentro de la UGC es Alto, debido principalmente a desarrollo urbano en los grandes núcleos de población (Mazatlán y zona conurbada) y a las actividades agrícolas y acuícolas (principalmente cultivo de camarón).

Como **lineamiento ecológico** el POEMGC señala lo siguiente:

*“Las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las **acciones generales de sustentabilidad**, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales, particularmente las de los sectores de pesca ribereña, pesca industrial y conservación que presentan interacciones altas. En esta Unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias de presión muy alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre alto y por un nivel de presión marina alto.”*

Las **Acciones Generales de Sustentabilidad** a que hace referencia el lineamiento ecológico son, para el sector pesquero:

- Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats.
- Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros.
- La formulación de propuestas alternativas para la reubicación de proyectos de infraestructura pesquera, cuando exista evidencia para fundamentar que se van a dañar de manera irreversible los humedales costeros (principalmente manglares) en su estructura y función.

Vinculación: *De acuerdo con los resultados de la evaluación de impactos ambientales, no se tendrán afectaciones significativas sobre especies en riesgo y prioritarias, así como tampoco la degradación o destrucción de hábitats. La interacción del proyecto con la vegetación relevante, es mínima, siendo en el segundo caso, susceptible de mitigación. Para el caso de la fauna (aves y camarón), la adecuación del programa de trabajo que considere la no ejecución de obras y/o actividades en áreas y temporadas críticas, mitiga significativamente los efectos de su interacción.*

La realización de las actividades necesarias el desazolve de canales en la laguna, permitirán una actividad pesquera más eficiente y por ende, una mejoría considerable en la circulación hidráulica, la calidad del agua y en general del ecosistema.

De la misma manera el proyecto permitirá realizar la actividad pesquera de una manera más ordenada, lo cual a su vez disminuirá los impactos ambientales generados por un mal manejo de los desechos de la pesca.

III.2. Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera del Municipio de El Rosario, Sinaloa.

DECRETO Municipal No. 7 de Rosario. 02 junio de 2006.

De acuerdo con este Ordenamiento, las obras y actividades del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 06 (Cuadro III.1. y Figura III.2.).

Cuadro III.1. Relación de Unidades de Gestión Ambiental

Obra/actividad	UGA	UGA
	Dentro	Colindancia
Desazolve de canales	06	41
Zonas de tiro	06	05

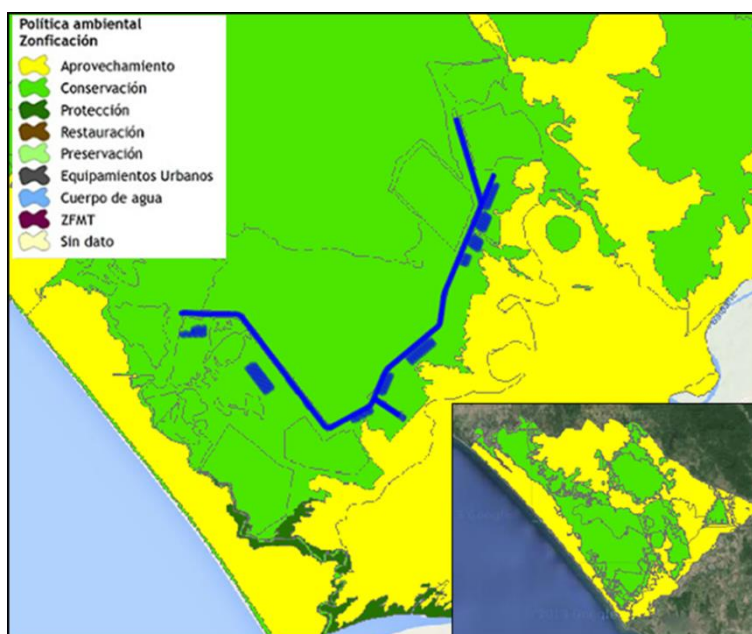


Figura III.2. Ubicación del proyecto dentro de la UGA 06 del ordenamiento.

UGA 06 (laguna) (Desazolve laguna Caimanero)

Política: Conservación

Fragilidad: Muy alta

Uso predominante: Pesca

Usos compatibles: acuicultura, desarrollo de flora y fauna, turismo, equipamiento e

infraestructura, industria de la transformación, barra de amortiguamiento.

Usos incompatibles: agricultura, ganadería, forestal, asentamiento humanos, industria extractiva de minerales no metálicos, viveros e invernaderos.

Criterios ecológicos aplicables al proyecto:

If: 10, 21, 25, 28, 29, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 58, 67, 69, 76

Dff: 1, 2, 10, 12, 13, 14, 26, 33, 34, 37, 41, 43, 48, 49, 50, 51

If	10	Se prohíbe la desecación, azolve y relleno de cuerpos de agua en general, y la obstrucción de escurrimientos pluviales.
		<i>El proyecto no considera obras o actividades que desequen, azolven o rellenen cuerpos de agua, así como tampoco ninguno de sus elementos obstruye</i>
If	28	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de selección de basura orgánica e inorgánica, que deberán disponerse en áreas autorizadas por el municipio.
		<i>No habrá campamentos de construcción en esta UGA.</i>
If	29	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.
		<i>No habrá campamentos de construcción en esta UGA.</i>
If	45	Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.
		<i>No existen zonas de tiro sobre manglar</i>
If	69	Se prohíbe la operación de tiraderos de basura a cielo abierto y la disposición de residuos sólidos y las descargas sin previo tratamiento de aguas residuales en los arroyos, lagunas y ríos de municipio.
		<i>No habrá disposición de residuos en esta UGA, así como tampoco descargas de aguas residuales.</i>
Dff	1	Se deberá repoblar con vegetación arbórea y arbustiva nativa de la zona
		<i>El proyecto contempla áreas de reforestación</i>
Dff	12	Sólo se permite el derribo de árboles ubicados en las orillas de veredas, brechas y terracerías de acuerdo a la normatividad municipal vigente, previa autorización de las autoridades correspondientes.
		<i>El proyecto no considera el derribo de árboles.</i>
Dff	14	Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite dichos sitios.
		<i>Al interior de las zonas de tiro no existen árboles muertos con indicios de utilización por parte de la fauna silvestre.</i>
Dff	26	Los usos de suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas no deberán afectar las anidadas.
		<i>No existen obras o actividades del proyecto dentro de esta UGA que colinden con playas de arribazón de tortugas marinas.</i>
Dff	33-52	Queda estrictamente prohibido cazar, capturar, dañar y comercializar con especies de fauna silvestre, bajo estatus.
		<i>El proyecto no considera el aprovechamiento de fauna silvestre. Con el objeto de prevenir la ocurrencia de las actividades prohibidas en este criterio por parte de los trabajadores, se diseñó una medida de mitigación consistente en la aplicación de un programa de educación ambiental que incluye la notificación expresa de la prohibición</i>

III.3. Planes y Programas de Desarrollo Urbano.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. El Plan Nacional de Desarrollo constituye un instrumento de planeación en el cual los Estados deben participar promoviendo su desarrollo

para alcanzar un crecimiento económico que impulse la generación de empleos y elevación del nivel de vida de las comunidades humanas y un equilibrio integral entre los desarrollos económico y social y el medio ambiente, considerando que este desarrollo sea compatible con los instrumentos normativos y jurídicos que aseguren la protección y conservación de los recursos naturales. Instituye además las líneas y quehaceres que deben existir entre la actividades que impliquen el crecimiento del país y de los Estados con la visión integral entre los objetivos de la política ambiental, económica y social, tomando en consideración la restauración de los ecosistemas, cuencas hidrológicas, bosques y selvas y la conservación del ambiente. También promueve una política ambiental que asegure un crecimiento sustentable del país, a través de la aplicación de una regulación ambiental que garantice su cumplimiento de acuerdo con los instrumentos normativos, que permita consolidar un desarrollo sostenible que asegure la protección, conservación y permanencia de los recursos naturales. Uno de los puntos del Plan Nacional de Desarrollo es la necesidad de enmendar los efectos negativos al ambiente causante el cambio climático o calentamiento global que concierne a todos los países. Además, establece las líneas de trabajo para frenar las tendencias del deterioro ecológico en el que se deben realizar esquemas bajo una planeación que asegure que el impulso del país no ponga en riesgo a los recursos naturales, al contrario que impulse el uso de nuevas tecnologías, en la emisión de contaminantes a la atmosfera y de esta manera reducir los efectos adversos al ambiente. Este Plan busca ofrecer oportunidades a toda la población para que, mediante una mejor preparación, se facilite su crecimiento como personas y adquieran la capacitación y el adiestramiento necesarios para aprovechar las oportunidades de desarrollo.

Vinculación: El presente proyecto busca fomentar actividades que promuevan la generación de empleos ya que con la operación del proyecto generará ocupaciones en sus diferentes etapas, así como también busca alternativas mediante sus medidas de mitigación para poder causar lo menos posible impactos al medio ambiente para no poner en riesgo los recursos naturales, buscando acciones que sean compatibles con el medio siempre y cuando respetando la legislación establecida para el desarrollo del proyecto.

III.4. Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.

El proyecto no se encuentra dentro de ningún programa de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica. La más cercana es el Sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica “Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales”, la cual se localiza aproximadamente a 20 kilómetros de la zona del proyecto (Figura III.3)



Figura III.3 Ubicación del proyecto respecto al Sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica “Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales”

Como ecosistema sigue siendo funcional, sin embargo existen diversas presiones ambientales, que la reducen o modifican. El sistema ha sido fragmentado por la construcción de canales, carreteras y caminos, así como por cambios de cobeturas y usos de suelo. Mantiene una integridad funcional por su extensión, pero cada vez se encuentra más amenazada.

III.5. Convenio internacional RAMSAR.

El Convenio de RAMSAR entró en vigor en 1975. México se adhiere a partir del 04 de noviembre de 1986.

La singularidad de este convenio internacional es que se refiere exclusivamente a un tipo de ecosistema específico, los humedales, y aunque en su origen el objetivo principal se orientaba sólo a la conservación de las especies de aves acuáticas, hoy este objetivo se ha visto ampliado al reconocerse los importantes valores que albergan y funciones que realizan estos ecosistemas en relación a la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad.

La definición del Convenio para humedal es *"las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 metros", además "podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los 6 metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal"*.

La misión de Ramsar es: *"la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo"*. La Convención emplea una definición amplia de los tipos de humedales abarcados por esta misión, incluidos pantanos y marismas,

lagos y ríos, pastizales húmedos y turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, zonas marinas próximas a las costas, manglares y arrecifes de coral, así como sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas.

El concepto de Uso Racional: La filosofía de Ramsar gira en torno al concepto de "uso racional". El uso racional de los humedales se define como "el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible". Por consiguiente, la conservación de los humedales, así como su uso sostenible y el de sus recursos, se hallan en el centro del "uso racional" en beneficio de la humanidad.

Para interpretar adecuadamente este concepto, es necesario revisar las definiciones contenidas en el mismo:

Cambio en las características ecológicas. Alteración adversa, causada por la acción humana, de cualquiera de los componentes, procesos y/o beneficios/servicios del ecosistema.

Características ecológicas. La combinación de los componentes, procesos y beneficios/servicios del ecosistema que caracterizan al humedal en un determinado momento.

Enfoque por ecosistemas. Una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo (Convenio sobre la Diversidad Biológica).

Funciones de los humedales. Actividades o acciones que tienen lugar de forma natural en los humedales como resultado de las interacciones entre la estructura y los procesos del ecosistema. Las funciones abarcan la regulación de las crecidas; la retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes; el mantener la cadena trófica; la estabilización de orillas y control de la erosión; la protección contra las tormentas; y la estabilización de las condiciones climáticas locales, en particular la lluvia y la temperatura.

Uso sostenible de un humedal. El uso de un humedal por los seres humanos de modo que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras.

La adhesión a la Convención señala un compromiso por parte del gobierno nacional de trabajar activamente en apoyo de los "tres pilares" de la Convención:

- 1) Garantizar la conservación y el uso racional de los humedales que ha designado como Humedales de Importancia Internacional,
- 2) Incluir en la planificación ambiental nacional el uso racional de todos los humedales en la mayor medida posible, y
- 3) Entablar consultas con otras Partes acerca de la aplicación de la Convención, especialmente en lo que concierne a los humedales transfronterizos, los sistemas hídricos compartidos y las especies compartidas.

El Sitio RAMSAR "Laguna Huizache-Caimanero" fue propuesto debido a cinco criterios: el **primero**, debido a que habitan especies con estatus especial tanto nacional como internacional; **segundo**, forma parte del corredor migratorio del Pacífico y es uno de los sitios más importantes para la invernación, descanso y forrajeo de aves en el Pacífico norte mexicano; **tercero**, es un hábitat permanente o temporal de aves; **cuarto**, es un hábitat crítico para la población de camarón blanco, el cual constituye alrededor del 95% de la

población que ingresa a la laguna, además de contar entre su biodiversidad peces residentes y visitantes ocasionales con fines de alimentación, crianza o visitas ocasionales y; **quinto**, es hábitat temporal para el crecimiento de 4 especies de camarones, siendo el predominante el camarón blanco, además constituye también un hábitat temporal o permanente para diversas especies de peces que la emplean para fines de alimentación y crecimiento. La Figura III.4 muestra su ubicación.

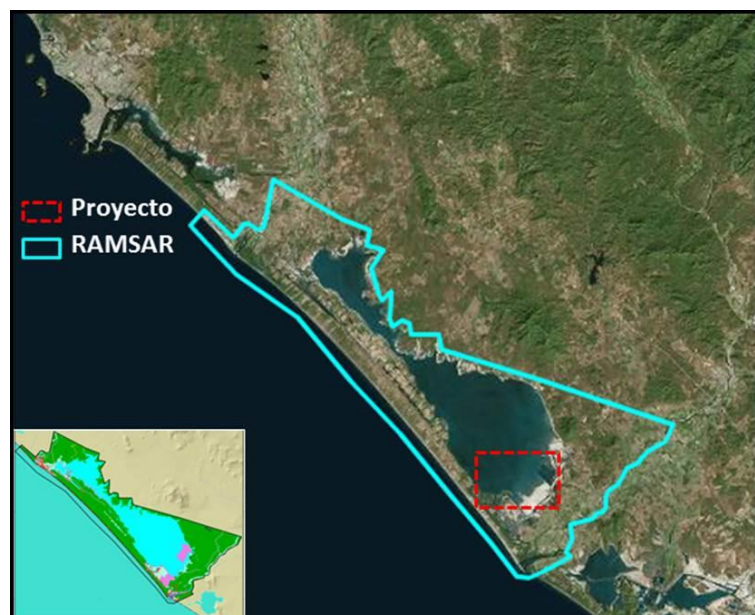


Figura III.4. Ubicación del proyecto con respecto al sitio RAMSAR Laguna Huizache-Caimanero.

Vinculación: Este instrumento no contiene elementos que prohíban o limiten la ejecución del proyecto. De hecho, el desazolve de canales dentro de la laguna es benéfica para el ecosistema, ya que se restablece la capacidad de flujo y reflujo de agua hacia el cuerpo de agua y con esto el tránsito de especies.

Considerando que la pesca es una de las principales actividades económicas del área de estudio como parte del sitio Ramsar, el uso racional de los ecosistemas implica promover su conservación y utilización sostenible de modo equitativo.

De esta forma, atendiendo a los criterios 2 a 5 que caracterizan al sitio Ramsar Laguna Huizache-Caimanero, se asegura la conservación y el uso racional de los ecosistemas al darse cumplimiento al artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), NOM-059-SEMARNAT-2010 y NOM-022-SEMARNAT-2003. Esto es, no se esperan afectaciones a las aves.

Ley General de Vida Silvestre (Art. 60Ter).

DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre. DOF 01-FEBRERO-2007.

Artículo 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: El proyecto se encuentra vinculado al artículo en comento, dado que pretende realizar obras y actividades en la laguna Caimanero, cuerpo de agua al que se asocian importantes poblaciones de manglar; no obstante, no considera obras y/o actividades de remoción, relleno, trasplante o poda de este tipo de vegetación, motivo por el cual el proyecto no se contrapone con las disposiciones señaladas. En cuanto al resto de las prohibiciones contenidas en el artículo, éstas corresponden en su totalidad a la especificación 4.0 del siguiente instrumento normativo por analizar. Baste señalar por el momento que, después del análisis realizado, el proyecto es compatible el contenido de dicho numeral.

III.6. NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. DOF 10-ABRIL- 2003.

El objetivo evidente de este instrumento normativo es la protección de estos ecosistemas ante potenciales afectaciones adversas de carácter antropogénico, pero además es consciente de la necesidad de, en su caso, restaurar sus funciones hidrológicas, de contigüidad, de mantenimiento de la biodiversidad y de estabilización costera, con medidas que restablezcan su cobertura vegetal y flujo hidrológico, tal y como se señala en el siguiente:

Considerando

Que es urgente instrumentar medidas y programas que protejan la integridad de los humedales costeros, protegiendo y, en su caso, restaurando sus funciones hidrológicas, de contigüidad, de mantenimiento de la biodiversidad, y de estabilización costera, con medidas que restablezcan su cobertura vegetal y flujo hidrológico evitando su deterioro por el cambio de uso de suelo, canalización indiscriminada, apertura de bocas en lagunas y esteros, e interrupción o desvío de agua dulce o circulación en el humedal costero que incremente el asolvamiento, el aumento en la salinidad, la reducción de la productividad, la pérdida de hábitat de reproducción y crianza de larvas de especies marinas, y el asolvamiento.

Así, el proyecto se vincula con este instrumento normativo dado que considera la realización de obras y actividades en un humedal con presencia importante de manglar. No obstante, el presente análisis pretende demostrar que el proyecto guarda pleno respeto

por las especificaciones de la norma que a continuación se señalan.

4.0 Especificaciones

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
- Su productividad natural;
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;
- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Vinculación: El interés de la especificación se centra en la preservación del manglar como comunidad vegetal, por lo que los proyectos en estas unidades y sus inmediaciones deberán garantizar su integridad. Como se verá a continuación, el manglar será preservado como comunidad vegetal, conservándose la integridad del mismo con la ejecución del presente proyecto.

- **La integridad del flujo hidrológico del humedal costero.-** El proyecto no considera obras o actividades que modifiquen el flujo de escurrimientos superficiales hacia el sistema lagunar Huizache-Caimanero. Los principales escurrimientos son el Presidio (al norte) y el Baluarte (al sur), que desembocan al Golfo de California. Directamente a las lagunas desembocan escurrimientos perennes menores y diversos escurrideros (intermitentes). En el área del proyecto no se tienen escurrimientos perennes o intermitentes que descarguen al mismo, con lo cual ninguna de las obras o actividades programadas implicará la obstrucción de cauces. Con base en lo anterior, el componente continental del balance hidrológico se mantendrá en las condiciones actuales, durante y una vez concluido el proyecto.

Aunado a lo anterior debe señalarse la presencia de canales artificiales creados para la operación de los estanques acuícolas existentes, de tal forma que los posibles flujos subsuperficiales se encuentran modificados en relación a su patrón original, aunque cabe hacer mención que estos flujos no representan componentes significativos dentro del flujo hidrológico en el humedal.

Aun considerando la existencia de posibles flujos subsuperficiales, la distribución

de los elementos del proyecto no implicaría la modificación de su condición actual. En esta figura también se puede corroborar la no afectación de escurrimientos superficiales en las inmediaciones del proyecto.

- **La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental.-** La integridad de las áreas terrestres colindantes con el cuerpo lagunar será preservada, toda vez que el desplante de las obras en tierra firme tiene lugar en áreas perturbadas que no implican la afectación de unidades conservadas de vegetación o áreas de importancia para fauna silvestre. Esto es, la ocupación de espacios (temporales y permanentes) para el Patio de uso múltiple y las zonas de tiro, no implican la pérdida de vegetación relevante por su estado de conservación, su carácter de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010) o su función como hábitat crítico para especies de fauna silvestre. Por lo anterior, tampoco se prevé la afectación a organismos de fauna silvestre protegidos por la norma señalada, o a comunidades o funciones biológicas relevantes.
- **La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales.-** Al no preverse la modificación del flujo hidrológico continental, la interacción actual existente entre el humedal y los escurrimientos superficiales (cuya desembocadura tiene lugar en los cuerpos lagunares en su totalidad y no en los esteros), no se verá afectada. En lo que respecta a la interacción del humedal con la zona marina se tiene que la boca del Río Baluarte tiene una naturaleza inestable tendiente al cierre al término de la temporada de lluvia, en perjuicio del cuerpo lagunar, por lo que su estabilización generará las condiciones necesarias para prolongar la vida útil del desazolve en el estero Agua Dulce, favoreciendo el recambio de agua y el intercambio de especies acuáticas.
- **Cambio de las características ecológicas.-** El fenómeno de aislamiento del sistema lagunar descrito ampliamente en el Diagnóstico Ambiental, propicia la degradación de las condiciones ecológicas al no tenerse tasas adecuadas de renovación de las masas de agua, con lo cual los nutrientes y contaminantes provenientes de las cuencas, así como la materia orgánica generada por el propio manglar, tiende a concentrarse, generando condiciones que eventualmente serán retroalimentaciones negativas sobre el ecosistema en su conjunto. Así, aunado a los beneficios de la rehabilitación hidrodinámica señalados con anterioridad, se tendrá un efecto positivo sobre la calidad del agua en el cuerpo lagunar y, por tanto, en el ecosistema.
- **Su productividad natural.-** No considerándose la pérdida o afectación de áreas de manglar y previéndose la generación de efectos benéficos sobre las masas de agua en los cuerpos lagunares, la productividad natural de los humedales no se verá afectada, pudiéndose incluso esperarse una mejoría respecto a las condiciones actuales debido al estrés al que se encuentran sometidas actualmente las poblaciones de manglar por la transición a un ambiente dulceacuícola.
- **Servicios ecológicos; Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés**

fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros). En cuanto a los servicios ambientales que brinda el humedal, se tiene que estos son: la captura de carbono, el filtrado de contaminantes, la barrera de tormentas y la producción de nutrientes, además de su función como hábitat para especies de fauna relevante, en este caso avifauna y camarón principalmente. En este sentido, el cambio favorable esperado en las condiciones ecológicas, particularmente en la calidad del agua, permitirá la permanencia de los servicios ambientales ofrecidos, además de que no se prevé la afectación del hábitat de la avifauna por el desarrollo del proyecto, e incluso se considera un efecto benéfico al favorecer la conservación de las áreas manglar (actualmente en estrés fisiológico por la transición a condiciones dulceacuícolas). Para el caso del camarón, el mantenimiento de tirantes de agua adecuados permitirá la migración de los organismos que requieren del mismo para completar su ciclo de vida.

- **La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas.-** Al propiciarse la conservación del manglar y no tener objetivos turísticos el proyecto, la capacidad de carga natural del humedal no se verá afectada.

4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero. *Vinculación: El proyecto es compatible con esta especificación en virtud de que no pone en riesgo la hidrodinámica e integridad ecológica del humedal costero, ya que no interrumpe o desvía el flujo hidrológico, por el contrario se desazolvará el contorno de canales naturales en el interior de la laguna para favorecer por un lado la navegación de embarcaciones menores y por el otro restablecer la circulación hidrodinámica hacia el interior de la misma con lo cual se generarán importantes beneficios ambientales.*

De la misma manera, se determina que el proyecto es compatible con esta especificación toda vez que el último párrafo exceptúa los casos en los que las obras restauren la circulación y promuevan la regeneración del humedal costero, lo cual es el caso aplicable a este proyecto, motivo por el cual se estima que es compatible con dicha especificación.

4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración. *Vinculación: Tal y como ya se indicó previamente, el proyecto se encuentra vinculado a esta especificación, dado que pretende realizar obras y actividades en un sistema lagunar al que se asocian poblaciones de manglar. Para garantizar el flujo hidrológico y se propone como medida de mitigación la reforestación con especies nativas más de 58,500 m² de superficie de las zonas de tiro 1, no se verá afectada la integridad 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, esteros, ni provocará cambios en las características y servicios ecológicos, tal y como se demuestra en el instrumento analizado, aunque el objetivo directo de éste no es la protección, restauración, investigación o conservación de áreas de manglar, la rehabilitación hidrodinámica de los cuerpos estuarinos tendrá un beneficio asociado sobre*

las poblaciones de manglar y los servicios y funciones que brinda, esperándose así la recuperación natural de la laguna Caimanero.

Es preciso mencionar que en concordancia con esta especificación, como medida de mitigación, se ha propuesto un Programa de Rescate, Traslado y/o reforestación de Flora y Fauna Silvestre, el cual contempla acciones de monitoreo biológico para evaluar el desarrollo del programa, cuyos resultados se informarán oportunamente a la SEMARNAT y a la PROFEPA de acuerdo a los plazos que se establezcan en el correspondiente oficio resolutivo.

4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico. Vinculación: *Derivado del estudio de factibilidad realizado, se determinó que desde el punto de vista técnico, ambiental y social, lo más conveniente era efectuar el trazo sobre canales ya existentes, motivo por el cual se decidió aprovecharlos para evitar la fragmentación del ecosistema. Es por ello, que el proyecto es compatible con esta especificación, toda vez que no prevé la intrusión salina, azolvamiento o modificación del balance hidrológico del humedal costero en el que se ubica y es compatible en el sentido de que facilitará el intercambio de masas de agua desde la boca de la laguna Caimanero hasta el interior de la misma.*

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. Vinculación: *No aplica. El proyecto no considera, infraestructura marina.*

4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero. Vinculación: *En la construcción de bordos de contención de las zonas de tiro, se evitará bloquear el libre flujo del agua continental o marina hacia el humedal.*

4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento. Vinculación: *El proyecto es congruente con esta disposición al pretender obras de desazolve de canales dentro de la laguna, coadyuvando así a revertir la degradación de los mismos por su azolve. Indirectamente, se coadyuva también a mitigar la contaminación del cuerpo lagunar por favorecer un mayor recambio de agua, incrementando la capacidad autosaneadora del sistema.*

4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo. Vinculación: *No aplica. El proyecto no considera la utilización o vertido de agua.*

4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas,

centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso. Vinculación: No aplica. El proyecto no implica el vertido de aguas residuales provenientes de actividades productivas.

4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar. Vinculación: No aplica. El proyecto no implica el vertido de aguas residuales provenientes de actividades productivas.

4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero. Vinculación: No aplica. El proyecto no considera actividades de extracción de agua subterránea.

4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes. Vinculación: No aplica. El proyecto no contempla la introducción de flora y fauna alóctona.

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 en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan. Vinculación: En el Capítulo IV del presente estudio se describe la dinámica hídrica y las condiciones estuarinas del humedal costero que corresponde al proyecto. Con base en dichos resultados se puede concluir que las obras y actividades del proyecto benefician el componente marino de dicho balance.

4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área. Vinculación: No aplica. El proyecto no considera la construcción de vías de comunicación sobre el humedal.

4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad. Vinculación: No aplica. El proyecto no considera la construcción de vías de comunicación sobre el humedal.

4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto

sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible. Vinculación: *No aplica. Dada la naturaleza del proyecto, no será requerido el suministro de servicios que utilicen postes, ductos, torres ni líneas.*

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.

Vinculación: *El proyecto no involucra actividades productivas colindantes con el humedal costero como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva e infraestructura urbana.*

Si bien es cierto que las obras del proyecto se desarrollarán a menos de 100 metros de distancia de algunas poblaciones de mangle, no existiendo alternativas para el trazo de dichas obras, no obstante, es necesario precisar que dentro de la comunidad de manglar no se prevé la realización de las actividades productivas o de apoyo indicadas en esta especificación, así como tampoco se construirán zonas de tiro dentro del manglar.

Por otro lado, dada la naturaleza del proyecto, no se consideran impactos ambientales adversos sobre estas poblaciones de manglar, al consistir en el retiro de sedimentos producto del fenómeno de azolvamiento natural de los canales de la laguna que reduce el flujo y mezcla de las masas de agua, fenómeno que a largo plazo pudiera generar cambios irreversibles en la calidad del agua y, con esto, en la salud de estas comunidades vegetales y de la biodiversidad en general.

No obstante lo anterior, tal y como se establece en la norma (especificación 4.43), estos límites pueden exceptuarse a través de medidas de compensación en beneficio del humedal, por lo que en este caso se considera que con las medidas de mitigación propuestas se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en la especificación 4.43, dado que como ha sido señalado, la rehabilitación hidrodinámica generada a partir del desazolve de canales interiores, generará un efecto positivo sobre la integridad funcional de la laguna Caimanero, del cual también se beneficiarán las poblaciones de manglar y, por tanto, sus funciones y servicios ambientales.

4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen. Vinculación: *No aplica. No será requerida la explotación de bancos de material pétreo.*

4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental. Vinculación: *No aplica. El proyecto no implica la remoción, relleno o cualquiera otra afectación a la vegetación de manglar.*

4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado

dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas. Vinculación: *La ubicación de las zonas de tiro propuestas está fuera de las zonas de manglar y no obstruyen flujos de agua continental o marina.*

4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros. Vinculación: *No aplica. El proyecto no implica la disposición de residuos sólidos en el humedal.*

4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema. Vinculación: *No aplica. El proyecto no considera la instalación de granjas camaronícolas.*

4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales. Vinculación: *No aplica. El proyecto no contempla la instalación de infraestructura acuícola.*

4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar. Vinculación: *No aplica. El proyecto no implica canalizaciones fuera o dentro del manglar.*

4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización. Vinculación: *No aplica. El proyecto no contempla la producción acuícola y no requiere de canalizaciones para toma o descarga de agua.*

4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio. Vinculación: *No aplica. El proyecto no contempla la instalación de infraestructura acuícola.*

4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos. Vinculación: *No aplica. El proyecto no contempla la producción acuícola y no requiere de canalizaciones para toma o descarga de agua.*

4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema. Vinculación: *No aplica. El proyecto no considera obras o actividades relacionadas con la producción de sal.*

4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo

impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo. Vinculación: *No aplica. El proyecto no implica infraestructura turística.*

4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo. Vinculación: *No aplica. El proyecto no implica infraestructura ni actividades turísticas.*

4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí. Vinculación: *No aplica. No hay zonas de restricción para la operación de motores fuera de borda. No hay reportes recientes de avistamiento de ejemplares de cocodrilo de río en los cuerpos lagunares o estuarinos, presumiblemente por los problemas de azolve y las fuertes variaciones de área inducidas por cambios climáticos en el área (inundación y vaciado de cuerpos lagunares).*

4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies. Vinculación: *No aplica. El proyecto no implica actividades educativas, ecoturísticas u observación de aves.*

4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro. Vinculación: *No aplica. El proyecto no es de carácter turístico ni requiere de caminos de acceso a la playa que fragmenten el humedal.*

4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares. Vinculación: *El trazo de los canales no fragmenta el ecosistema, ya que sigue el contorno de los existentes, lo cual favorece la continuidad de los procesos ecológicos al interior del ecosistema.*

4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos. Vinculación: *No aplica. El proyecto no considera la compactación de sedimentos en el humedal.*

4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre. Vinculación: *El proyecto es*

compatible con esta especificación, ya que mediante las obras de desazolve, se pretende rehabilitar las condiciones hidrodinámicas para favorecer el desarrollo de la biodiversidad y simultáneamente facilitar el acceso de las embarcaciones menores y el mejoramiento de las actividades pesqueras.

4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo. Vinculación: *Aunque el proyecto surge de una necesidad el mejoramiento de las actividades pesqueras, contribuye a la conservación de áreas de manglar por la rehabilitación hidrodinámica lagunar propuesta.*

4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello. Vinculación: *Aunque el proyecto surge de una necesidad sectorial (pesca), favorece la regeneración de la unidad hidrológica a través del restablecimiento de uno de los componentes del balance hidrológico, el marino.*

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. Vinculación: *No aplica. El proyecto no tiene como objetivo la restauración de áreas de manglar.*

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. Vinculación: *No aplica. El proyecto no tiene como objetivo la restauración de áreas de manglar.*

4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros. Vinculación: *No aplica. El proyecto no tiene como objetivo la restauración de áreas de manglar.*

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. Vinculación: *No aplica. El proyecto no tiene como objetivo la restauración de áreas de manglar.*

4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros. Vinculación: *El área de estudio delimitada en el presente estudio considera la unidad hidrológica de manera integral.*

ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales

costeros en zonas de manglar. DOF 07-MAYO-2004.

Artículo Único.- Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue:

"4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."

Vinculación: No aplica. El proyecto no prevé afectación de poblaciones de manglar.

III.7. NOM-059-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.

De acuerdo con los listados de flora y fauna del sistema ambiental considerado se tiene la presencia de 4 especies de flora y 6 especies de fauna incluidas en esta norma. El **Cuadro III.1** Muestra el listado por especie y la categoría que aplica.

CUADRO III.1. ESPECIES CONTENIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

ESPECIES DE FLORA				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus	Endemismo
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	mangle rojo	A	endémica
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i>	mangle negro	A	no endémica
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	mangle blanco	A	no endémica
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	mangle botoncillo	A	no endémica

ESPECIES DE FAUNA				
Familia	Especie	Nombre común	Estatus	Endemismo
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano	A	no endémica
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	no endémica
Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	A	endémica
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	no endémica
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	A	no endémica
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo	A	no endémica

Como se desprende de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, no se espera una afectación adversa directa a ninguno de estos grupos de organismos, no obstante, se consideró precautoriamente la posible afectación potencial y temporal de aves, para lo cual se diseñó una medida que impiden la ocurrencia de afectaciones adversas significativas, con lo que el proyecto es compatible con la presente norma.

III.8. Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

El proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida (ANP). La más cercana es el ANP “Islas del Golfo de California”, la cual se localiza aproximadamente a 2 kilómetros de la zona del proyecto (Figura III.5).



Figura III.5. Ubicación del proyecto respecto a la ANP1 “Islas del Golfo de California” y la ANP2 “Santuario Tortuguero Playa el Verde Camacho”.

ANP Islas del Golfo de California.

El 2 de agosto de 1978, mediante Decreto de creación publicado en el Diario Oficial de la Federación, se estableció el ANP como Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre, pero su categoría fue modificada por Área de Protección de Flora y Fauna mediante Acuerdo Secretarial publicado el 7 de junio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación.

Incluye a todos los accidentes insulares del Golfo de California independientemente de su jurisdicción y régimen de propiedad. Para demarcar el límite sur de esta área natural protegida se considera una línea imaginaria que une a Cabo San Lucas en Baja California Sur, con la frontera sur del Estado de Sinaloa. El área de influencia del ANP abarca 30 municipios costeros del Golfo de California, con una población aproximada de 5.27 millones de habitantes comprende 244 islas e islotes y áreas costeras ubicadas en territorio de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit (con una extensión total de 1'838,012 hectáreas, de las cuales el 25% corresponde a la superficie terrestre y el resto a marina).

ANP Santuario Playa el Verde Camacho.

29 de Octubre de 1986, mediante Decreto de creación publicado en el Diario Oficial de la Federación, se estableció el ANP Playa el Verde Camacho con categoría de Santuario por el que se determinan como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga marina, los lugares en que anida y desova dicha especie (con una longitud de 30 Kms.), situada entre

los paralelos 23°00'00" N-106°12'00"W y 22°46'54" N-106°00'00"W.

III.9. Regionalizaciones de CONABIO.

Aunque no forman parte de la normatividad ambiental nacional, a continuación se presenta un análisis de las regiones consideradas por CONABIO como prioritarias para su conservación. La presencia de las regiones se basa en el polígono del Sistema Ambiental, señalándose de manera particular aquellas que inciden directamente en el Área de Estudio. Estas regiones son:

III.9.1 Región Terrestre Prioritaria (RTP) “Marismas Nacionales”.

Es una región de importancia para la conservación porque se presenta una alta concentración de aves acuáticas y semiacuáticas residentes y migratorias. Posee fragmentos extensos de manglar bien conservado en la vertiente del Pacífico. Es un área importante de endemismos para vertebrados e insectos. Se considera como una de las extensiones mejor conservadas de manglar en el Pacífico mexicano. Se delimita principalmente con las áreas de manglar y cuerpos de agua, hasta comunidades halófilas y de selvas bajas con diferentes grados de perturbación, que se consideran hábitats asociados a los manglares (Figura III.6).

Problemática ambiental: destrucción del manglar, desecación de humedales para potreros y el desarrollo no planificado para el cultivo de camarón en gran escala.



Figura III.6. Ubicación del proyecto con respecto a la RTP Marismas Nacionales.

III.9.2 Región Hidrológica Prioritaria (RHP) “Río Baluarte-Marismas Nacionales”.

Biodiversidad: tipos de vegetación: acuática y semiacuática, ribereña, manzanillar, manglar, halófitas, bosques de pino, de encino, de pino-encino, de encino-pino, de abetos y Ayarín, manchones de bosque mesófilo de montaña, matorral subtropical, matorral

crasicaule, pastizal, selvas baja perennifolia, caducifolia y subcaducifolia, matorral rosetófilo costero. Alta diversidad de hábitats acuáticos: arroyos, reservorios, ríos permanentes y temporales. Esta región incluye 113,000 ha de manglares y estuarios, que comprenden aproximadamente entre el 15 y 20% del total de los manglares del país (Figura III.7).

Problemática:

- Modificación del entorno: por la infraestructura minera, deforestación con fines agrícolas, construcción de presas y canales, desecación de cuerpos de agua para camaronicultura, desviación de corrientes superficiales y abastecimiento de agua. Deterioro del cauce de los ríos por la presa de Aguamilpa. Construcción de caminos.
- Contaminación: por aguas negras, agroquímicos, pesticidas y metales pesados.
- Uso de recursos: extracción de agua para agricultura y acuicultura. Especies introducidas: la tilapia azul *Oreochromis aureus*, la carpa dorada *Carassius auratus*, la carpa común *Cyprinus carpio*, el bagre de canal *Ictalurus punctatus* y el crustáceo *Macrobrachium rosenbergii*. Violación de vedas. Introducción de ganado caprino. Cacería ilegal e introducción de especies exóticas en los ranchos cinegéticos.

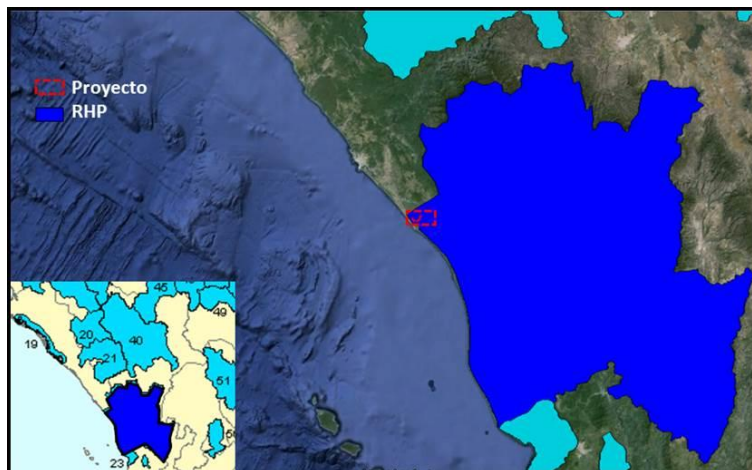


Figura III.7. Ubicación del proyecto con respecto a la RHP Río Baluarte-Marismas Nacionales.

III.9.3 Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) “Sistema Lagunario Huizache-Caimanero”.

Es un área de invernación del pelícano blanco y de al menos siete especies de patos que abarcan un total de 75,000 individuos. En cuanto a playeras se han contabilizado alrededor de 200,000 individuos de avoceta (*Recurvirostra americana*). Ambas lagunas poseen grandes amenazas de desarrollo acuícola, obras de canalización y disminución de las inundaciones cíclicas tanto de marea como del Río Baluarte (Figura III.8).



Figura III.8. Ubicación del proyecto con respecto a la AICA Huizache-Caimanero.

Pesca: criadero de camarón y lisa. Amenazas: las fuertes fluctuaciones del clima le afectan; la deforestación y desecación de pantano para agricultura.

Vinculación: Las características relevantes en términos de biodiversidad señaladas por la regionalización de CONABIO, así como la problemática ambiental detectada en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, coinciden con la señalada por la fina del sitio RAMSAR, con lo cual puede afirmarse que el análisis de compatibilidad realizado en ese caso, es aplicable al caso de las regiones prioritarias de CONABIO.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1. Delimitación del área de estudio

Características Generales.

La Laguna Caimanero se encuentra en el Municipio de El Rosario, Sinaloa, y se ubica aproximadamente a 260 km al sureste de Culiacán la capital del estado de Sinaloa y a 46 km de la ciudad y puerto de Mazatlán. Esta laguna forma parte de uno de los sistemas lagunares costeros más importantes de sur del Estado, denominado “Huizache-Caimanero”, el cual está acotado por los ríos Presidio al Norte y Baluarte al Sur. La laguna Huizache cuenta con una superficie aproximada de espejo de agua de 16,650 has. La comunicación de esta laguna con el mar se lleva a cabo a través del estero Agua Dulce (Río Baluarte), que cuenta con un desarrollo de 10.8 km.

El Huizache-Caimanero fue el sistema costero más productivo de camarón del Pacífico mexicano. En una sola noche se llegaron a pescar hasta 32 toneladas en un solo tapo. Esta laguna se está fragmentando por procesos de depósito y decantación de sedimentos. Actualmente, el sistema se ha dividido prácticamente en dos lagunas, con niveles de agua variables que dependen de las precipitaciones pluviales y los aportes fluviales. Sus principales características geomorfológicas son una larga y angosta barrera arenosa denominada Isla Palmito de la Virgen, y dos bocas que se tienden a cerrarse por efectos diversos. El sistema es el hábitat de 83 especies de peces, y de importantes poblaciones de aves playeras, y está ubicada estratégicamente en la ruta migratoria de las aves que invernán, así como un número indeterminado de mamíferos, reptiles, anfibios. Además, es un hábitat temporal para los camarones peneidos que habitan la zona y un hábitat esencial para la especie de camarón blanco (*Litopenaeus vanamei*).

En lo que respecta a la laguna Caimanero con 11,300 has aproximadamente de superficie de agua, el tirante de agua se ha venido reduciendo a lo largo de los años, debido a los procesos geológicos naturales y a las actividades productivas primarias que tienen sus descargas de aguas residuales directa o indirectamente al sistema a través de los drenes de descarga, ríos y arroyos. En este sentido es importante señalar que los terrenos circundantes a la laguna, son en su mayoría utilizados como tierras de cultivo de hortalizas y vegetales; para el pastoreo, cría y engorda de ganado vacuno, porcino, y caprino; y últimamente para la acuacultura mediante la creación de granjas camaronícolas.

Esta situación ha generado una disminución en la producción pesquera de los últimos ciclos, principalmente la de camarón de estero, pues con la disminución de los tirantes primeramente se reduce la hidrodinámica lagunar y como consecuencia aumentan las temperaturas y salinidad del agua, haciendo que las especies tengan menos áreas propicias como hábitat para su reproducción y crecimiento.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) se basó en la zonificación realizada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. De acuerdo a las unidades de gestión ambiental costeras, el sitio del proyecto se ubica dentro de la UGA

2.2.4.28.1.1., la cual se encuentra incluida en la unidad de gestión ambiental costera UGC13, denominada Sinaloa Sur-Mazatlán (Figura IV.1).

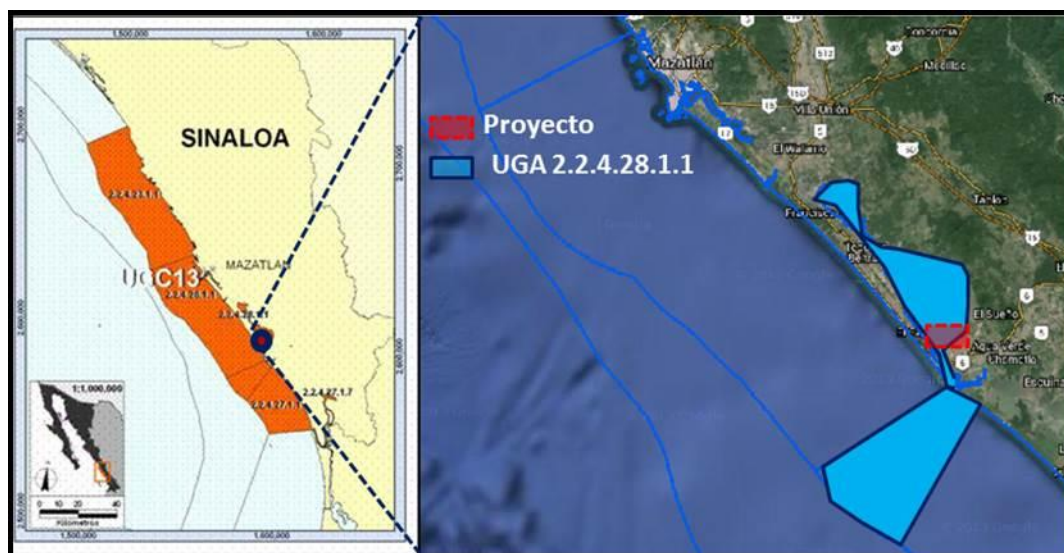


Figura IV.1. Ubicación del proyecto con respecto a la UGC13 Sinaloa Sur-Mazatlán del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

Características Generales de la UGC 13:

Clave de la Unidad de Gestión Ambiental Costera UGC13

Nombre: Sinaloa Sur-Mazatlán

Ubicación: Limita con el litoral del estado de Sinaloa que va del sur del río Elota a la altura del poblado de La Cruz, hasta el río Teacapán

Superficie total: 4,409 km²

Principales centros de población: Mazatlán, El Rosario, Escuinapa y Teacapán

El lineamiento ecológico de ésta UGC menciona lo siguiente:

Las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales, considerando que todos los sectores presentan interacciones altas. En esta unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias de presión muy alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre alto y por un nivel de presión marina alto.

Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.1.1 Aspectos abióticos

a) Clima

El clima en el Sistema Ambiental es del tipo Aw0 que corresponde Al más seco de los climas cálidos-subhúmedos. La temperatura media va de los 24 a los 26 °C mientras que la precipitación media va de los 800 a los 1,000 mm en prácticamente todo el SA (Figura IV.2).

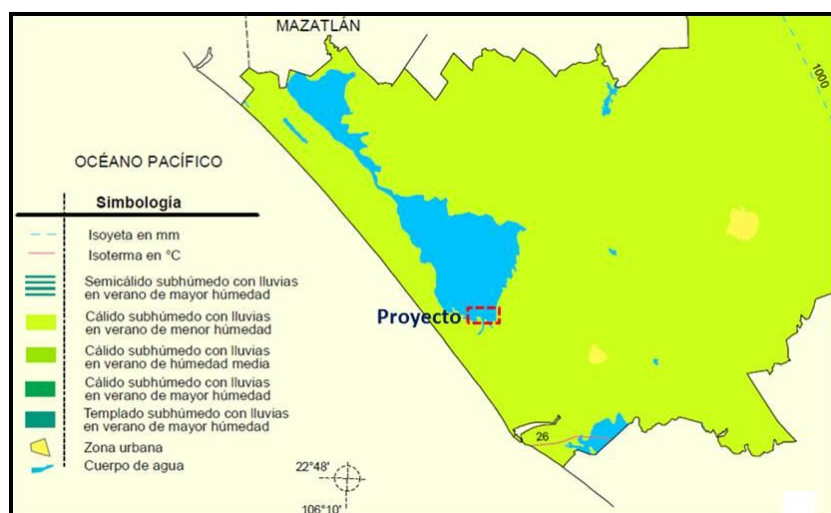


Figura IV.2. Tipos de climas en la zona de estudio.

En área muestra una alta incidencia de eventos climatológicos extraordinarios como los ciclones, cuyo período de ocurrencia comprende de agosto a octubre (Cuadro IV.1).

Cuadro IV.1. Ciclones con incidencia en Sinaloa (1970-2008)

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL SUBGERENCIA DE PRONÓSTICO METEOROLÓGICO CICLONES TROPICALES QUE IMPACTARON DIRECTAMENTE A MÉXICO DURANTE EL PERÍODO DE 1970 A 2011								
AÑO	OCEANO	NOMBRE	Categoría* en Impacto	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA Ó COSTA MAS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS DIRECTAMENTE	PERIODO (inicio-fin)	Día(s) de impacto	Vientos Max* (en impacto) km/h
2009	PACIFICO	RICK	TT	Mazatlán, Sin	SIN	15-21 Oct	21-oct	90
	PACIFICO	DT1E	DT	75 km al SW de Mazatlan, Sin.	SIN	18-19 Jun	19-jun	55
2008	PACÍFICO	LOWELL	DT	Cabo San Lucas, BCS [San Ignacio, Sin]	BCS, SIN; SON	6-11 sep	11-sep	45
2006	PACIFICO	PAUL	DT	Punta Lucenilla, Sinaloa	SIN, BCS	21-26 Oct	25-oct	45
	PACIFICO	LANE	H3	La Cruz de Elota, Sinaloa	SIN, COL	13-17 Sep	16-sep	205
2004	PACIFICO	DT 16E	DT	Mocorito, Sinaloa	SIN	oct 25-26	26-oct	55
2003	PACIFICO	NORA	DT	Cruz de Elota, SIN.	SIN	1-9 OCT	08-oct	45
2000	PACIFICO	NORMAN	TT (DT)	BAHIA BUFADERO, MICH. (MAZATLAN, SIN)	MICH, COL, JAL, SIN	19-22 SEP		75 (55)
1998	PACÍFICO	ISIS	TT (H1)	LOS CABOS, BCS (TOPOLOBAMPO, SIN)	BCS, SIN, SON, CHIH	1-3 SEP	02-sep	-120
1996	PACÍFICO	FAUSTO	H1 (H1)	TODOS SANTOS, BCS (SN IGNACIO, SIN)	BCS, SIN, CHIH, SON	10-14 SEP		-120
1995	PACÍFICO	ISMAEL	H1	TOPOLOBAMPO, SIN	SIN, SON	12-15 SEP	14-sep	120
1994	PACÍFICO	ROSA	H2	ESCUINAPA, SIN	SIN, NAY, DGO, COAH	8-15 OCT	13-oct	165
1993	PACÍFICO	LIDIA	H2	CAMPO ANIBAL, SIN	SIN, DGO, COAH	8-13 SEP	13-sep	160
1990	PACÍFICO	RACHEL	TT (TT)	C.SN.LUCAS, BCS (LOS MOCHIS, SIN)	BCS, SIN, CHIH	30 SEP-2 OCT		110 (93)
1986	PACIFICO	ROSLYN	H1	MAZATLAN, SIN	SIN, NAY	15-22 OCT	22-oct	120
	PACIFICO	PAINE	H1	TOPOLOBAMPO, SIN	SIN	28 SEP-2 OCT	02-oct	148
1985	PACIFICO	WALDO	H2	PUNTA PRIETA, SIN	SIN	7-9 OCT	09-oct	165
1983	PACIFICO	TICO	H3	CAIMANERO, SIN	SIN, NAY, DGO	11-19 OCT	19-oct	205
1982	PACIFICO	PAUL	H2 (H2)	LAS LAGUNAS, BCS (TOPOLOBAMPO, SIN)	BCS, SIN, CHIS	18-30 SEP	30-sep	-158
1981	PACIFICO	OTIS	TT	CAIMANERO, SIN	SIN, NAY, JAL	24-30 OCT	30-oct	100
	PACIFICO	NORMA	H2	MARMOL, SIN	SIN, DGO	8-12 OCT	12-oct	165
	PACIFICO	LIDIA	TT	TOPOLOBAMPO, SIN	BCS, SIN	6-8 OCT	08-oct	65
	PACIFICO	KNUT	TT	MARMOL, SIN	SIN	19-21 SEP	21-sep	75
1978	PACIFICO	PAUL	DT	LAS GLORIAS, SIN	SIN, DGO	23-27 SEP	26-sep	55
1976	PACIFICO	NAOMI	TT	MAZATLAN, SIN	SIN, DGO, COAH	25-30 OCT	29-oct	65
	PACIFICO	LIZA	H4	LA PAZ, BCS (TOPOLOBAMPO, SIN)	BCS, SIN, SON	25 SEP-2 OCT	1 Oct (2 Oct)	-215
1975	PACIFICO	OLIVA	H3	VILLA UNION, SIN	SIN, DGO	22-25 OCT	25-oct	185
1973	PACIFICO	JENNIFER	DT	MAZATLAN, SIN	SIN, DGO	23-27 SEP	27-sep	45
	PACIFICO	IRAH	H1 (TT)	LA PAZ, BCS (TOPOLOBAMPO, SIN)	BCS, SIN, DGO	22-27 SEP		130 (65)
1973	PACIFICO	KATRINA	DT	TOPOLOBAMPO, SIN	SIN	8-13 AGO	13-ago	45

La Figura IV.3 y Figura IV.4 muestran de manera gráfica la susceptibilidad de la zona a estos eventos.



Figura IV.3. Incidencia de huracanes moderados en México.



Figura IV.4. Incidencia de huracanes intensos en México.

b) Geología y geomorfología

El Sistema Ambiental se ubica en la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera de Mazatlán, colindante con el Pie de Sierra que funge parteaguas para la delimitación del SA (Figura IV.5).

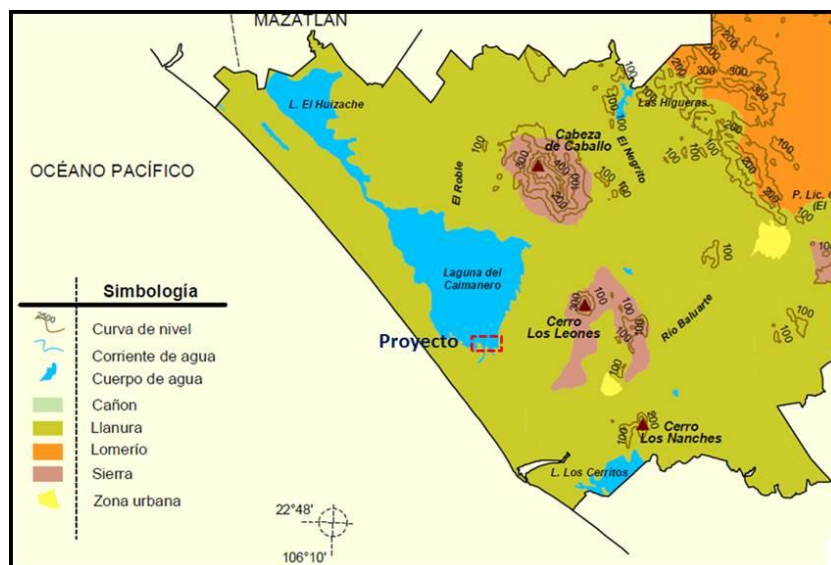


Figura IV.5. Tipo de relieve en la zona de estudio.

Geológicamente las riberas de los ríos y cuerpos lagunares están constituidas por suelos recientes con amplia distribución de rocas ígneas intrusivas y extrusivas en los lomeríos y pie de monte. Los fallamientos y fracturas se presentan al norte del SA, en el extremo opuesto del área del proyecto (Figura IV.6).

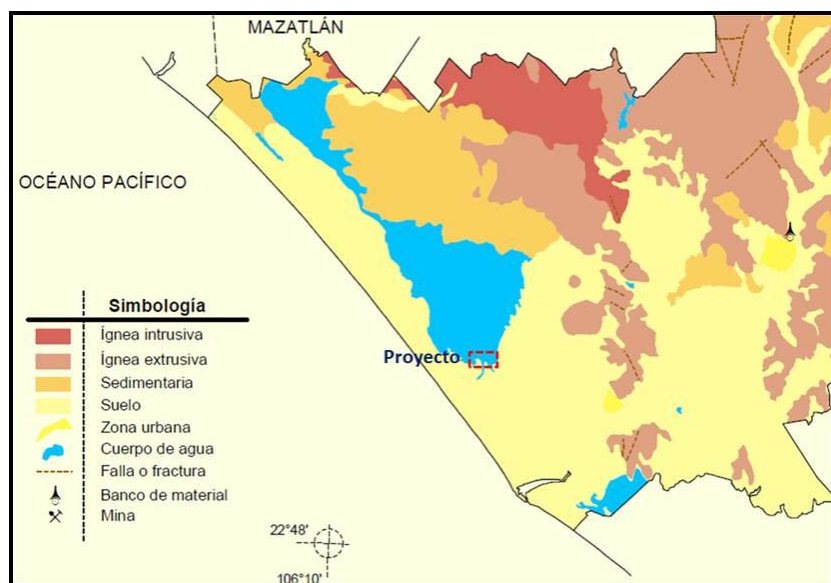


Figura IV.6. Tipos de geología en la zona de estudio.

La orografía está representada por pequeños lomeríos de menos de 500 m de altitud que

dan inicio a la provincia Pie de Monte.

La sismicidad se puede decir que el SA se ubica en una zona de transición (C) entre las zonas de mayor y menor presencia de eventos (Figura IV.7).



Figura IV.7. Sismología en la zona de estudio.

Se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

c) Suelos

El recurso edáfico del Sistema Ambiental está constituido por un predominio de Feozém háplico hacia el oriente de los cuerpos lagunares y Feozém lúvico hacia el poniente. Hacia el litoral se tiene una angosta franja paralela a la costa de suelos Solonchak (Figura IV.8).

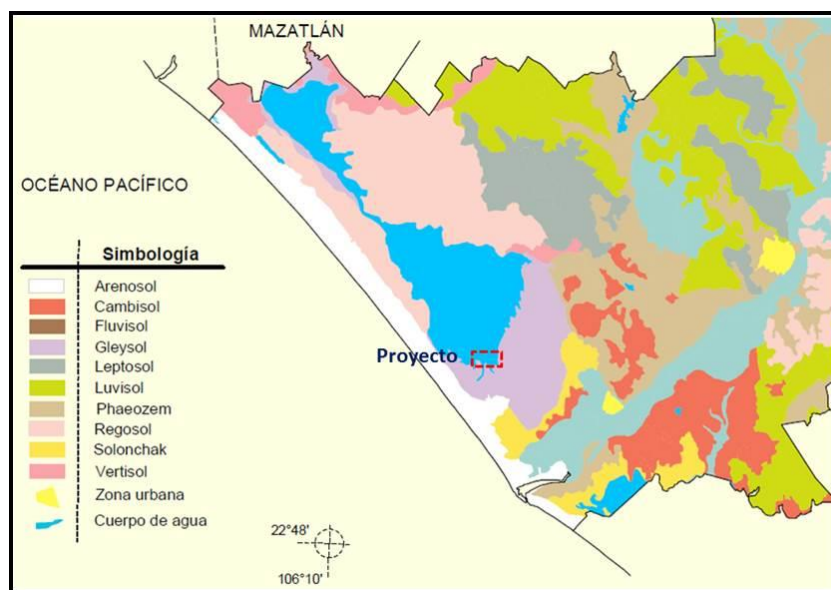


Figura IV.8. Tipos de suelos en la zona de estudio.

d) Hidrología

Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro.

La Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro, se ubica al noroeste de nuestro país y se encuentra delimitada al norte con la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval, al sur con la Región Hidrológica número 12 Lerma-Santiago, al este por las regiones hidrológicas números 36 Nazas-Aguanaval y 12 Lerma-Santiago y al oeste por el Océano Pacífico. Comprende un área de 51,113 kilómetros cuadrados (Figura IV.9).



Figura IV.9. Regiones hidrológicas.

En esta región hidrológica se encuentran las dos subcuencas hidrológicas Río Espíritu Santo (RH11Ca) y El Palote-Higueras (RH11bf) mismas que aportan escurrimientos al área del proyecto conformando dicha región hidrológica, formando parte de un mismo sistema ambiental.

Hidrología del Sistema Laguna Huizache-Caimanero.

El agua entra a la laguna por precipitación directa, drenaje de áreas aledañas por los arroyos y la entrada fluvial a través de los esteros que conectan al sistema con los ríos y el océano (Estero Anonas y Agua Dulce con el Río Baluarte y el Océano Pacífico; y Estero Ostial con Río Presidio y con el Océano Pacífico. El nivel del agua de la laguna disminuye por evaporación y flujo de las mareas a través de los esteros Ostial y Aguadulce.

Las mareas en el medio marino adyacente al sistema lagunar de Huizache-Caimanero son mixtas; las mayores amplitudes se presentan de abril a septiembre de 40-67 cm en el Estero de Agua Dulce, 90 cm en la Boca de Chametla, 20 cm en el Estero Ostial y 7 cm en el Tapo El Pozo la Hacienda.

Las mareas mensuales aportan un flujo neto positivo a las lagunas durante el período de fuertes secas (febrero a junio), cuando el agua de mar compensa la evaporación. En las lluvias el nivel de los ríos cerca de las bocas sube tan alto que no solamente drenan al mar,

sino que entran a los esteros y a las lagunas. De octubre a enero se registran pérdidas y en el Estero de Agua Dulce el gasto neto es negativo y la Laguna de Caimanero pierde su volumen de agua sobrante, al igual que en el Estero Ostial. De enero a junio en el Estero Agua Dulce, la pérdida por evaporación es reemplazada por el mar. De junio a mediados de octubre el gasto neto en ambos esteros es positivo, debido casi exclusivamente a los ríos.

Durante la época de lluvias la laguna alcanza su máximo nivel estando por arriba del nivel del mar, y las condiciones hidrológicas son dulceacuícolas, y durante la sequía, el nivel es el más bajo llegando a desecarse totalmente el vaso del Huizache y a reducirse la mayor superficie del cuerpo de la Laguna del Caimanero, incrementándose los valores de salinidad, ya que periódicamente dichos vasos reciben volúmenes considerables de agua marina cuya salinidad es incrementada por la evaporación dando lugar a la inversión del sistema estuarino.

La marea alcanza en el tapo Caimanero 0.5 m de febrero a mayo (período de sequía) y hasta 1.75 de julio a septiembre (de lluvia). Se asocia a esta época un ascenso en el nivel del mar por las fuertes cargas hidráulicas a partir de primavera con máximos entre verano y otoño con una disminución en invierno. Como consecuencia de ese incremento, las lagunas litorales comienzan a recibir mayor volumen de agua de mar, siempre y cuando el fondo del estero no se encuentre más alto de cinco pies sobre el plano de referencia. De esta manera, en los meses de julio, agosto y septiembre aumenta el caudal marino, disminuyendo a partir de octubre y hasta desaparecer definitivamente en diciembre.

La cuenca de la laguna Huizache-Caimanero, se encuentra entre las cuencas bajas del Río Presidio y del Río Baluarte. Los escurrimientos que desembocan dentro de la Marisma de Huizache y la Laguna del Caimanero presentan cauces definidos. La laguna es una cuenca de captación de los escurrimientos. El área media de la cuenca es de 5,000 km² con un escurrimiento medio anual de 200 millones de m³; El Caimanero recibe 140 millones y Huizache 60 millones de m³. El escurrimiento dentro de la cuenca es de 110,000 m³/km², con una precipitación media anual de 1,091 mm y evaporación de 1602.4 mm.

Al sistema lagunar descargan 36 arroyos, ubicados entre el Estero Pozo del Caimán y el Estero de las Anonas, con una cuenca aproximada de 300 km² con 0.15 millones de m³/km² al año. Además descargan los canales artificiales de Villa Unión y el Agua Verde (que operan desde 1967), cuyos gastos dependen de los ríos; cuando este gasto disminuyó se construyeron bordos de tierra sobre los ríos para captar toda el agua introducida por los canales; de esta forma trabajaron a su máxima capacidad, con un cálculo de ambos canales de 61.2 millones de m³.

Cuando la laguna está llena al final de la época lluviosa, la laguna tiene un área superficial total entre 158 y 175 km², dependiendo de la cantidad de precipitación y flujo de las áreas marginales periféricas en el año. La laguna de Caimanero tiene aproximadamente el 77% de la superficie total de las dos lagunas cuando están llenas.

Es un cuerpo de agua somero, ubicado en las cuencas de los Ríos Presidio y Baluarte, con niveles de agua variable, que es influenciado por los cambios de la marea y por el aporte de agua dulce de ambos ríos. Los escurrimientos presentan cursos definidos en los cauces principales. La laguna está constituida por dos cuencas: Huizache, que tiene una superficie aproximada de 4,070 ha, 12 Km de largo, 6.0 Km de ancho y profundidad promedio de 0.70 m; y Caimanero que abarca un área de 13,430 ha, 20 Km de largo, 10 Km de ancho y

profundidad media de 1.30 m. De una superficie total de 17,500 ha en época de lluvias, disminuye hasta menos de 2,625 ha en la de estiaje. La laguna no tiene comunicación directa con el mar y ríos, pero se comunica con ambos a través de esteros angostos con amplias llanuras de inundación, y sinuosos: El Ostial, que comunica a la cuenca El Huizache con el Río Presidio y con el Golfo de California; y el estero Agua Dulce que une la cuenca El Caimanero con el Río Baluarte y el Golfo de California.

La boca que comunica a la cuenca Huizache con el mar se denomina Boca de Barrón y la de Caimanero, Chametla. Otros dos canales conectan a la laguna con los ríos y con la parte continental: el Pozo del Caimán, de 10 Km, que comunica el Río Presidio con El Huizache, y Las Anonas (de 6 Km), que comunica el Río Baluarte con El Caimanero. Ambos canales son vestigio de los antiguos deltas de esos ríos y ya han sido dragados. Las secciones naturales de ambos tienen un ancho de 25 m y profundidades de 1.5 m.

La boca del Río Presidio a menudo se cierra al final de la estación de secas por los efectos combinados de la disminución de los aportes del río y por los sedimentos depositados por la corriente de deriva del lado del mar de la barra. En la desembocadura de este río se han desarrollado zonas de mangle que retienen sedimentos finos y forman amplias llanuras de inundación comunicadas con los depósitos arenosos del río.

La boca de Chametla normalmente permanece todo el año abierta, sin embargo puede cerrarse cuando se toma agua del Río Baluarte para irrigación, como sucedió a principios de mayo de 1978. Después de esta primera vez que se cerró la boca, tuvo efectos marcados en la hidrografía de la cuenca de Caimanero.

La laguna ha sufrido un angostamiento que la dividió en dos cuencas, debido a la depositación de los sedimentos que llevaban en suspensión las corrientes de mareas opuestas introducidas por las dos bocas. Posteriormente, las cuencas se llenaron con sedimentos finos de limos y arcillas.

Batimetría

La mayor parte de la laguna es somera con una topografía del fondo en que se profundiza ligeramente de la costa hacia las partes más profundas del centro de ambas cuencas. En Huizache, la máxima isobata es de 100 cm y en Caimanero, de 120. El patrón del fondo es modificado por canales dragados artificialmente desde la boca del pozo del Caimán a la cabeza del Estero Ostial y hacia el Pozo de la Hacienda. En Caimanero, la batimetría es modificada en la parte oriental por el canal El Tanque dragado hacia Matadero. Los restos de un canal dragado también se extienden de la boca del Estero Pozo de Las Anonas hacia el interior de la Laguna.

Al final de la estación de secas, la laguna pierde aproximadamente el 80% del área superficial y el 90% de su volumen de agua.

La laguna regula los niveles freáticos de los que dependen las comunidades vegetales, y aunada a las condiciones fisicoquímicas y ambientales crean el hábitat de protección y de crianza de cuatro especies de camarón, 83 de peces y otros invertebrados no cuantificados, además es el hábitat de poblaciones importantes de aves playeras. Está ubicada estratégicamente en la ruta del Pacífico de las aves que invernan en México.

La superficie de la laguna constituye una cuenca de captación de precipitaciones anormales producidas por tormentas, huracanes y ciclones. Cumple con la función de trampa de

sedimento, y tiene un alto valor por su contenido de nutrientes, provenientes principalmente de los mangles y de los ríos Presidio y Baluarte, y es un exportador de nutrientes a la zona aledaña del mar.

Los manglares son otro valor hidrológico reconocido, cumplen una función en la recarga y descarga de aguas subterráneas, el control del flujo y reflujo, el control de la erosión y la estabilización de la costa, como trampa de sedimentos y de nutrientes, y por su papel en el mantenimiento de la calidad del agua.

Pozos de lavado.

Con el objeto de conocer el material por dragar durante la etapa de ejecución de las obras y conocer la existencia de roca en el subsuelo, se realizaron 10 sondeos de exploración del tipo de Pozos de Lavado a lo largo de toda la zona de estudio, que comprende la zona del eje de los canales. Los diez sondeos fueron realizados en presencia de agua.

Los sondeos fueron referidos al sistema coordenado UTM mediante la utilización de un navegador portátil marca Garmin. Modelo GPSMAP64s junto con una antena GA 38 GPS/GLONASS marca garmin, con Precisión de 1.00 m con WAAS activado.

Para el control altimétrico de los sondeos, se utilizaron los niveles de las mojoneras previamente establecidos, a partir de los cuales se corrió el nivel de referencia al espejo de agua con un estatal graduado.

El equipo de apoyo que se utilizó para los trabajos es el siguiente:

- Lancha de 20' con motor fuera de borda.
- Motobomba de 2 HP.
- Manguera de succión de 2".
- Manguera de inyección de 2"
- Tubo de PVC de 2" y 3" de diámetro y 6.0 m de longitud.
- Cinta métrica.
- Nivel topográfico.
- Estatal (regla de marea).
- Camioneta pick up.
- Herramientas y accesorios.

El procedimiento para la realización de los pozos de lavado fue el siguiente:

- Primeramente, se procedió a realizar pruebas de funcionamiento del equipo antes de embarcarlo en la lancha, para detectar cualquier desperfecto, y en su caso atenderlo previamente.
- En el tubo de PVC se verificaron las graduaciones a cada 50 cm para medir la longitud que se introduce en el terreno, tomando en consideración el tirante de agua. Los

sondeos se refirieron al NBMI.

- Posteriormente se colocó la motobomba y todos sus accesorios dentro de la lancha. Todo el equipo se acomodó en un lugar adecuado de tal forma que se aminoraran los movimientos que se presentan durante la ejecución de los pozos de lavado.
- Se identificaron las coordenadas de ubicación de los sitios por medio de equipo GPS navegador.
- Se puso en funcionamiento la motobomba y enseguida se introdujo la tubería en el agua, colocada en forma vertical. Sujetando la tubería firmemente se hace presión hacia abajo, para que se vaya introduciendo en el subsuelo por medio del chorro de agua que sale a presión.
- Se midió el tirante de agua en el punto, identificado como lectura inicial. Posteriormente la tubería se fue introduciendo, una vez que ésta ya no penetró en el subsuelo se determinando las características y espesor de cada una de las capas atravesadas.

Se realizaron un total de diez pozos de lavado distribuidos uniformemente a todo lo largo de la zona de estudio, donde se encontraron materiales similares entre pozos, obteniéndose suelos arcillosos relativamente blandos de media a alta compresibilidad. Los resultados obtenidos de la exploración se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro IV.2. Características físicas del material a dragar

POZO	COORDENADAS		COTA DEL FONDO m	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
	X	Y			
S-01	391,677	2,532,380	-0.02	de 0.00 a 1.00	CI
				de 1.00 a 2.00	CI
				de 2.00 a 3.00	CI
S-02	392,704	2,532,090	-0.13	de 0.00 a 1.00	CH
				de 1.00 a 2.00	CH
				de 2.00 a 3.00	CH
S-03	393,622	2,530,875	-0.07	de 0.00 a 1.00	CI
				de 1.00 a 2.00	CI
				de 2.00 a 3.00	CI
S-04	394,810	2,530,508	-0.23	de 0.00 a 1.00	CSI
				de 1.00 a 2.00	CI
				de 2.00 a 3.00	CI
S-05	395,362	2,530,495	-0.35	de 0.00 a 1.00	CI
				de 1.00 a 2.00	CH
				de 2.00 a 3.00	CH
S-06	395,216	2,531,153	-0.15	de 0.00 a 1.00	CI
				de 1.00 a 2.00	CI
				de 2.00 a 3.00	CI
S-07	396,412	2,532,788	-0.11	de 0.00 a 1.00	CI
				de 1.00 a 2.00	CI
				de 2.00 a 3.00	CI
S-08	397,053	2,534,292	-0.02	de 0.00 a 1.00	CI
				de 1.00 a 2.00	CI
				de 2.00 a 3.00	CI
S-09	397,214	2,534,700	0.67	de 0.00 a 1.00	CSI
				de 1.00 a 2.00	CSI
				de 2.00 a 3.00	CSI
S-10	396,603	2,535,944	0.37	de 0.00 a 1.00	CSI
				de 1.00 a 2.00	CSH
				de 2.00 a 3.00	CSH

NOMENCLATURA

CI Arcillas sin arena de compresibilidad intermedia alta

CH Arcillas con poca arena de alta compresibilidad

CSI Arcillas poco arenosas de compresibilidad intermedia a alta

CSH Arcillas ligeramente arenosas de alta compresibilidad

En la Figura IV. 10 se presenta la ubicación grafica de los sondeos efectuados para la exploración.



Figura IV.10. Ubicación de los Pozos de Lavado.

Muestreos de agua y sedimento.

El muestreo se llevó a cabo el día 06 de octubre de 2015, partiendo del embarcadero de la localidad Independencia (laguna Caimanero).

Se cubrieron 4 estaciones de muestreo con las coordenadas presentadas en la Cuadro IV.3. La Figura IV.11 muestra el mapa con las estaciones de muestreo.

Cuadro IV.3.- Coordenadas de las estaciones de muestreo

ESTACIÓN	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE
KI01	22° 53' 39.10"	106° 03' 32.32"
KI02	22° 52' 52.36"	106° 01' 24.10"
KI03	22° 54' 53.46"	106° 00' 13.28"
KI04	22° 53' 36.70"	106° 00' 41.42"



Figura IV.11.- Localización de las estaciones de muestreo.



Figura IV.12. Navegador Garmin GPSMAP76.



Figura IV.13.- Armado de botella Van Dorn para la toma de muestras de agua.



Figura IV.14.- Sonda para calidad del agua.



Figura IV.15. Dragas tipo Ekman para sedimento.

Se realizaron mediciones en superficie y fondo. El clima se encontraba normal y soleado.

Los análisis de laboratorio de las muestras de agua los realizó la empresa Laboratorio Analítico Industrial, S.A. de C.V., con acreditación vigente para AGUA número AF-049-009/12 ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.

Los análisis CRIT de las muestras de sedimento los realizó la empresa Grupo Microanálisis, S.A. de C.V., con acreditación vigente para Residuos número R-0103-005/12 ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.

Los principales resultados se muestran a continuación. En el **Capítulo VIII** se incluye la metodología junto con los resultados por estación y parámetro.

De manera general, la medición de los valores extremos de temperatura para la zona de estudio estuvieron entre 24.69 y 27.04 °C, es decir una variación total de 2.35 °C.

La salinidad fluctuó de 0.76 a 8.54 ups, con un gradiente decreciente de la boca de la laguna Caimanero hacia el interior, ubicándose los mínimos valores en el sureste del cuerpo de agua. En cuanto al oxígeno disuelto, el rango fue de 4.16 a 7.95 mg/l, con un promedio de 6.07 mg/l. Al presentarse un valor promedio de 5.36 mg/l en la boca, puede inferirse que los valores superiores al interior del sistema se deben a procesos fotosintéticos e intercambios con la atmósfera. En general puede decirse que se trata de aguas bien oxigenadas.

En cuanto a los parámetros químicos, los nitratos, nitritos y amonio, muestran un gradiente descendente desde la boca hacia el interior de la laguna.

Para el caso de la demanda bioquímica de oxígeno, los valores oscilan de 5.21 a 15.51 mg/l, con un promedio de 9.30 mg/l, con lo cual se tienen aguas de buena calidad (poca contaminación por materia orgánica). Los valores máximos se encuentran en zona superficial de la boca de la laguna Caimanero.

El potencial hidrógeno se conservó en la escala básica de medición de este parámetro con valores entre 7.20 y 8.53 unidades de pH, correspondiente a las muestra de aguas del fondo de la boca y a aguas superficiales de la estación ubicada al sureste del cuerpo de agua, respectivamente. El pH de la zona de estudio se encuentra en los niveles de aceptación de la NOM-001-SEMARNAT-1996

Respecto a la clorofila se puede apreciar un gradiente creciente de la boca de la laguna hacia su interior, ubicándose el mínimo valor en la zona superficial de la entrada del cuerpo de agua..

El límite máximo establecido por la CE-CCA-001/89 para coliformes en aguas costeras es de 200 NMP/100 ml, por lo que de acuerdo a los valores extremos de este parámetro durante el periodo muestreado, las aguas del sistema lagunar tienen una calidad aceptable ya que los valores se encontraron desde <3 hasta 43 NMP/100 ml.

Muestreos CRIT. Se colectaron dos muestras de sedimentos del fondo lagunar con el objeto de realizar los análisis CRIT. Los resultados (**Anexos CRIT**) muestran que los sedimentos

no son residuos peligrosos y por tanto el material producto de dragado puede ser dispuesto a través de zonas de tiro terrestres. La Figura IV.14 muestra la ubicación de los sitios de obtención de muestras para el análisis.



La Figura IV.16. Ubicación de los sitios de obtención de muestras para el análisis CRIT.

En resumen, no se encontraron indicadores de claros procesos de deterioro del agua dentro del sistema lagunar; sin embargo, debe tenerse en consideración que el muestreo representa una fotografía instantánea y no permite observar el comportamiento espacio-temporal de cada factor. Así por ejemplo, debido a la fecha del muestreo, pueden no estarse reflejando condiciones desfavorables generadas por la incorporación de químicos a través de los aportes continentales provenientes del distrito de riego.

Obras de rehabilitación en el período 1967-2015.

Históricamente el sistema lagunar ha visto reducidas sus dimensiones originales debido al aporte de material por parte de los arroyos y por los aportes de los ríos Presidio y Baluarte. Esto da por resultado una madurez temprana (Ayala-Castañares et al., 1970; De la Lanza, 1984; De la Lanza Espino y Cáceres Martínez, 1994). Este proceso ha sido acelerado por actividades antropogénicas tanto en las cuencas hidrológicas como al interior del sistema lagunar.

Debido a lo anterior, en distintos momentos del pasado inmediato se han realizado algunas obras hidráulicas para rehabilitar al sistema lagunar entre las que destacan las siguientes: en 1967 se construyeron dos canales para introducir agua desde los ríos, uno en la parte norte de la laguna de Huizache, de 2.5 km de longitud y 4.0 m de base, para unir al río Presidio con el estero Pozo del Caimán (actualmente azolvado), y el otro en la parte sureste de la laguna de Caimanero, de 1.5 km de longitud y 4.0 m de base, para unir al río Baluarte con el estero de Las Anonas; durante 1996 se construyó un canal desde el

sitio pesquero Las Garzas hasta el tapo Pozo de la Hacienda, de 80.0 m de ancho, 3.0 m de profundidad y 11.2 km de longitud; en 2005 se dragó el estero El Ostial que comunica la laguna de Huizache con el río Presidio y el mar, desde el sitio de pesca Las Garzas hasta la desembocadura del río Presidio que comprende 12.0 km de canal; en 2006 se construyó un canal partiendo desde el sitio Las Garzas hacia la parte más alta de la laguna con una longitud de 7.51 km, 80 m de ancho y 3.0 m de profundidad, con varias ramificaciones, una comunica el sitio Las Garzas con el cárcamo de bombeo de la granja Los Carros, la otra continúa hasta el estero Pozo del Caimán, una ramificación más hacia el centro de la laguna, y otra hacia la parte superior más ancha de la laguna, donde actualmente se continúa con la canalización. La longitud total de canales artificiales en esta laguna hasta 2006 era de 18.7 km aproximadamente.

En la laguna de Caimanero, durante 1983 se amplió el estero de las Anonas y durante 1984 se construyó un canal en sentido sureste de la laguna, con 80.0 m de ancho, 3.0 m de profundidad y 15.0 km de longitud (F). Durante 1996 se concluyeron los trabajos de construcción de las escolleras en la desembocadura del río Baluarte y en 2006 se dragaron áreas prioritarias del estero de Agua Dulce en su conexión con el tapo Caimanero (H). Actualmente se lleva a cabo el desazolve de la desembocadura del río Baluarte y del estero Agua Dulce, cuerpo de agua natural que representa la comunicación de la laguna Caimanero con el río Baluarte y el mar.

De esta forma el proyecto constituye una continuación de las acciones necesarias para rehabilitar la hidrodinámica del sistema lagunar, constantemente afectada por este proceso de envejecimiento temprano. Si bien puede no ser la solución integral requerida, sí constituyen la opción real a corto plazo.

IV.1.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación terrestre

Dentro del sistema ambiental la vegetación relevante está constituida por mangle. La Figura IV.17 muestra la distribución de las comunidades vegetales y los usos de suelo.

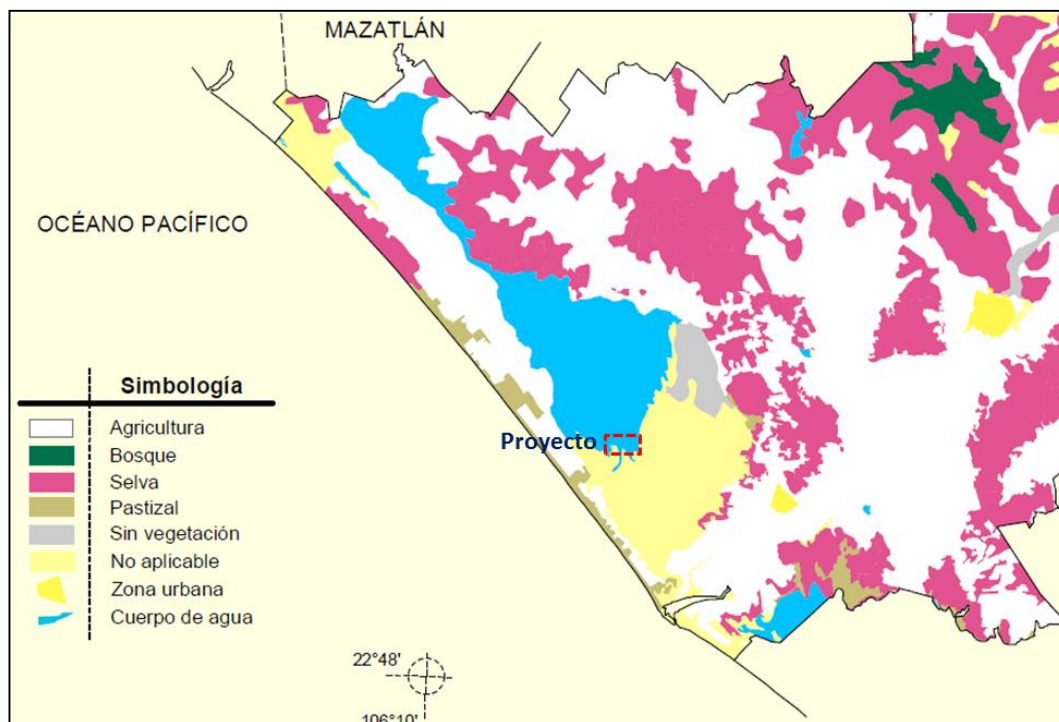


Figura IV.17. Uso de suelo y vegetación en la zona de estudio.

Selva baja caducifolia y selva baja espinosa. La selva baja caducifolia es una asociación vegetal de zonas cálido húmedas que se caracteriza porque la mayoría de las especies (del 75 a 100%) pierden sus hojas, lo cual origina un contraste fisonómico muy marcado entre la temperatura de secas y la de lluvias, donde los árboles dominantes tienen entre 4 y 15 m de altura, aunque frecuentemente presenta entre 8 y 12 m.

La selva baja espinosa perennifolia representa un grupo de comunidades poco homogéneas, en donde los caracteres en común son la presencia de árboles espinosos y de baja altura. Son difíciles de delimitar debido a que frecuentemente pasan a formar parte de otros tipos de vegetación como el chaparral y la selva baja caducifolia. Es una comunidad dominada por árboles espinosos, que se desarrolla en climas ligeramente secos, pero ocupando los terrenos planos más o menos arcillosos.

En este tipo de vegetación está compuesto por una serie de especies que presentan un tamaño entre 4 y 15 metros de altura. La característica fundamental es la presencia de espinas, glóquidas y aguijones en las formas arbóreas. Algunas de las especies más características son: Mezquite (*Prosopis juliflora*), Zamota (*Coursetia glandulosa*), Ocotillon (*Fouquieria macdougallii*), Ebano (*Pithecellobium flexicaule*), Guamuchil (*Pithecellobium dulce* Roxb), Igunero (*Caesalpinia* spp.), Palo prieto (*Mimosa polyantha*), *Ipomoea arborescens*, *Tabebuia palmeri*, *Tabebuia chrysantha*, *Ceiba acuminata*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bursera simaruba*, *Bursera fagaroides*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Crescentia alata*, *Thevetia ovata*, *Eysenhardtia polystachya*, *Erythrina lanata*, *Cordia alliodora*, *Luhea candida*, *Conzattia sericea*, *Albizia occidentalis*, *Lysiloma divaricata*, *Lysiloma watsoni*, *Pithecellobium dulcetortum*, *Guaiaecum coulteri*, *Lemaireocereus thurberi*, entre otras.

Vegetación halófila y dunas costeras. Se consideran halófitas cuando pueden vivir en suelos perhaloides aunque otros autores incluyen las halófitas en suelos haloides. Esta vegetación está representada en la zona de bosque de manglar y halófitas menores, cuyas características físicas del hábitat son: corrientes débiles intermareales, las tierras de inundación actúan como trampas de nutrientes, sedimentos generalmente blandos, frecuentemente con turbas, fuertes condiciones reductoras en sedimentos, y a veces, en la superficie de los sedimentos, es frecuente la baja concentración de oxígeno en la columna de agua y ciclos químicos complejos.

La vegetación de halófitas menores forma parte de la vegetación acuática y subacuática en virtud de la estrecha relación con la laguna, ya que se localiza en las áreas adyacentes a la llanura de inundación y cercanas a las aguas salobres. El sustrato de estas comunidades es de tipo limo - arcilloso, con suelos sometidos a inundaciones periódicas por efecto de lluvias y mareas, este hábitat se encuentra expuesto a intensos cambios de humedad y concentración salina, condiciones que determinan la presencia de comunidades uniformes en cuanto a diversidad y formas de vida. Se distinguen en este tipo de vegetación los estratos arbustivo y herbáceo, destacando las especies señaladas en el Cuadro IV.4.

Cuadro IV.4. Especies de vegetación halófila.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<i>Atriplex canescens</i>	chamizo
<i>Batis maritima</i>	vidrillo
<i>Distichlis spicata</i>	zacate
<i>Salicornia pacifica</i>	vidrillo
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	chamizo
<i>Spartina sp.</i>	zacate

Manglar. Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangles. Estos árboles o arbustos, poseen raíces aéreas respiratorias llamadas neumatóforos y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a

la salinidad del agua. Los manglares se desarrollan en las planicies costeras de los trópicos húmedos, principalmente alrededor de esteros y lagunas costeras, cerca de las desembocaduras de ríos y arroyos. Los manglares son una transición entre los ecosistemas terrestres y los marinos. Existe una conectividad entre los manglares, los pastos marinos y los arrecifes de coral que permite el flujo entre las especies que viven en estos ecosistemas.

Las raíces de los mangles proporcionan un sustrato adecuado para muchas de las especies de fauna como caracoles, ostras, percebes, erizos y esponjas, y a sus estadíos juveniles. Una gran diversidad de especies comerciales como cangrejos, jaibas, camarones y langostinos viven en el agua de los manglares, al igual que las etapas juveniles de una gran cantidad de peces como bagre, lisa, mojarra, pargos, robalo y sábalo (CONABIO, 2009).

La compleja estructura vertical de los manglares es utilizada para descanso y anidación de diversas especies de aves. Algunas especies consideradas Sujetas a Protección Especial (NOM-059-SEMARNAT-2010) también frecuentan y anidan el manglar. Otras muchas especies de aves migratorias pequeñas como los chipes, habitan el manglar durante su estancia en México en los meses de invierno (CONABIO, 2009).

Además, sobre las ramas de los manglares viven varias especies de iguanas consideradas en la categoría de Especies Amenazadas o Sujetas a Protección Especial. En el suelo acuático y terrestre del manglar viven los cocodrilos de río (*Crocodylus acutus*), especie también Sujeta a Protección Especial. En la parte terrestre, varios mamíferos incluyendo mapaches, coatíes, monos y jaguares utilizan este ecosistema (CONABIO, 2009).

Otros servicios ambientales brindados por estas comunidades vegetales son: barrera natural de protección que contiene vientos y mareas; ecosistemas altamente productivos que exportan nutrientes a ecosistemas adyacentes (pastos marinos y arrecifes de coral); zona de protección y crianza de especies comerciales de peces, crustáceos (camarones, cangrejos, langostinos, etc.) y moluscos; amortiguamiento de los impactos del acarreo de tierra y contaminantes por ríos sobre arrecifes de coral; mantenimiento de la línea de costa y saneamiento de arenas sobre playas; filtro biológico, retención y procesamiento de algunos contaminantes agrícolas; filtración de agua y abastecimiento de mantos freáticos; captura de gases de efecto invernadero y sumideros de bióxido de carbono; material de construcción y herramientas, etc. (CONABIO, 2009).

La pesquería del camarón, una de las más importantes en México, existe gracias a la gran cantidad de lagunas costeras que albergan importantes humedales, como áreas de manglar y marismas, en donde se refugian las postlarvas de camarón y se desarrollan durante varios meses hasta alcanzar sus fases juveniles, momento en el cual migran al mar para completar su ciclo de vida (CONABIO, 2009).

A continuación las características generales de cada especie.

***Rhizophora mangle*:** Se encuentra en las condiciones de mayor inmersión del suelo y de

menor salinidad (0 a 37 ups, con tolerancia de hasta 65 ups), considerándose como una especie pionera en los límites terrestres y marinos. Esta especie presenta un mecanismo de exclusión de las sales, así como lenticelas en las raíces adventicias para captar el oxígeno atmosférico. Se desarrolla en las desembocaduras de ríos donde se forman lagunas someras con aguas salobres sujetas a la actividad de las mareas. Árbol de hasta 25 m de altura y 50 cm de DAP. Es particularmente abundante sobre las orillas de esteros, lagunas y canales, donde los terrenos permanecen bajo la influencia de inundaciones (mareas, corrientes superficiales) la mayor parte del año. Su regeneración natural por semilla es buena pero no se reproduce mediante brotes. Su madera se usa en la construcción de casas (Valdez Hernández, 2004).

Laguncularia racemosa: Se encuentra en las condiciones de mayor inmersión del suelo, tiempo de residencia del agua y de menor salinidad (0 a 42 ups, con tolerancia hasta 80 ups). Esta especie presenta mecanismo de excreción (glándulas) de las sales, así como lenticelas en sus neumatóforos para captar el oxígeno atmosférico. Árbol que alcanza a superar los 30 m de altura y 95 cm de DAP. Es la especie de mangle más abundante en el predio bajo estudio y se localiza generalmente en la zona intermedia de esteros y lagunas, incursionando en no pocas ocasiones tierra adentro. Su regeneración natural tanto por semilla como por brotes es excelente y es una especie colonizadora de antiguas y nuevas marismas de poca profundidad. Su madera se emplea con fines comerciales en la fabricación de galeras para el secado del tabaco (latas, pies derechos) y como leña en la preparación del pescado zarandeado y ahumado (Valdez Hernández, 2004).

Avicennia germinans: Se encuentra en las condiciones de menor inmersión del suelo, sólo en las mareas más altas y de mayor salinidad (0 a 65 ups, con límites de tolerancia hasta 100 ups). Esta especie presenta mecanismo de excreción (glándulas), exclusión y acumulación de las sales, así como lenticelas en sus neumatóforos para captar el oxígeno atmosférico. Árbol que llega a crecer hasta 25 m de altura y 1 m de diámetro a la altura del pecho (DAP). Crece normalmente en las zonas aledañas al borde terrestre o en las pequeñas elevaciones formadas debido a la acumulación de sedimentos en las curvas de ríos y esteros. Su regeneración natural por semilla es buena y por brotes moderada. Su madera se aprovecha en la construcción de casas (Valdez Hernández, 2004).

Conocarpus erectus. Árbol de 8 m de altura y 25 cm de DAP. Debido a que no presenta raíces aéreas ni viviparidad del embrión, no se considera un mangle verdadero sino una especie asociada. Se distribuye en la zona de estudio sobre las crestas de antiguas líneas de costa. Su regeneración natural por brotes es muy buena. Su madera se utiliza en la construcción de casas (Valdez Hernández, 2004).

Según información de la CONABIO, la superficie de manglar estimada para México es de 655,667 ha. En Huizache-Caimanero la superficie de manglar ocupa 696 ha que representan el 0.11 % de la superficie de manglar nacional (DUMAC, 2005). Los manglares están compuestos por las cuatro especies características de mangle que son: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle*, todas bajo el status A (Categoría de Amenazadas) en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. El Cuadro IV.5.muestra las especies presentes en la unidad de manglar.

Cuadro IV.5. Especies de vegetación asociada al manglar.

VEGETACIÓN ASOCIADA AL MANGLAR		
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	STATUS
<i>Acacia cymbispina</i>		
<i>Achatocarpus gracilis</i>		
<i>Aechmea bracteata</i>		
<i>Annona glabra</i>		
<i>Avicenia germinans</i>		A
<i>Batis maritima</i>		
<i>Cissus rhombifolia</i>		
<i>Conocarpus erectus</i>		A
<i>Entata polystachia</i>		
<i>Hibiscus tiliaceus</i>		
<i>Hypomane mancinella</i>		
<i>Laguncularia racemosa</i>		A
<i>Mimosa pigra</i>		
<i>Phyllanthus elsiae</i>		
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>		
<i>Pluchea odorata</i>		
<i>Prosopis juliflora</i>		
<i>Rawolfia hirsuta</i>		
<i>Rhizophora mangle</i>		A
<i>Sesuvium portulacastrum</i>		
<i>Sporobolus pyramidatus</i>		
<i>Struthanthus venetus</i>		

Vegetación acuática. Los tulares son comunidades de plantas acuáticas, cuya fisonomía está dada por monocotiledóneas de 1 a 3 m de altura de altura, hojas alargadas, se encuentran enraizadas con el fondo poco profundo de cuerpos de agua corriente lenta o estancada, tanto de agua dulce, como en aguas salobres.

En la laguna de Caimanero se pueden observar en los arroyos que alimentan de agua dulce al sistema, se encuentran asociadas con el lirio acuático y el coquillo entre otras plantas, sirviendo de refugio a un gran número de aves migratorias. El Cuadro IV.6 muestra las especies presentes en la unidad de vegetación acuática.

Cuadro IV.6. Especies en unidad de vegetación acuática.

VEGETACIÓN ACUÁTICA		
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	STATUS
<i>Typha latifolia</i>	Tule	
<i>Typha angustifolia</i>	Tule	
<i>Scirpus sp.</i>		
<i>Eichornia crassipes</i>	Lirio acuático	
<i>Nymphaea ampla</i>	Lirio acuático	
<i>Thalia geniculata</i>		
<i>Cyperus sp.</i>	coquillo	
<i>Sagittaria longiloba</i>		
<i>Echinodorus sp.</i>		

Vegetación marina sumergida. El detritus que causa la descomposición de las hojas de mangle junto con *Salicornia spp.*, *Ruppia maritima*, *Spartina typha* y *Echiornia spp.*, son importantes y significan un suministro de energía al sistema. A estos se le suma la productividad de las algas. En la laguna de Caimanero se reportan las siguientes: *Spyridia filamentosa*, *Caulerpa sertularoides*, *Gracilaria sp.*, *Zoostera marina*, *Cladophora sp.* y *Enterpmorpha sp.*

Las epifitas adheridas a la vegetación sumergida así como a las plantas de la zona intermareal y fondos salobres son comunes también. Específicamente los géneros y especies con más distribución en el área son: *Gracilaria sioestedtii*, *Batphora oerstedii* y *Tayloriella dictyurus*.

Fitoplancton

El fitoplancton está compuesto por comunidades locales representadas por los géneros de diatomeas *Nitzschia*, *Navicula*, *Amphora*, *Cocconeis* y *Cyclotella*; por las cianofitas *Anabaena*, *Anabaenopsi*, *Oscillatoria (Trichodesmus)* y *Chroococcus*; y las cloroficeas *Chlamydomonas*, *Volvox*, *Pedistrum*, *Ankistrodesmus* y *Scenedesmus*; y por las comunidades de origen nerítico en las áreas de influjo marino, representadas por los géneros de diatomeas centrales *Rhizosolenia*, *Chaetoceros*, *Skeletonema* y *Thalassionema*.

b) Fauna

Fauna acuática

Peces. La fauna ictiológica del sistema lagunar de Huizache-Caimanero está compuesta por 27 familias, 46 géneros y 60 especies comunes. Estas comunidades son características de los sistemas lagunares y/o estuarinos de la costa del Pacífico mexicano presentando el 8% de peces dulceacuícolas, el 8% de peces típicamente estuarinos, 30% de peces marinos que visitan el estuario generalmente como adultos y para alimentarse, el 33% de peces marinos que utilizan el estuario como áreas naturales de crianza y el 20% de peces marinos que son visitantes ocasionales. No se encontraron peces anádromos ni catádromos. Las diferentes especies en particular y las comunidades en general sufren variaciones en su composición y abundancia relativa de acuerdo a: 1) las condiciones hidrológicas del sistema, consecuencia de 2) la estación del año, y 3) la localidad dentro del sistema y 1 sus gradientes de salinidad. Las familias mejor representadas en diversidad son: Carangidae (7 especies), Gerridae (5 especies), Sciaenidae (5 especies), Gobiidae (5 especies); y con 3 especies las familias: Mugilidae, Centropomidae, Pomadasysidae, Engraulidae y Clupeidae. Las especies mejor representadas en número durante la mayor parte del año son: *Lile stolifera*, *Anchoa panamensis*, *Mugil curema*, *Galeichthys caeruleus*, *Achirus mazatlanus*, *Diapterus peruvianus*, *Eucinostomus spp.*, *Pomadasys macracanthus*, *Cytharichthys gilberti* y *Caranx hippos*. Las especies mejor representadas en biomasa durante la mayor parte del ciclo anual son: *Mugil curema*, *Mugil cephalus*,

Galeichthys caerulescens, *Pomadasys macracantus*, *Diapterus peruvianus*, *Cynoscion xanthulus* y *Achirus mazatlanus*. *Galeichthys caerulescens* es una especie típicamente estuarina que completa todo su ciclo de vida en el interior del sistema lagunar, de hábitos bentónicos y predominantemente carnívoros, incluyendo camarones del género *Litopenaeus spp.*, otros crustáceos y peces en su dieta, con volumen y frecuencia significativos. Realiza migraciones buscando alimento y durante la época de reproducción. *Mugil curema* es una especie marina que utiliza el estuario como área natural de crianza para protegerse, alimentarse (de detritus) y crecer. Grandes cardúmenes de juveniles (15 a 18 mm) penetran desde el mar en los meses de junio y julio y abandonan el estuario al inicio de la primavera del año subsiguiente para volver al mar definitivamente. La época de desove en el mar se efectúa entre los meses de marzo y mayo.

Bentos. El bentos de la laguna de Caimanero está sujeto a grandes cambios de salinidad con temporadas de desecación, es de esperarse que algunas áreas presenten condiciones más estables contengan mayor biomasa y diversidad de organismos bentónicos. Los gusanos, tales como poliquetos, anélidos y oligoquetos son los más abundantes, siguiéndoles los anfípodos, cumáceos y gasterópodos. En las mismas áreas aparece el crustáceo decápodo, *Callianasa sp.*, construyendo galerías en el fondo, asimismo, aparecen los camarones del género *Macrobrachium sp.* Entre el manglar se localizan diversas poblaciones de cangrejos violinistas, jaibas y otros decápodos bénticos que se enlistan a continuación (Cuadro IV.7):

Cuadro IV.7. Listado de bentos.

LISTADO DE BENTOS	
<i>Callianasa sp.</i>	<i>Macrobrachium sp.</i>
<i>Callinectes arcuatus</i>	<i>Macrobrachium tenellum</i>
<i>Callinectes toxotes</i>	<i>Ocypode occidentalis</i>
<i>Cardiosoma srassum</i>	<i>Paenopeus sp.</i>
<i>Farfantepenaeus brevirostris</i>	<i>Palaemonetes palaemonetes</i>
<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	<i>Sasarma magdalanense</i>
<i>Gecarcinus quadratus</i>	<i>Sasarma rhizophorae</i>
<i>Goniopsis pulchra</i>	<i>Sasarma sulcatum</i>
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	<i>Uca crenulata</i>
<i>Litopenaeus vanamei</i>	<i>Uca latimanus</i>
	<i>Uca latimanus</i>
	<i>Uca zaca</i>

Dentro de los moluscos están (Cuadro IV.8):

Cuadro IV.8. Listado de moluscos.

MOLUSCOS	
<i>Crassostrea corteziensis</i>	osti6n
<i>Megapitaria aurantiaca</i>	Almeja
<i>Megapitaria esqualida</i>	Almeja
<i>Anadara tuberculosa</i>	Pata de mula

<i>Anadara grandis</i>	Pata de mula
<i>Pinna rugosa</i>	Callo de hacha
<i>Atrina maura</i>	Callo de hacha

Entre la fauna bentónica de importancia económica para las comunidades pesqueras de la región se encuentran los camarones peneidos (*Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*), entre los cangrejos portunidos las jaibas (*Callinectes arcuatus* y *Callinectes toxotes*) y en el estero que comunica a la laguna con el río Presidio están los ostiones (*Crassostrea corteziensis*) y la pata de mula (*Anadara tuberculosa*).

Camarón. De acuerdo con De la lanza y García-Calderón (1991), las principales especies de camarón que se capturan en el sistema lagunar son:

<i>Litopenaeus vannamei</i>	camarón blanco
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	camarón azul

El desove de hembras en medio marino tiene lugar en la primavera (justo antes del máximo de lluvias) y dura todo el verano y principios del otoño, fenómeno relacionado con un descenso de la salinidad hasta 32 ppm y cuando la temperatura alcanza 30 °C, condiciones señaladas como decisivas.

La entrada de postlarvas al sistema lagunar está relacionada con la apertura de las bocas, la cual tiene lugar en la temporada de lluvias. Así, la máxima invasión de postlarvas se da de junio a septiembre con población 95% camarón blanco y 5% restante azul.

El camarón blanco es la especie más abundante en la época de lluvias (período de explotación comercial) y en el estiaje la mitad de la población es blanco y la otra azul.

Zooplankton

En general, el zooplankton lo conforman 6 grupos funcionales: copépodos, los estadios larvales de crustáceos y los rófiteros ya que en su conjunto aportan el 80 % de la diversidad específica por lo que el restante 20% se reparte entre poliquetos, quetognatos y huevos de pez, sin embargo a nivel de abundancia específica difiere ya que los copépodos contribuyen con el 59.01%, los estadios larvales de crustáceos el 19.32% y los huevos de pez el 8.04%

Fauna terrestre

Mamíferos. El Cuadro IV.9 muestra el listado para los mamíferos en el área.

Cuadro IV.18. Mamíferos

Especie	Nombre	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Bassariscus astutus</i>	cacomixtle	A
<i>Canis latrans</i>	coyote	
<i>Dasyus novemcinctus</i>	armadillo	
<i>Desmodus rotundus murinus</i>	vampiro	
<i>Didelphys marsupialis</i>	tlacuache	
<i>Didelphys virginiana</i>	tlacuache	
<i>Lepus alleni palitans</i>	liebre	PR
<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	P
<i>Spiilogale pygmaea</i>	zorrito	A
<i>Molossops alter nigricans</i>	murciélago	
<i>Nassua narica</i>	tejón	A
<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca	
<i>Oryzomys palustris mexicanus</i>	Rata arrocera	
<i>Peromyscus eremicus sinaloensis</i>	Ratón	
<i>Procyon lotor</i>	mapache	
<i>Pteronatus parmeli mexicanus</i>	murciélago	
<i>Ratus ratus</i>	rata	
<i>Spermophilus variegatus rupestris</i>	ardilla	
<i>Sylvilagus cunicularis</i>	conejo	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra	
Pr = Sujetas a Protección Especial. P = Peligro de Extinción A=Amenazada		

Anfibios. El Cuadro IV.10 muestra el listado para los anfibios en el área.

Cuadro IV.11. Anfibios.

Especie	Nombre común	NOM-059- SEMARNAT-2010
<i>Bufo kellogui</i>	sapito	
<i>Bufo marinus</i>	sapo gigante	
<i>Bufo marmoratus</i>	sapo de monte	
<i>Bufo mazatlensis</i>	sapo	
<i>Bufo punctatus</i>	sapo manchado	
<i>Eleutherodactylus vocalis</i>	rana	
<i>Gastrophryne olivacea mazatlanensis</i>	Sapito boca angosta	Pr
<i>Hyla smithi</i>	rana de árbol	
<i>Hylactophryne Augusti cactorun</i>	rana	
<i>Hypopachus variolosus</i>	sapo minero	
<i>Leptodactylus occidentalis</i>	rana	
<i>Ptemohyla fodiens</i>	rana	
<i>Rana pipiens</i>	rana leopardo	
<i>Triprion spatulatus</i>	rana de casco	

Reptiles. El Cuadro IV.11 muestra el listado para los reptiles en el área.

Cuadro IV.11. Réptiles.

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Akistrodon bilineatus bilineatus</i>	cantil	Pr
<i>Anolis nebulosus</i>	lagartija	
<i>Arizona elegans noctivaga</i>	culebra	
<i>Boa constrictor</i>	boa	A
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga Prieta	P
<i>Cnemidophorus communis</i>	huico moteado gigante	Pr
<i>Cnemidophorus costatus mazatliensis</i>	huico	
<i>Cnemidophorus lineattissimus</i>	huico muchas líneas	Pr
<i>Crocodylus acutus</i>	cocodrilo de río	Pr
<i>Crotalus atrox</i>	cascabel	Pr
<i>Crotalus basiliscus</i>	cascabel	Pr
<i>Ctenosaura pectinata</i>	iguana negra	A
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga Laúd	P
<i>Drymarchon corais rubidus</i>	culebra	
<i>Drymorbius margaritiferus fistulosus</i>	petatilla	
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga Carey	P
<i>Heloderma horridum</i>	Escorpión, M. de Gila	A
<i>Iguana iguana</i>	iguana verde	Pr
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	Pr
<i>Lampropeltis triangulum</i>	culebra real, coralillo	A
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga Golfina	P
<i>Leptodeira maculata</i>	culebra ojo de gato	Pr
<i>Leptodeira punctata</i>	culebra ojo de gato	Pr
<i>Leptophis diplotropis</i>	culebra perico gargantilla	A
<i>Natrix valida valida</i>	culebra	
<i>Pelamys platurus</i>	serpiente de mar	
<i>Phyllodactylus tuberculosus saxatilis</i>	cuija	
<i>Pseudemis scripta ornata</i>	jicotea	
<i>Sceloporus clarkii boulengeri</i>	lagartija	
<i>Sceloporus horridus albiventris</i>	lagartija	
<i>Sceloporus nelsoni</i>	lagartija	
<i>Tantilla calamarina</i>	Culebra cien pies del Pacífico	Pr
<i>Typhlops braminus</i>	culebra	
<i>Urosaurus bicarinatus tuberculatus</i>	lagartija	
Pr = Sujetas a Protección Especial A = Amenazada P = Peligro de Extinción E = Probablemente extinta en el medio silvestre		

Tortugas marinas. En el Centro Sur de Sinaloa se protegen alrededor de 141 km de costas en las épocas de mayor anidación. La UAS, 71 Kilómetros (31 en la laguna de Ceuta y 40 en la laguna Caimanero); Hotel Estrella de Mar, 17 Kilómetros de playas en la Isla de la Piedra; el Acuario Mazatlán, que supervisa 17 Kilómetros de playas de la zona urbana de Mazatlán, y la CONANP que protege un total de 36 kilómetros en una playa de anidación denominada Campamento Tortuguero El Verde Camacho que recorre 18 km y

tres playas de anidación secundarias (13 Kilómetros en las playas de Toywa, Pozole y Chicayota y 5 Kilómetros en Barras de Piaxtla).

Las tortugas marinas por ser un producto preciado para consumo humano están íntimamente ligadas a las comunidades que habitan el entorno de donde arriban. En las costas de Sinaloa es un recurso muy preciado y buscado por los consumidores. En Sinaloa, la especie de tortuga marina más abundante que habita y desova en zonas de su litoral es la golfina, *Lepidochelys olivacea*.

Aves. El sistema lagunar de Huizache-Caimanero, está considerado dentro de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA número 69), hoy IBA número 69 según la clasificación de CIPAMEX (sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves A. C.), además de estar dentro de los 27 humedales prioritarios para la internación de las aves playeras en México, ya que llega a albergar el 19 % del total de las aves que invernán en la zona costera del pacífico. Es un área de importancia para la internación del pelícano café (*Pelecanus occidentalis*) considerado en peligro de extinción para algunas regiones de Norteamérica. Datos de la CONABIO indican que esta área alberga al menos siete especies de patos que abarcan un registro de 75,000 individuos. Se han registrado estimaciones de alrededor de 200,000 individuos de avoceta americana (*Recuvirostra americana*) y se han estimado más de 63,000 individuos de aves playeras de varias especies (Cuadro IV.12).

Cuadro IV.12. Aves.

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho Rufo	Pr. CITES
<i>Actitis macularia</i>	Playero Alzacolita	
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	Achichilique pico amarillo	
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	
<i>Aimophila botterii</i>	Gorrión	
<i>Ajaia ajaia</i>	Garza espátula rosada	
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo	CITES
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela de tres marías	Pr. CITES
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna	
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	
<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	
<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón norteño	
<i>Anas crecca</i>	Cerceta ala verde	
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta café	
<i>Anas discors</i>	Cerceta de alas azules	
<i>Anas strepera</i>	Pato canadiense, Pato pinto	
<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	
<i>Anous stolidus</i>	Charrán bobo café	
<i>Anser albifrons</i>	Ganso careto mayor	
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr. CITES
<i>Ardea herodias occidentalis</i>	Garzón cenizo	
<i>Aythya affinis</i>	Pato buzo o boludo	
<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	
<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	
<i>Aythya marila</i>	Pato zambullidor	
<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	

<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	
<i>Charadrius vociferus</i>	collarejo	
<i>Butorides striatus</i>	Garcita azulada	
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	
<i>Cacicus melanicterus</i>	Tordo amarillo	
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	
<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental (Tildio)	
<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	
<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilete	
<i>Callipepla douglasii</i>	Cholí o Codorniz	
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca – Hermosa caranegra	
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	Pr
<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	
<i>Carpodacus cassinii</i>	Gorrión, Pinzón de Cassini	
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	
<i>Casmerodius albus</i>	Garza blanca	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero pihulú, Zarapico	
<i>Ceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	
<i>Ceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	
<i>Cistothorus palustris</i>	Chivirin pantanero	
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharón	
<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada, patagona	
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortola rojiza	
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	
<i>Corvus imparatus</i>	Cuervo mexicano	
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz Moctezuma	Pr
<i>Dendrocygna autumnales</i>	Pichigüila de ala blanca	CITES
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pichigüila de ala café	
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	
<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr. CITES
<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo	CITES
<i>Fregata magnificens</i>	Fregata magnífica o Tijereta	
<i>Fulica americana</i>	Gallareta	
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	
<i>Haematopus bachmani</i>	Ostrero negro	A. CITES, AICAS
<i>Himantopus mexicanus</i>	Avoceta piquireta, Monjita	
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	
<i>Jacana spinosa</i>	Cirujano	
<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada	
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	
<i>Limosa fedoa</i>	Picopando mayor, Tildio	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del desierto	
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle ala blanca	

<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado	
<i>Numenius phaeopus</i>	Tildío canelo de pico curvo o Zarapito trinador	
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	CITES
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguilla rojinegra	Pr. CITES
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano gris o café	A. CITES, AICA
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	
<i>Phalacrocorax penicillatus</i>	Cormorán de Brandt	
<i>Piaya cayana</i>	Vaquero, Cuculillo canela	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo, colmenero	
<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejudo	
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	
<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	
<i>Poliophtila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	
<i>Polyborus plancus</i>	Caracara quebrantahuesos	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate mexicano	
<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	CITES, AICA
<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano	
<i>Sterna caspia</i>	Golondrina marina grande piquirojo	
<i>Sterna albifrons</i>	Golondrina marina menor	
<i>Sterna nilotica</i>	Golondrina marina menor	CITES, AICAS
<i>Sterna hirundo</i>	Golondrina marina común	
<i>Sterna maxima</i>	Golondrina marina grande piquinaranja	
<i>Thryothorus sinaloa</i>	Chivirin sinaloense	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido, picacuervo	
<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja	
<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	
<i>Zenaida macroura</i>	Tortolita (Huilotita)	

IV.1.3 Paisaje

Previo al análisis, habrá que establecer los supuestos básicos que le darán sentido. Por un lado, el paisaje puede ser visto como un recurso, sin embargo, este recurso sólo tiene sentido cuando hay espectadores que lo puedan observar. Bajo esta premisa, los espectadores lo constituyen la población local y los turistas que realizan recorridos de observación de la naturaleza, principalmente hacia las zonas de manglar de mayor densidad.

Dado que el tránsito de espectadores es básicamente por el interior del cuerpo de agua (recorridos en lancha), el análisis del paisaje está descrito a partir de este campo visual.

Lagunas. La unidad paisajística lagunar ofrece un panorama acuático con aguas tranquilas de turbidez media y actividad pesquera artesanal. La ribera es irregular y está caracterizada por la presencia de diversas ensenadas con presencia discontinua de vegetación de manglar. Gran parte de la ribera está perturbada por actividades agropecuarias.

La visibilidad al interior del cuerpo de agua únicamente está acotada por la presencia de los límites terrestres que bordean el cuerpo lagunar con su vegetación característica, no existiendo elementos artificiales que la limiten.

Las variaciones se relacionan con el paso del día a la noche y/o con el clima atmosférico prevaleciente en un momento dado (por ejemplo la presencia de nubosidades, bruma, atardeceres, etc.). La calidad paisajística se ve incrementada por la presencia de aves residentes y migratorias. Fuera de las áreas de manglar las cualidades paisajísticas son bajas, ya que se trata de áreas de inundación desprovistas de vegetación, o áreas perturbadas por actividades antropogénicas, lo cual condiciona un alto fraccionamiento del entorno natural.

Dado que el espejo de agua representa un ambiente homogéneo, la fragilidad visual puede considerarse alta; esto es, la presencia de un elemento artificial en la laguna puede producir cambios evidentes en el paisaje; sin embargo, como la capacidad de absorber los cambios producidos también está en función de la relación que guarda el paisaje con el elemento de cambio en el campo visual, la dimensión relativa y la naturaleza de este elemento de cambio será un factor a considerar para determinar la fragilidad visual.

En lo que concierne a la frecuencia de la presencia humana, puede señalarse que ésta es prácticamente la que generan las actividades pesqueras (población residente) y turísticas (ecoturistas), ambas actualmente afectadas por los procesos de azolve de los cuerpos lagunares que impiden la adecuada navegación de embarcaciones.

Las afectaciones al paisaje generadas por el proyecto serán:

Durante la etapa de construcción, por la presencia de la draga y equipo auxiliar con afectación temporal y, dada la extensión de éstos en relación con las dimensiones del sistema lagunar, no significativas. Por otro lado, durante la etapa de operación, las afectaciones se refieren a la presencia de las zonas de tiro terrestres, ya que los canales de navegación no constituirán elementos visibles que modifiquen el paisaje existente. Esta afectación por las zonas de tiro será de carácter permanente, no obstante, debe considerarse que son actualmente áreas sin cobertura vegetal y que se implementarán medidas de mitigación.

IV.1.4 Mediosocioeconómico

Población.

Rosario ocupa el décimo lugar de los dieciocho municipios que conforman la entidad, de acuerdo a su población; según los datos del Censo de Población y Vivienda 2010. En general, el comportamiento poblacional dentro del municipio en el periodo 1995-2010, se había manifestado con una ligera tendencia hacia la pérdida poblacional, con excepción a la localidad de El Rosario, su cabecera municipal.

Cuadro IV.13. Población Histórica del Estado de Sinaloa y del Municipio de Rosario 1970-2010.

Población Histórica							
Municipio	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Estado de Sinaloa	1,266,528	1,849,909	2,204,354	2,425,675	2,536,844	2,608,442	2,767,761
Rosario	39,728	44,740	47,416	49,240	47,934	47,394	49,380

Fuente: Censos de Población y Vivienda, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010, Censo de Población y Vivienda 2005. INEGI

De 1930 a 1970, la población de Rosario registra un crecimiento discontinuo, para después ubicarse entre 1970-1990 en una tasa de crecimiento de 1.2% como promedio anual, del decenio 1980-1990, disminuyendo a 0.6% y de 1990 a 2000 bajo a 0.1%, para el quinquenio del 2000 a 2005 la TCMA disminuye a -0.2%, lo que representa el 1.8% dentro del total de habitantes de Sinaloa.

Cuadro IV.14. Tasas de Crecimiento Anual del Municipio de Rosario y Principales Localidades. 1970-2005.

LOCALIDADES ARRIBA DE 2500 HABITANTES	Tasa de Crecimiento Media Anual			
	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2005
Municipio Rosario	1.2%	0.6%	0.1%	-0.2%
El Rosario	1.7%	0.5%	0.9%	1.8%
Agua Verde	1.4%	0.6%	-0.4%	-0.1%

Fuente: Cálculos Propios con base a los Censos de Población y Vivienda, 1970, 1980, 1990, 2000 y Censo de Población y Vivienda 2005. INEGI

Según el XI Censo General de Población y Vivienda, en 1990 vivían en Rosario 47 mil 416 personas, para el año de 1995 la población se incrementó a 49 mil 240 personas, en el 2000 se presenta una disminución importante, 47,934 en el año 2000 y en el 2005 vuelve a disminuir a los 47,394 habitantes, mientras que para el 2010 ascendió a 49,380 habitantes. Analizando el comportamiento histórico de las principales localidades del área en estudio en el periodo 2000-2005 Agua Verde disminuyó su población en 29 habitantes, mientras para 2010 vuelva a ascender a 4,053 habitantes. Por su parte la cabecera municipal mantiene un índice de crecimiento, bajo, mientras que las localidades rurales entre el periodo 1990 a 2010 son las que están decreciendo.

Cuadro IV.15. Población Histórica del Municipio de Rosario y Principales Localidades. 1990-2010.

LOCALIDADES ARRIBA DE 2500 HABITANTES	P O B L A C I O N				
	1990	1995	2000	2005	2010
El Rosario	12,764	13,441	13,998	15,310	16,001
Agua Verde	4209	4245	4026	3,997	4,053
TOTAL POBLACIÓN URBANA	16,973	17,686	18,024	19,307	20,054
TOTAL OTRAS LOCALIDADES	30,443	31,554	29,910	28,087	29,326
PORCENTAJE POBLACIÓN URBANA	36%	36%	38%	41%	59%
Municipio Rosario	47,416	49,240	47,934	47,394	49,380

Nota: solo son incluidas las poblaciones superiores a los 2,500 habitantes.

Fuente: Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010 y Censo de Población y Vivienda 1995 y 2005. INEGI

Rosario está dividido políticamente en una Alcaldía Central 8 Sindicaturas: Potrerillos, Agua Verde, Chametla, Matatán, Cacalotan, La Rastra, Maloya, El Pozole y la cabecera municipal (ver plano C-11 en el anexo gráfico):

Agua Verde: Comunidad agrícola y pesquera, se encuentra a 23 kilómetros de La cabecera municipal.

Chametla: Comunidad agrícola y pesquera, donde se encuentra una importante zona arqueológica, se localiza a 36 kilómetros de la cabecera municipal.

Potrerillos: Comunidad agrícola y pesquera, a 10 kilómetros de la cabecera.

El Pozole: Comunidad agrícola ubicada al sur del Río Baluarte, a 18 kilómetros de la cabecera municipal.

La Rastra y Maloya: Zonas mineras y ganaderas, se encuentran en la región serrana del municipio.

Matatán, Cacalotan: Comunidades serranas, localizadas a 14 y 7 kilómetros de Rosario.

En el municipio se encuentran 216 localidades, de las cuales las más importantes son; la ciudad de Rosario y Agua Verde, las cuales concentran actualmente más del 39% de la población del Municipio, en el Rosario se registraron 16,001 habitantes y en Agua Verde la población ascendió a 4,053 en el 2010.

Cuadro IV.16. Principales localidades por tamaño de población 2005-2010.

LOCALIDAD	2005	2010
El Rosario	15,310	16,001
Agua verde	3,997	4,053
El pozole	1,991	1,971
Apoderado	1,849	1,923
Chametla	1,810	1,842
Ejido Cajón Ojo de Agua número dos	1,518	1,750
Cacalotán	1,736	1,690
Los Pozos	1,006	1,110

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2005 y el Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI

Por rango de población existen 6 localidades que tienen entre 1,000 y 2,499 habitantes, entre las cuales se encuentran El Pozole, Apoderado, Chametla, Ejido Cajón Ojo de Agua

Número Dos (conurbada con Agua Verde) y Los Pozos, dentro del área en estudio; 48 localidades tienen entre 100 y 999 habitantes y las restantes 160 localidades tienen menos de 100 habitantes.

La composición por sexos manifiesta un municipio en términos equilibrados, se identificó que 25,152 (50.9%) de los habitantes eran hombres superando a la población femenina la cual alcanzó los 24,228 (49.1%), estos porcentajes registrados en el Censo de Población y Vivienda 2010 muestran un aumento marginal de la participación masculina, la cual era del 50.1% en el año 2000.

La estructura por edades manifiesta características similares a nivel regional y nacional, se trata de un municipio en donde casi un tercio (31.5%) de su población tiene entre 0 a 14 años según los datos de INEGI al 2010, sin embargo el grupo más amplio se manifiesta entre los 15 a 59 años (42.0%), población cuyas posibilidades económicas y de empleo se manifiestan de manera activa. El municipio de Rosariocuenta principalmente con población joven, dado que el grupo de tercera edad por arriba de los 60 años, apenas si alcanza el 13.1%.

Por grupos quinquenales de edad se presenta un incremento de la población de 15 a 19 años, en tanto que los grupos de población menor a este grupo, empiezan a ver reducido su volumen. Asimismo, los grupos de edad entre 25 y 34 años presentan una disminución dentro de la pirámide general, lo cual puede reflejar la emigración de personas comprendidas en esos rangos de edad.

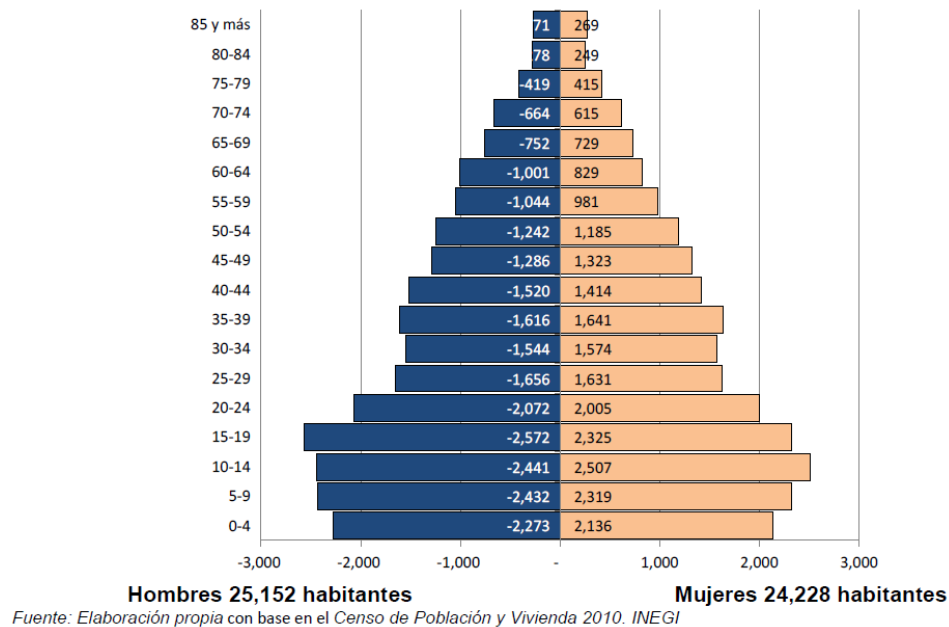


Figura IV.18.- Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2010. Municipio de Rosario.

Los niveles migratorios del municipio presentan índices bajos, donde el 91.3% de la población en el 2005 nació en la entidad, mientras que el 7.44% nació fuera de la entidad o país, el 2.27% restante se mantiene como no especificado.

Parte de los flujos migratorios de Rosario son procedentes de Durango, Oaxaca, Jalisco, Zacatecas, Puebla, Nayarit, Sonora, Michoacán y Chihuahua, producto de la intensa actividad agrícola del municipio; cosechas de hortalizas y frutales, las cuales generan una fuerte demanda de mano de obra que es cubierto por aquellos grupos y jornaleros que en la zona centro-sur no cuentan con empleo.

En lo referente a la mortalidad de la población municipal, en el año 2009 se registraron 317 defunciones, el 2.3% del total de las registradas en el estado de Sinaloa. En contraposición, en el mismo año se registraron 1,188 nacimientos, lo que nos refleja un crecimiento natural de 871 habitantes en el año señalado.

A nivel urbano, en la cabecera municipal la densidad más alta (entre 101 y 160 habitantes/ha) se registra en la zona de nuevo crecimiento localizada al noroeste de la ciudad, en tanto que en la mayor parte de esta, entre la Carretera a Mazatlán y el Río Baluarte se presenta una densidad de 51 a 100 hab/ha. Las densidades más bajas se presentan en la parte oriente de la ciudad.

Por su parte, en la localidad de Agua Verde la densidad se encuentra entre los 31 y 50 hab/ha.

Características sociales

Los principales grupos indígenas del municipio son los siguientes: Mayo, el Tepehuan, el Huichol y el Cora. De acuerdo a los resultados que presenta al Censo de Población y Vivienda del 2010, en el municipio habitan un total de 140 personas que hablan alguna lengua indígena.

En ese mismo año se registraron 2,396 habitantes de 15 años y más analfabetas en el municipio, y 10,809 habitantes (el 21.9% de la población total) sin derechohabiencia a servicios de salud. Destaca que entre los 38,274 habitantes que si cuenta con derechohabiencia en alguna institución pública, el 65.4% (25,036 habitantes) está afiliado al Seguro Popular.

Asimismo, en el Censo del 2010 se registraron 2,156 personas (el 4.4% de la población total) con alguna limitación para realizar sus actividades. Más de la mitad de la población que presenta alguna limitación, la tiene para caminar o moverse, subir o bajar

Cuadro IV.17. Población con capacidades diferentes del Municipio de Rosario y Principales Localidades.

Con limitación en la actividad	2,156	4.4%
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	1,227	2.5%
Población con limitación para ver, aun usando lentes	541	1.1%
Población con limitación para escuchar	167	0.3%
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	184	0.4%
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	66	0.1%
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	60	0.1%
Población con limitación mental	236	0.5%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010: INEGI.

De acuerdo con el INEGI, en el año 2005 se contaba con 11,895 viviendas particulares habitadas, con una población de 47,365 ocupantes; estas viviendas mantenían como índice de ocupación 3.98 habitantes por vivienda. Cifras que fueron en aumento para el 2010 ya que el número de viviendas se incrementó en 950 alcanzando un total de 12,845 viviendas particulares habitadas, con una población de 49,277 ocupantes; cabe señalar que el índice de ocupación disminuyó a 3.84 habitantes por vivienda.

En cuanto a la cobertura de servicios por vivienda, en el 2010 se mantuvo una cobertura de 70.2% de viviendas con agua entubada, 88.8% con drenaje, así mismo el 96.7% disponía energía eléctrica. Estos indicadores en el año 2005 eran de 84.4%, 80.8% y 94.2% respectivamente, lo cual denota un ligero avance en las coberturas de los servicios de agua y drenaje, no así en lo que respecta a la red de energía eléctrica, en la que se disminuyó en poco más de un punto porcentual, a excepción del agua debido a que se observa una disminución del porcentaje de viviendas con dicho servicio.

En cuanto a la estructura y estado de las viviendas en el 2010, 872 viviendas mantenían el piso de tierra, es decir el 6.7%, 40.4% contaban sólo con un dormitorio y 89.7% disponían de excusado. La distribución de los espacios en las viviendas en el 2010, manifestó un índice porcentual de 6.7% en hogares que contaban con un solo cuarto, arrojando problemáticas de hacinamiento para el municipio.

En lo que respecta al grado de marginación, en el año del 2005 el municipio de Rosario fue clasificado con un grado de marginación promedio “Bajo”, ocupando el lugar 11 de los 25 municipios que conforman el estado.

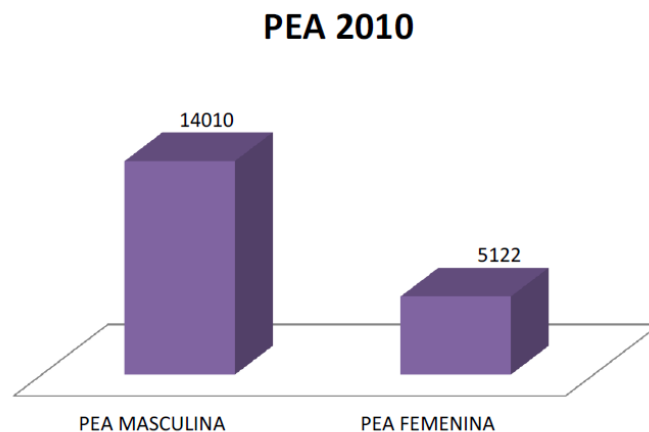
Sin embargo, para ese año se registraron 24 localidades con una población de 1,039 habitantes (el 2.2% de la población municipal) con un grado de marginación “Muy Alto” y 23 localidades que conjuntaban una población de 2,135 habitantes (el 4.5% de la población municipal), con un grado de marginación “Alto”.

Principales actividades económicas en la zona.

De acuerdo a las estimaciones de la Secretaría de Desarrollo Económico, el municipio de Rosario mantuvo hasta el 2006, un Producto Interno Bruto (PIB) de 8,220.97 mdp, generando una participación del 5.47% en el PIB estatal, el cual sumó los 150,200.86 mdp.

Este monto municipal le valió asumir la novena posición en participación económica, derivada de un PIB per cápita de 165,561.78 pesos.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del año 2010, la población económicamente activa (PEA) en el Municipio de Rosario era 19,132 personas, de las cuales el 99% se consideró ocupada. De las cuales 14,010 son hombres y 5,122 mujeres. Un 36% dedicada a las actividades terciarias (comercio, turismo y servicios), un 52% ocupada en actividades primarias (pesca, agricultura, ganadería, caza), y un 12% en actividades de tipo secundario (principalmente en la minería).



Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Figura IV.19. Municipio de Rosario. Población Económicamente Activa 2010.

Las características de las actividades generadoras de los flujos económicos se desglosan a continuación:

Agricultura

La agricultura es la principal actividad en el municipio, manifestándose las demás actividades productivas y de servicios en torno al comportamiento de su producción. Se exporta mango y chile principalmente a países como Holanda y Japón, el resto de la producción de hortalizas, maíz y frijol es para consumo regional.

La superficie de cultivo del municipio en 2010 era de 35 mil 305 hectáreas, la superficie agrícola de temporal es de 30,384 hectáreas y de riego sólo 4,621 hectáreas, equivalentes al 13.9% del área cultivada.

Pesca

El potencial pesquero es importante ya que se cuenta con una longitud de litoral de 40 kilómetros, equivalentes al 7.5% del litoral estatal.

Principales Especies Pesqueras

De acuerdo con los registros estadísticos de la Subdelegación Sinaloa oficina federal de pesca en el Rosario, para el periodo entre 2005 y 2015 solamente la especie camarón presenta registros continuos. De manera desglosada, la producción histórica está compuesta por 9 especies principales existiendo un número indeterminado de especies adicionales que se agrupan en el rubro otras. De acuerdo al volumen de captura, las especies principales son el camarón, otras, bandera, lisa y mojarra, cuyo volumen conjunto abarca el 94.99 % del total de las capturas, lo que indica una pesquería poco diversa concentrada en la aplicación del 84.51% del esfuerzo pesquero a tan solo en 1 especie (camarón), y un esfuerzo marginal hacia otras especies (Cuadro IV.18).

Cuadro IV.18. Volumen de captura de las principales especies entre 2005 y 2015

Especie	Total (kg)	% de participación de la pesquería
Camarón	2,923,276.50	68.63
Lisa	509,329.00	11.96
Bandera	343,760.00	8.07
Mojarra	269,674.00	6.33
Otras	93,610.00	2.20
Jaiba	69,727.00	1.64
Tiburón	35,812.00	0.84
Corvina	6,665.00	0.16
Robalo	6,104.00	0.14
Pargo	730.00	0.02
Ronco	600.00	0.01
Total	4,259,287.50	100.00

De acuerdo con los 11 años de registros oficiales (2005-2015), la laguna Caimanero ha producido un total de 2,923 ton de camarón con un promedio de 265 Ton anuales.

Acuacultura

En la laguna de Caimanero se encuentran construidas seis granjas camaroneras que suman en total 667 ha de estanquería.

La disponibilidad de agua en el sistema lagunar y los problemas de enfermedades han obligado a que en la actualidad solo operen las granjas:

- S. C. P. P. Estero del Cuervo, S. C. L.

- Laguna del Caimanero
- Acuacultura y Desarrollo Técnico, S. A. de C. V.

Las granjas camaroneras se ubican sensiblemente al sureste de la laguna en la zona más cercana a la comunicación con el río Baluarte, lo anterior obedece a que se ha creado una infraestructura de canales alimentadores de agua proveniente de la comunicación con el mar para esas granjas; sin embargo, a la fecha y debido a la ineficiencia de la circulación hidráulica de esos canales, el abasto de agua suficiente en cantidad y calidad se encuentra restringida razón por la cual algunas granjas han dejado de operar. Como referencia, en el año 2008 la producción de camarón en las granjas fue de 878.5 ton (CESASIN, 2010).

Ganadería

En el 2009 la asociación ganadera local contaba con 2 mil 100 socios afiliados y se tiene un registro de 88 mil 542 cabezas de ganado bovino, la cual es la especie más explotada. Predomina el ganado resultado de las razas criollas con las cebuinas. Se cría ganado bobino, porcino, caprino, así como la producción avícola de gallinas, gallos guajolotes, patos y gansos.

En ese mismo año, el volumen de producción de carne en Rosario estaba principalmente dedicado a la producción de huevo con 5,704, seguidas por la producción de carne de bovino que alcanza hasta 810 toneladas y por último la producción de carne gallináceas que alcanzaban una producción de 212 toneladas.

Apicultura

La planta industrial del municipio está sustentada en la producción frutícola y la pesca. Para ello, se cuenta con plantas dedicadas al empaque y enlatado de frutas y verduras, así como plantas dedicadas al procesamiento, empaque y enlatado de productos marinos. Las colmenas modernas cobran auge respecto a las rústicas y con ello resulta una producción más elevada de miel y cera.

Acuacultura

En el municipio la camaronicultura tiene gran auge, existen 5 empresas productoras, que promedian al año 500 mil toneladas.

Minería

Son dos las minas de mayor importancia en la actualidad: La Trinidad que explota las exploraciones de El Dorado produciendo principalmente oro y Plomosas a cargo de Industrial Minera México.

Industria

La industria en el municipio se manifiesta estrechamente relacionada a la agricultura. Sin embargo no es representativa, los más importantes son la embotelladora El Manantial que produce el refresco de vainilla Toni-col, además de enfrascar otras marcas reconocidas y las empacadoras temporales de mango, legumbres y camarón.

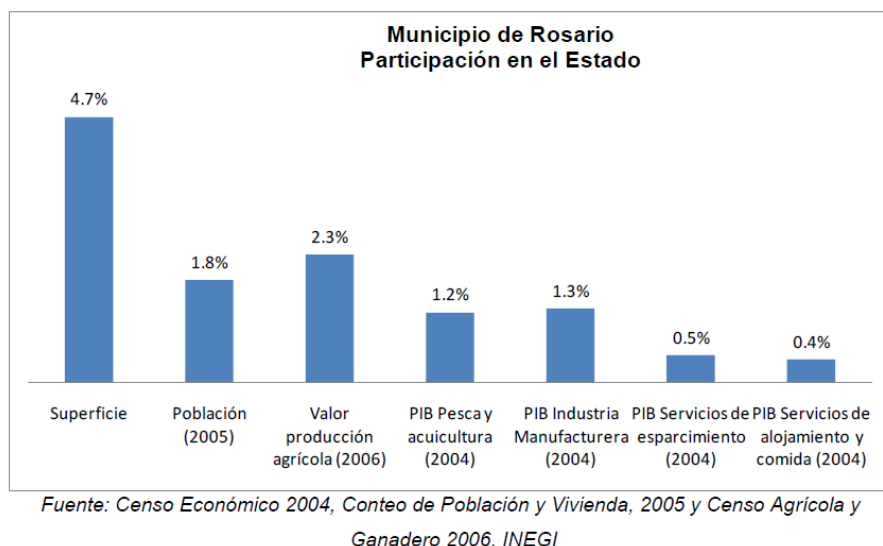


Figura IV.20.- Municipio de Rosario. Participación en el Estado en las Principales Actividades Económicas.

Turismo

El municipio se encuentra en el circuito turístico Mazatlán-Rosario-Escuinapa-Teacapán. Cuenta con un gran potencial turístico tanto en cultura como atractivos naturales, se cuenta con artesanías, tradiciones, historia, edificios coloniales y 40 kilómetros de playas. Otro atractivo es la cacería deportiva, cuyo calendario cinegético corre del 1 de noviembre al 15 de marzo, lapso en que se autorizan la caza de palomas y patos

La infraestructura de servicios al turismo la integran fundamentalmente agencias de viajes, hoteles, restaurantes y cafeterías, siendo aceptable el servicio de taxis, transporte urbano y transporte interurbano.

Estructura urbana

Rosario, es uno de los municipios del estado mejor comunicado, ya que cuenta con una infraestructura y red caminera muy completa. Esto se debe a que la topografía del valle es sumamente plana, permitiendo que la construcción de la red caminera sea menos costosa.

Una de las principales vías de comunicación de la ciudad, es la Internacional de cuatro carriles México Nogales No.15, en su tramo Rosario-Mazatlán (60 kilómetros) la cual fue revestida en su totalidad y la autopista paralela. Dichas carreteras atraviesan de noroeste a sureste la ciudad de El Rosario, con una longitud aproximada de 1.8 kilómetros cada una. Hacia el sur las carreteras mencionadas comunican con la ciudad de Tepic en el Estado de Nayarit.

Otra vía de comunicación importante es la carretera estatal Rosario-Agua Verde-Playas del Caimanero que comunica la zona costera del municipio de norte a sur y a esta zona con la cabecera municipal, a la cual atraviesa noreste a sureste, con una longitud de 3.1 Km. Esta carretera comunica a los poblados de Agua Verde, Ejido Ojo de Agua, la Guásima, Ejido

Gregorio Vázquez y Teodoro Beltrán Los Pozos y Las Garzas, los últimos cuatro situados a lo largo de la franja entre el mar y la laguna. El punto de acceso a la cabecera municipal se localiza en la Av. Luís Donald Colosio que forma un entronque con la Carretera Federal número 15, siendo la continuación hacia el sureste la calle José López Portillo.

La Ciudad de El Rosario se estructura mediante las siguientes vialidades principales:

De Noroeste a Sureste:

La Av. Luis Donald Colosio entronca con Carretera Internacional México 15 y comunica hasta la calle Melchor Ocampo en el Centro Urbano.

Ángel Flores, desde Melchor Ocampo hasta El Malecón

De Noreste a Suroeste:

El Malecón, desde la Carretera Internacional México 15 hasta la calle Ángel Flores.

Agustín Lara, que sigue por la calle José López portillo, hasta entroncar con la Av. Luis Donald Colosio.

En Rosario existen las siguientes vialidades primarias:

De Noroeste a Sureste:

San Antonio, desde la Carretera Internacional México 15 hasta la calle Melchor Ocampo.

Venustiano Carranza la Carretera Internacional México 15 hasta la calle Melchor Ocampo.

De Noreste a Suroeste:

20 de Noviembre, desde Melchor Ocampo hasta Mineros, por la que continúa para entroncar con la calle Agustín Lara.

Melchor Ocampo desde la Carretera Internacional México 15 hasta la calle Lola Beltrán.

Lola Beltrán desde la Carretera Internacional México 15 hasta la calle Melchor Ocampo.

La superficie urbana de la ciudad de El Rosario es de 355.9 hectáreas la cual se compone de los siguientes usos del suelo.

Habitacional: Es el dedicado a la vivienda, localizado prácticamente en toda la cabecera municipal ocupa un 55.1% del área urbana con 196.01 hectáreas con diferentes densidades, que van desde 5 habitantes por hectárea en las zona marginal del Río Baluarte, al sur del Malecón, hasta 300 habitantes por hectárea. Esta última es al sureste, en el fraccionamiento de vivienda de interés social de INFONAVIT, en los límites del área urbana, sobre la carretera a Agua Verde. Al noroeste, en los límites del área urbana y sobre la Carretera Internacional 15 se tiene otra zona con densidad de poco más de 200 habitantes por hectárea.

La superficie que ocupa esta densidad definida como muy alta es de 18.9 hectáreas, equivalente al 9.6% del área habitacional. Las zonas de densidad alta definida entre los 100 y 200 habitantes por hectárea ocupan un 11.4%, suman un total de 22.36 hectáreas y un 60% de éstas se localiza en el límite oeste del área urbana y un 40% al sur del Panteón Municipal, también hacia el oeste de la ciudad.

La densidad predominante es la de tipo medio, de 51 a 100 habitantes por hectárea, se extiende en un 63.8% del área urbana y son 125.9 hectáreas que incluyen el casco urbano antiguo de la ciudad y parte de la zona norte, entre la Carretera Internacional 15 y el Cerro

El Águila. Las densidades bajas menores a 50 habitantes por hectárea se localizan al norte de la mencionada carretera y al este, norte y oeste del Panteón Municipal, ocupan 29.67 hectáreas y representan el 15.1% de las áreas habitacionales.

Usos Mixtos Comercio y Vivienda: Los espacios de gran actividad económica se ubican en el centro urbano, mezclados con viviendas y, en menor proporción en los corredores urbanos sobre las vialidades de acceso a la ciudad; que ocupan 3.16 hectáreas, es decir, el 0.9% de la superficie urbana.

La superficie ocupada por industria son 1.85 hectáreas, que representan un 0.5% del área urbana. Al norte de la ciudad, fuera de sus límites urbanos se ubica un área de agroindustria de 8.70 hectáreas.

Grandes Baldíos: Son los espacios que carecen de algún tipo de construcción y se manifiestan abandonados. Representan el 2.4% de la superficie urbana y se asientan en 8.67 hectáreas.

Cuerpos de Agua: Son los espacios ocupados por las lagunas de Sinaloa, El Iguanario y La Gola, la segunda acondicionada como un paseo turístico para el disfrute de la ciudadanía, estas representan 9.3 has., es decir, el 2.6% de la superficie urbana.

Equipamiento: Son aquellos espacios destinados a los servicios educativos, asistenciales, recreativos y administrativos entre otros. Representan el 8.1% de la superficie urbana, ocupando 28.86 hectáreas.

Para informar a la población en caso de una contingencia, en la cabecera municipal y en las principales localidades se cuenta con una estación de radio que transmite en ambas frecuencias (am, fm) y se recibe señal de televisión por cable, de telefonía fija y celular.

La comunicación inalámbrica con las localidades rurales únicamente es posible mediante la señal de radio de la dirección de seguridad pública misma que usa protección civil.

IV.2. Diagnóstico ambiental

Las tendencias de deterioro en el sistema ambiental tienen su origen en fuentes de presión externas e internas.

Fuentes de presión externas. La principal fuente de presión externa es la agricultura extensiva desarrollada en las cuencas de aporte directo al sistema lagunar. Esta actividad ha ocasionado, por un lado, la deforestación de áreas naturales, incrementando la susceptibilidad del terreno a la erosión hidráulica y eólica, que a su vez implica un mayor aporte de sedimentos a los cuerpos lagunares provocando su azolvamiento, y favoreciendo la pérdida de superficie original y su fragmentación. Aunado a lo anterior, la actividad agrícola emplea fertilizantes y plaguicidas que ingresan al sistema lagunar, contaminándolo.

De manera general, los efectos que causan estos contaminantes en el seno de los humedales son el agotamiento del oxígeno, la inducción de la eutrofización, trastornos biológicos al ecosistema (disminución de la fotosíntesis, acumulación y biomagnificación biológica de metales pesados y plaguicidas, migración de especies), procesos de sedimentación y azolve (SEMARNAT, 2002).

Fuentes de presión internas. Las principales fuentes de presión internas son la acuacultura y la pesquería de camarón. La creación de estanquería para cultivo de camarón generalmente, provoca la reducción de áreas naturales y su fragmentación. Aunado a lo anterior, los canales de llamada arrastran larvas de especies como el camarón silvestre y se ubican en áreas de crianza y alimentación. La magnitud de este impacto no ha sido evaluada (Lyle *et al.*, 2004). Por otro lado se encuentra la pesquería del camarón silvestre, dado que se reporta la práctica de “purineo”, que consiste en esparcir “purina” o *pellets* similares en el agua con el objeto de atraer al camarón y realizar su captura. Dado que sólo parte de los compuestos químicos son consumidos, el restante queda en los cuerpos lagunares incrementando el nitrógeno y fósforo del sistema. A la fecha no hay estudios sobre la magnitud de los efectos de esta práctica. De manera similar, las fuentes consultadas reportan efectos dañinos al ser humano por el consumo del camarón capturado por esta técnica, sin embargo también se carece de estudios específicos que demuestren la magnitud del impacto.

Áreas y componente relevantes del sistema ambiental. Con base en el inventario ambiental pueden señalarse como componentes relevantes del sistema ambiental las comunidades vegetales de mangle, así como las comunidades animales de camarón.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El ecosistema singular conocido como humedal constituye una frágil área de transición entre tierra y mar, que se particulariza por contar con una extraordinaria dinámica de flujos energéticos.

En virtud de que se trata de un ambiente dinámico y frágil, los mecanismos que regulan la circulación del agua, los sedimentos que la conforman, los elementos que lo componen y la materia orgánica que transporta y mantiene, constituyen los factores clave en cuanto a su protección, planificación y aprovechamiento, no obstante el funcionamiento hidráulico o recurso agua constituye el recurso primordial y debe ser la preocupación central de toda estrategia de manejo.

Sí de antemano se reconoce, que toda obra o actividad desarrollada por el hombre, tendrá impactos sobre el ambiente y que estos podrán ser negativos o positivos, entonces la identificación y valoración real de los mismos, dará como resultado la factibilidad del desarrollo, permitiendo la implementación de medidas de mitigación, compensación y/o restauración, que contrarresten los efectos perjudiciales.

Es importante aclarar, que a diferencia de otros proyectos en donde se ejecutan obras destinadas a la inserción de actividades humanas, el presente proyecto trata de revertir el proceso de deterioro sinérgico negativo ocasionado por la tendencia geológica natural de estos sistemas, que los conduce a la desaparición, las actividades humanas en la cuenca hidrológica en que se ubica, que lo acelera y las obras camineras que lo han fragmentado de manera importante por lo que la intención es regresarlo tanto como sea posible a sus condiciones naturales partiendo de la base que las condiciones que guarda actualmente son precisamente de un funcionamiento hidráulico deficiente y predecir cómo serán las condiciones y cuáles serán los componentes a modificarse en pro o en contra del ambiente con la ejecución del proyecto.

Existen una serie de metodologías para la evaluación de impactos ambientales, cuya efectividad depende del proyecto, de la cantidad de información ambiental y sobre todo, de la identificación de los principales componentes en los que incidirá el proyecto en cada una de sus etapas de desarrollo, sin embargo a través de la práctica en la evaluación ambiental se ha desarrollado un método general que se aproxima con un gradiente de acercamiento o de detalle y que consiste esquemáticamente en 3 pasos o escalones:

1. Identificación de posibles impactos
2. Valoración o evaluación de los impactos identificados
3. Cuantificación de los impactos esperados

En el primer caso se utiliza una lista de acciones y factores o Check List, en él se vierten en forma de columnas y renglones las acciones para cada una de las etapas del proyecto que se han diferenciado en:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y mantenimiento

De acuerdo al orden cronológico de aparición.

En el segundo caso se utiliza un modelo matricial en donde se invierte el orden de columnas y renglones usados en el check list y se califica de acuerdo a criterios establecidos en ese apartado pero que incluyen el efecto del impacto (sobre que componente ambiental se produce), la temporalidad del impacto (la duración del impacto) y el sentido del impacto (positivo, negativo o nulo).

Finalmente y dado que se dispone del material cartográfico necesario se sobrepone la imagen del proyecto sobre las imágenes de los componentes ambientales impactados, todos ellos referenciados al sistema de coordenadas UTM, con la finalidad de cuantificar, en volumen, superficie, etc., tales impactos y que vendrá a arrojar las necesidades de prevención, mitigación o restitución necesarias.

Cabe aclarar que esta metodología es una mezcla de metodologías entre las que se incluyen:

- Listas de control (Check List)
- Matrices interacciones causa-efecto (Leopold de cribado)
- Superposición de capas de información

V.1.1. Lista de acciones y factores (Check list)

Con base en la información contenida en el Capítulo II y la información del entorno natural y socioeconómico del Capítulo IV, se efectuará la identificación de los posibles impactos (negativos y positivos). Esta es la primera visión de la relación Proyecto-Entorno.

Con este método se revisarán las acciones y efectos, sin detallarlos. La expectativa es identificar nominalmente las consecuencias sobre los parámetros ambientales por la ejecución del proyecto y definir los factores que serán los más afectados. Así se decidirá cuales factores se deberán analizar con más atención y con otras técnicas.

El primer paso es la elaboración de un listado con las acciones que van a actuar sobre el medio debido a la ejecución del proyecto y, a continuación, se hará un listado similar que contenga los factores del medio que pueden verse afectados por aquellas. De esta forma se llena una tabla con dos columnas. Es importante hacer notar que las columnas no están relacionadas de manera directa, es decir, no indica que efecto corresponde con cada acción.

Como es lógico, cada entorno y cada proyecto tendrán sus factores medioambientales y sus acciones específicas, de manera que no se puede confeccionar una lista de acciones y factores de forma general, aunque sí hay parámetros que aparecen repetitivamente en la mayor parte de los casos. Un método usual es confeccionar una lista tipo, a las que se añadirán o suprimirán parámetros según los casos, en función del tipo de proyecto u obra (construcción de presas, carreteras, canteras, industrias con vertidos, etc.).

Por lo tanto, esta primera relación de acciones-factores nos proporciona una percepción inicial de aquellos efectos que pueden resultar más sintomáticos debido a su importancia para el entorno que nos ocupe. Estos factores y acciones serán posteriormente dispuestos en filas y columnas respectivamente y formarán la base de la matriz de impactos.

V. 2. Metodología para evaluar los impactos ambientales

V.2.1. Indicadores de Impacto

Con base en la información del Capítulo II y la información del entorno natural y socioeconómico del Capítulo IV, se llevó a cabo la identificación de los posibles impactos tanto positivos como negativos. Esta es la primera visión de la relación Proyecto-Entorno.

Se hace uso del método *lista de acciones y efectos*. Con este método se revisan las acciones y efectos sin detallarlos. Lo que se espera es identificar nominalmente las consecuencias sobre los parámetros ambientales por la ejecución del proyecto y definir los factores que serán los más afectados. Así se decidirá cuáles factores se deberán analizar con mayor atención utilizando otra técnica.

El primer paso es la elaboración de un listado con las acciones o actividades que van a actuar sobre el medio debido a la ejecución del proyecto y, luego, se hará un listado similar que contenga los factores del medio que pueden verse afectados por estas acciones. De esta forma se llena una tabla con dos columnas. Es importante mencionar que las columnas no están relacionadas de manera directa, es decir, no indica que efecto corresponde con cada acción.

Cada entorno y cada proyecto tienen sus factores ambientales y sus acciones específicas, de manera que no se puede elaborar una lista de acciones y factores de forma general, aunque sí hay parámetros que aparecen repetitivamente en la mayor parte de los casos. Un método usual es elaborar una lista tipo, a la que se añadirán o eliminarán parámetros según los casos, en función del tipo de proyecto (dragados, desazolves, construcción de canales, etc.).

Por lo tanto, esta primera relación de acciones y factores proporciona una percepción inicial de aquellos impactos que pueden resultar más relevantes debido a su importancia para el entorno que nos ocupa.

V.2.2. Lista indicativa de indicadores de impactos

V.2.2.1. Lista de acciones y factores

La lista de factores impactantes y factores impactados que corresponde con las características del proyecto construcción de atracadero y desazolve del canal en el sistema estuarino en estudio se presenta en la siguiente tabla, en la cual aparece la información

correspondiente a la etapa de construcción. Como se puede ver, en los listados aun no de hace referencia a la importancia relativa de los factores presentes ni la magnitud del impacto generado o si este es significativo o no.

Tabla V.1. Acciones impactantes y factores impactados en la fase de construcción

ACCIONES IMPACTANTES	FACTORES IMPACTADOS
➤ Limpieza ➤ Trazo y nivelación ➤ Instalación de patio de usos múltiples ➤ Desazolve de canal de navegación ➤ Desazolve de dársenas ➤ Zonas de tiro ➤ Movimiento y uso de maquinaria	MEDIO NATURAL • Atmósfera (contaminación por ruido, olores, polvos, contaminantes del aire). • Suelo (pérdida de suelo por erosión, sedimentación, compactación, infiltración) • Medio Marino (dinámica litoral, salinidad, temperatura, batimetría, corrientes, transparencia, materia orgánica, nutrientes, sólidos en suspensión, turbulencia, contaminación por aceites y cuerpos flotantes derivados de petróleo, oxígeno disuelto, DBO₅, necton, bentos). • Flora (estabilidad, biomasa, vegetación litoral, diversidad, fotosíntesis, alteraciones fitoplancton, alteraciones hábitat, reversibilidad). • Fauna (estabilidad, contaminación especies, diversidad, biomasa, cadenas tróficas, zooplancton, alteraciones hábitat, recursos pesqueros, reversibilidad). • Medio Perceptual (paisaje natural, valores estéticos, elementos singulares). MEDIO SOCIOECONÓMICO • Usos del territorio (zonas verdes, servicios varios). • Culturales (valores histórico artísticos, vestigios arqueológicos). • Infraestructura (urbanización, comunicaciones). Economía y Población (empleo temporal y permanente, bienestar, valor de suelo, economía local, renta per cápita).

V.2.2.2 Construcción del escenario modificado por el proyecto.

La Laguna de Caimanero se ubica dentro del sistema lagunar Huizache-Caimanero. Este cuerpo lagunar costero experimenta una notable reducción a 65 km² al término de la temporada de sequías. Particularmente la marisma de Huizache se reduce de 41 a 14 km² y la laguna de Caimanero de 134 a 51 km². El sistema este delimitado por los ríos Presidio al este y Baluarte al oeste, con los cuales se encuentra conectado mediante esteros.

No obstante la magnitud de la superficie lagunar, el tirante de agua se ha venido reduciendo a lo largo de los años, debido a los procesos geológicos naturales y a las actividades productivas primarias que tienen sus descargas de aguas residuales directa o indirectamente al sistema a través de los drenes de descarga, ríos y arroyos. En este sentido es importante señalar que los terrenos circundantes a la laguna, son en su mayoría utilizados como tierras de cultivo de hortalizas y vegetales; para el pastoreo, cría y engorda de ganado vacuno, porcino, y caprino; y últimamente para la acuacultura mediante granjas acuícolas.

Esta situación ha generado una disminución en la producción pesquera de los últimos ciclos, principalmente la de camarón, pues con la disminución de los tirantes primeramente se reduce la hidrodinámica lagunar y como consecuencia aumentan las temperaturas y salinidad del agua, haciendo que la especie tenga menos áreas propicias como hábitat para su reproducción y crecimiento.

Por la misma razón, las condiciones de navegación son casi imposibles pues en mareas bajas la laguna es un espejo de agua con profundidades de agua de 20 a 40 centímetros, y en las mareas muertas grandes extensiones de la laguna se descubren completamente; situación que se vuelve extrema en grandes áreas de las riberas de la laguna.

Asimismo, y de igual importancia, el canal de navegación actualmente se encuentra completamente azolvado, ya que desde su construcción no ha recibido mantenimiento. La navegación con motor se realiza solamente durante las mareas altas, y durante las mareas bajas se realiza con el empleo de varas de apoyo y empuje, para evitar dañar los motores.

El desarrollo del proyecto permitirá mejorar la hidrodinámica y las condiciones físico-químicas y biológicas de la laguna Caimanero, mismas que conlleven a mantener el hábitat idóneo para el desarrollo de especies pesqueras del alto valor comercial, así como el aumento de la producción pesquera y los beneficios esperados sobre la actividad pesquera comprenden un incremento de la producción y los ingresos de 2 a 2.5 veces.

V.2.3. Criterios y metodología de evaluación

Los factores y acciones mencionados de manera aleatoria en la tabla No. V.1. serán posteriormente ordenados en filas y columnas respectivamente y formarán parte de la base de la matriz de impactos.

Una vez identificados los impactos ambientales, se usará el *modelo de matriz de interacción causa – efecto* para evaluarlos, cualitativa y de ser posible cuantitativamente, y así poder planificar y diseñar las medidas de mitigación, compensación y/o monitoreo de los mismos. Este modelo contendrá las actividades detalladas en el proyecto ejecutivo y los elementos del medio que se considere puedan interactuar con ellos.

V.2.3.1. Matriz de impactos (interacción causa – efecto)

A partir de esta fase del proceso, comienza la evaluación cualitativa propiamente dicha. La matriz de impactos, que es del tipo causa-efecto, consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las actividades impactantes; y dispuestos en filas los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos.

Para su ejecución es necesario identificar las acciones que puedan causar impactos, sobre una serie de factores del medio, es decir determinar la matriz de identificación de impactos.

Esta matriz permite identificar, los efectos del proyecto en el medio, y posteriormente, obtener una caracterización de los mismos. El esquema general de esta matriz se muestra en la Tabla V.2.

Tabla V.2. Matriz de identificación de impactos ambientales (causa- efecto)

	ETAPAS DEL PROYECTO			
	Actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto			
Elementos del medio natural y socio económico	A1	A2	A3	A4
	↓	↓	↓	↓
E1	←←←			Impacto de las actividades a realizar sobre los componentes del medio natural y socioeconómico.
E2				
E3				

La matriz para la identificación de los impactos ambientales se prepara incluyendo las principales actividades que forman parte del proyecto y los elementos del medio natural que se han considerado en el presente estudio. En la matriz de impactos ambientales las interacciones se representan de la siguiente manera:

Tabla V.3. Simbología empleada en la matriz de impactos

TIPO DE IMPACTO	SÍMBOLO
Sin efectos esperados	O
Benéfico significativo	Bs
Benéfico no significativo	Bn
Efecto adverso no significativo	An
Efecto adverso significativo	As
Riesgo al ambiente	Ra
Efectos desconocidos	?

El símbolo de riesgo al ambiente representa aquellos procesos o aspectos de la operación que en condiciones normales no tienen efectos sobre el medio ambiente, pero si no se toman las precauciones adecuadas pueden afectarlo de manera negativa. La matriz se construyó a partir del análisis de la información contenida en el proyecto ejecutivo.

Para la laguna Caimanero la matriz de impactos queda de la siguiente manera:

Tabla V.4. Matriz de identificación de impactos Ambientales.

[illegible]

Tipo de impacto	Preparación del Sitio			Construcción					Operación y mtto	
Impactos Adversos Significativos	0	0	0	2	2	1	1	3	2	2
Impactos Adversos no Significativos	5	6	7	5	5	6	5	5	5	5
Benéficos No Significativos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benéficos Significativos	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3
Sin efecto esperado	13	12	11	10	10	11	12	10	10	10

V.2.3.2 Caracterización de los impactos ambientales

En la caracterización de los impactos potenciales que generará el proyecto en sus diferentes etapas, se emplearon los siguientes criterios o atributos.

TABLA V.5. Criterios de caracterización de impactos ambientales

NA : Naturaleza (+) Benéfico (-) Perjudicial	IN: Intensidad (B) Baja (M) Media (A) Alta
AC: Acumulación Simple Acumulativo	EX: Extensión (Pu) Puntual (Lo) Local (Re) Regional
RE: Reversibilidad (C) Corto plazo (I) Irreversible	SI: Sinergia SS Sin sinergismo (S) Sinérgico
PE: Persistencia (F) Fugaz (T) Temporal (P) Permanente	MC: Recuperabilidad (In) Inmediato (M) Mitigable (Ir) Irrecuperable
MO: Momento de manifestación del impacto Largo Plazo Mediano Plazo Inmediato	PE: Periodicidad Momentáneo Periódico, Continuo, Irregular
EF: Relación Causa efecto (i) Indirecto (D) Directo	

Significado de los términos empleados:

Naturaleza (NA): (+) Benéfico; (-) Perjudicial

Se refiere al carácter adverso (signo negativo) o benéfico (signo positivo), este carácter es el factor definitorio de los impactos al ambiente.

Acumulación (AC)

Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el efecto es *acumulativo*.

Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el *Corto plazo*; entre uno y diez años se considera el *Mediano plazo*, y si se superan los diez años se considera *Irreversible*.

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que es *Fugaz* si permanece menos de un año, *Temporal* si lo hace entre uno y diez años, y *Permanente* si supera los diez años.

La *persistencia* no es igual que la *reversibilidad* ni que la *recuperabilidad*, conceptos que se presentan más adelante, aunque son conceptos asociados: los efectos fugaces o temporales siempre son reversibles o recuperables; los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, recuperables o irrecuperables.

Momento (MO)

Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que esta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años y suele considerarse que el *Corto Plazo* corresponde a menos de un año, el *Mediano Plazo* entre uno y cinco años y el *Largo Plazo* a más de cinco años.

Relación Causa-Efecto (EF)

La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta: es *Directa* si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es *indirecta* si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro.

Intensidad (IN)

Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, que puede considerarse desde una afección mínima hasta la destrucción total del factor.

Extensión (EX)

Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, dentro del área del proyecto, el impacto será **Puntual**, si afecta una extensión en un radio no mayor a 10 kilómetros en torno a la poligonal del proyecto se considera **Local**, mientras que si el área sobrepasa por mucho este límite arbitrario, el impacto se considera **Regional**.

Sinergia (SI)

Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples; si en lugar de reforzarse los efectos se debilitan, la valoración de la sinergia debe ser negativa.

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de recuperar el factor afectado por medio de la intervención humana (la *reversibilidad* se refiere a la recuperación por medios naturales).

Periodicidad (PR)

Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo o irregular.

V.1.3.2.3. Discusión de la matriz de impactos

En la siguiente tabla se observa un condensado de los impactos ambientales identificados

Tabla V. 6 Impactos generados por las etapas del proyecto

Etapas del proyecto	Impactos Benéficos	Impactos Ad. Significativos	I. Adversos No Significativos	S/E Esperado
Preparación del sitio	6	0	18	35
Construcción	12	9	26	53
Operación y mantenimiento	6	4	10	20
Total	24	13	54	108

Impactos adversos

Como se esperaba, los impactos adversos significativos se presentan en la fase de construcción y operación y mantenimiento, cabe aclarar que será una afectación de carácter temporal y que se revertirá o desaparecerá una vez concluidas las etapas a excepción del bentos que tardara en revertirse.

Los factores ambientales identificados como más susceptibles de recibir un impacto significativo por el desarrollo del proyecto son: vegetación acuática, fauna acuática, paisaje e hidrología.

El 16.0% y 7.35% de la etapa de construcción y preparación del sitio respectivamente, así como el 3.6% a la operación. Se identificó que corresponde a los impactos adversos no significativos ocasionados por el proyecto.

Es importante señalar que derivado de la identificación de los impactos ambientales, la tendencia esperada es que no habrá efectos negativos generados por el proyecto, ocupando así el mayor porcentaje en un 55.04 % del total de las interacciones.

No hay que perder de vista que derivado del capítulo IV, se identificó que el sistema se encuentra deteriorado por la fuerte actividad antrópica derivando en la pérdida de las características naturales del sistema, por tal razón, para este sistema no se espera efectos significativos por las actividades del proyecto, si no por el contrario se tratará de revertir las condiciones de deterioro, facilitando al sistema su pronta auto-recuperación, renovando así

las redes tróficas del estuario basadas tanto en el plancton como en el necton, así mismo permitir un incremento significativo en el volumen de agua del sistema, mediante las obras de desazolve del canalesy dársenas.

Impactos benéficos

Dada la naturaleza del proyecto, los impactos benéficos son, en su mayoría, en la etapa final del proyecto; los cuales están representados por la generación de empleo en la zona y los socioeconómicos resultados de la operación del proyecto que significará un incremento en la producción pesquera y de mantenimiento del hábitat del ecosistema lagunar.

V.2.4. Descripción de los Impactos ambientales identificados en la matriz causa-efecto.

En el presente apartado, se describirán los impactos detectados en base a las etapas de ejecución del proyecto.

Identificación de Impactos ambientales

Preparación del Sitio

Actividad: Limpieza, Trazo y Nivelación, Instalación de patio de usos múltiples.

Impactos sobre la calidad del aire

Para el factor aire se identificó como adverso no significativo caracterizándose por ser negativo, de extensión puntual, **mitigable**, temporal, de mediano plazo y de efecto directo.

En las etapas de preparación del sitio se visualiza emisión de ruido por las actividades de limpieza, trazo y nivelación, así como por la instalación de campamentos que en el área a la fecha no se hace expresable.

Impacto sobre la calidad del suelo

Se identificó como adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión puntual, irreversible, temporal, largo plazo.

El suelo es uno de los factores que será afectado a lo largo de la etapa de preparación del sitio, debido a que en alguna áreas se eliminará la cubierta de vegetación secundaria sin importancia ecológica que sustenta, derivando en compactación del terreno, por el acceso de la maquinaria lo que se verá reflejado con la pérdida de la infiltración, afectando así su calidad.

Actividad: Trazo y nivelación e Instalación del patio de usos múltiples.

Impactos sobre la fauna terrestre

Impacto es adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión puntual, temporal y a corto plazo.

En el caso de la avifauna no se afectará significativamente por lo que no habrá necesidad de efectuar labores adicionales; el ahuyentamiento y reacomodo de esta fauna ya que funciona de manera casi automática gracias a sus medios de locomoción aéreos, por lo cual en estas actividades se desplazarán de forma inmediata.

Actividad: Instalación del campamento temporal

Impacto sobre el paisaje

Se identificó como adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión local, reversible, temporal, mediano plazo.

Debido a que el paisaje es una expresión externa y polisensorial perceptible del medio, el impacto es considerado adverso significativo, ya que se verá afectada la relación sensible del hombre con el entorno, por el desarrollo del proyecto.

Cabe aclarar que todas las obras serán temporales, es decir, que estarán en función del tiempo de vigencia del proyecto y que esta evaluación será la misma para las actividades de construcción.

Actividad: Limpieza, Trazo y Nivelación, Instalación de campamentos temporales

Impacto sobre el medio socio-económico

Para este factor se consideró un impacto adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión local, reversible, temporal a corto plazo.

Impacto de calidad de vida 1

Este factor se identificó como adverso no significativo, debido a que a la fecha los pobladores, realizan sus actividades de pesca en el área en la cual se pretenden instaurar las obras, por lo cual su actividad cotidiana se verá afectada durante la duración de las obras, desplazándose a otras áreas para poder arribar al estero.

Impacto sobre la calidad de vida 2

Para este factor se considera benéfico significativo, de intensidad alta, de extensión puntual, permanente y a largo plazo, cabe señalar que la intensidad alta es porque refleja un impacto positivo.

Este factor también se consideró también como benéfico significativo debido a que al finalizar las obras se hace evidente que el beneficio que traerá hacia los pobladores se verá reflejado en su bienestar de vida.

Impactos sobre el empleo

Para este factor se considera benéfico significativo, de intensidad alta, de extensión puntual, temporal y a corto plazo, cabe señalar que la intensidad alta es porque refleja un impacto positivo.

El impacto en esta zona como efecto es de la creación de empleos, que a su vez, impulsará la dinámica de comercio local y en general sobre la actividad económica de la zona y consecuentemente del estado.

Construcción

Actividad, Desazolve de canales, desazolve de dársenas, zonas de tiro, transporte de materiales y movimiento de maquinaria y operación de maquinaria.

Impactos sobre la calidad del aire

Para factor aire se identificó como adverso no significativo caracterizándose por ser negativo, de extensión puntual, **mitigable**, temporal, de mediano plazo y de efecto directo.

En las etapa de construcción se visualiza una afectación adversa significativa, debido a la emisión de polvos, ruido, olores y contaminantes derivados de la combustión interna de los motores a diesel y gasolina, que se ocuparán para llevar a cabo dichas actividades, los cuales se generarán por el transporte de materiales y el uso de maquinaria, afectando la visibilidad de la zona del proyecto. Es preciso hacer notar que no habrá cambios en los patrones de nubosidad, humedad y precipitación, los cuales son determinantes del clima local.

Impactos sobre la calidad del suelo

Se identificó como adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión puntual, reversible, temporal, y a corto plazo.

En las zonas de tiro, el material, producto del desazolve, que se depositará en esta zona, será material arcilloso-arenoso que a través del tiempo se incorporará al suelo.

Es adverso de intensidad baja debido al uso de tarquinas sobre las cuales se depositará el sedimento, contribuyendo así a la compactación del terreno.

Actividad: Desazolve de canales, desazolve de dársenas, zonas de tiro.

Impactos sobre la hidrología

El impacto sobre este factor se identificó como benéfico significativo de extensión puntual, permanente y a largo plazo.

Este factor es benéfico significativo, debido a que el área donde se pretende llevar a cabo las obras de desazolve de canales y dársenas, ya que se encuentra con una considerable acumulación de sedimentos y que este aporte se realiza en forma constante por las diversas fuentes de descarga que recibe la laguna, de tal forma que el beneficio que reciba el sistema será significativo, además de proporcionar seguridad a los pescadores en sus faenas de pesca.

Por otro lado la hidrología superficial no será afectada puesto que todas las obras serán realizadas en áreas sin ninguna influencia de ríos o arroyos y en general de corrientes superficiales.

Actividad: Movimiento y operación de maquinaria.

El impacto sobre este factor derivado de las actividades de movimiento de maquinaria y operación, se caracterizó como adverso significativo, de carácter negativo, de intensidad media, de extensión puntual, mitigable, temporal y a corto plazo, debido a que ya en los márgenes de la laguna en donde la profundidad del nivel del agua comienza hacerse evidente es posible que se vea afectada por el acceso de la maquinaria, en la cual se pudieran prever algún derrame de combustible, grasa y aceites.

Actividad: Desazolve de canales, desazolve de dársenas, zonas de tiro.

Impactos sobre la fauna

Cabe señalar que en el área donde se realizarán las obras no se espera una afectación importante, sin embargo será perturbada temporalmente debido a las actividades de las obras, la afectación se origina por la presencia humana y ruido, sin embargo no se alteran zonas importantes para su desplazamiento, reproducción y actividades de la fauna de la región ya que la zona de actividades se encuentra fuera de las áreas determinadas como relevantes.

Impactos sobre la fauna de valor comercial

Este impacto se identificó como adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, extensión puntual, temporal y a mediano plazo.

Ya que debido a que las obras de desazolve, se prevé una migración temporal de la fauna de valor comercial.

Actividad: Movimiento y operación de maquinaria.

El impacto sobre este factor derivado de las actividades de movimiento de maquinaria y operación, se caracterizó como adverso significativo, de carácter negativo, de intensidad media, de extensión puntual, mitigable, temporal y a corto plazo.

Este impacto se caracterizó así debido a que por estas actividades es evidente que la fauna se verá desplazada por la ejecución de las obras, sin embargo se espera que a corto plazo, las especies distribuidas en la franja de construcción, al finalizar las obras se restablezca de forma natural su distribución..

Actividad: Zona de tiro, transporte de materiales, movimiento y operación de maquinaria.

Impactos sobre la Fauna Terrestre

Impacto adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión puntual, temporal y a corto plazo.

En este caso y dado que las obras se realizan precisamente en un área con presencia humana relacionada con las actividades pesqueras, la fauna del sitio en cuestión se encuentra notablemente alterada y adaptada a las actividades antropogénicas sin embargo el impacto es significativo sobre ella; ya que algunas especies llegan alimentarse a la laguna y por las obras constructivas se verán desplazadas, por lo que cambiará los patrones de distribución en esa área.

Actividad: Desazolve de canales, desazolve de dársenas, zonas de tiro.

Impactos sobre la vegetación acuática

Este impacto se identificó como adverso significativo de carácter negativo, de intensidad media, de extensión puntual, y a corto plazo.

Las plantas acuáticas pueden ser particularmente susceptibles al incremento de turbidez y a la redepositación de partículas suspendidas. Cuando la turbidez en la vecindad de una obra es alta, la cantidad de luz que penetra el agua puede reducirse, lo cual puede ser suficiente para reducir la producción primaria por fitoplancton y flora bentónica, incluso más allá de los límites inmediatos del proyecto.

Actividad: Desazolve de canales, desazolve de dársenas, zonas de tiro, transporte de materiales, movimiento y operación de maquinaria.

Impacto sobre el paisaje

Se identificó como adverso significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión local, reversible, temporal, mediano plazo.

Debido a que el paisaje es una expresión externa y polisensorial perceptible del medio, el impacto es considerado adverso poco significativo, ya que se verá afectada la relación sensible del hombre con el entorno, por el desarrollo del proyecto.

Cabe aclarar que todas las obras serán temporales, es decir, que estarán en función del tiempo de vigencia del proyecto y que esta evaluación será la misma para las actividades de construcción.

Actividad: Desazolve de canales, desazolve de dársenas, zonas de tiro, transporte de materiales, movimiento y operación de maquinaria.

Impacto sobre el medio socio-económico

Para este factor se consideró un impacto adverso no significativo de carácter negativo de intensidad baja, de extensión local, reversible, temporal a corto plazo, mientras se realizan las obras, sin embargo una vez terminadas el efecto será benéfico significativo.

Impacto de calidad de vida 1

Este factor se identificó como adverso no significativo, debido a que a la fecha los pobladores, realizan sus actividades de pesca en el área en la cual se pretenden instalar las obras, por lo cual su actividad cotidiana se verá afectada durante la duración de las obras, desplazándose a otras áreas para poder arribar al estero.

Impacto sobre la calidad de vida 2

Para este factor se considera benéfico significativo, de intensidad alta, de extensión puntual, permanente y a largo plazo, cabe señalar que la intensidad alta es porque refleja un impacto positivo.

Este factor también se consideró también como benéfico significativo debido a que al finalizarlas obras se hace evidente que el beneficio que traerá hacia los pobladores se verá reflejado en su bienestar de vida.

Impactos sobre el empleo

Para este factor se considera benéfico significativo, de intensidad alta, de extensión puntual, temporal y a corto plazo, cabe señalar que la intensidad alta es porque refleja un impacto positivo.

El impacto en esta zona como efecto es de la creación de empleos, que a su vez, impulsará la dinámica de comercio local y en general sobre la actividad económica de la zona y consecuentemente del estado.

Operación:

Actividad: Arribo de embarcaciones menores

Impacto sobre la calidad del aire

El impacto se identificó como adverso no significativo, de carácter negativo de intensidad baja, de extensión puntual, permanente.

El factor aire se verá impactado de forma no significativa por las actividades de operación ya que las emisiones producto de los motores de la lancha así como el ruido que generan, por lo cual estos efectos pueden ser amortiguados por el medio.

Impactos en la laguna.

El impacto identificado es adverso no significativo de carácter negativo, de intensidad media, extensión puntual, de momento a corto plazo.

Este elemento se verá impactado sobre la calidad de la columna de agua en el área del proyecto, por la suspensión de sedimentos, sin embargo son de carácter temporal.

Mientras que los impactos inmediatos más grandes sobre la comunidad bentónica y el hábitat son atribuibles a la alteración de los sedimentos del fondo, existen otros efectos adversos que son atribuibles a redepositación de los sedimentos suspendidos durante las obras, al incremento de la turbidez en el sitio y a la liberación de sustancias corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico infecciosas (CRETIB) que de acuerdo a los análisis de laboratorio realizados en sedimentos de canal natural que será desazolvado de acuerdo a las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993 (anexos) tomadas en dos puntos de donde será retirado el material en los canales y que para el caso de la zona de estudio resultaron negativas en ambos sitios, por lo que este factor no causará efecto alguno en ese sentido.

Las plantas acuáticas pueden ser particularmente susceptibles al incremento de turbidez y a la redepositación de partículas suspendidas. Cuando la turbidez en la vecindad de una obra es alta, la cantidad de luz que penetra el agua puede reducirse, lo cual puede ser suficiente para reducir la producción primaria por fitoplancton y flora bentónica incluso más allá de los límites inmediatos del proyecto.

En algunos casos, durante los trabajos de construcción, la liberación de los nutrientes contenidos en los sedimentos puede mejorar la producción primaria, aunque este proceso puede producir también condiciones eutróficas en algunos sistemas que se caracterizan por concentraciones altas de nitrógeno y fósforo en la columna de agua. No obstante, por ser zonas adyacentes al mar donde las corrientes facilitan la dispersión de nutrientes no se espera que se presenten concentraciones muy elevadas por lapsos de tiempo extensos.

Dado que los sedimentos en el fondo de los puertos y los canales costeros cercanos a centros altamente poblados e industrializados usualmente se contaminan con metales pesados, hidrocarburos clorinados, petróleo, hidrocarburos y los otros compuestos químicos, la alteración de los sedimentos en esas áreas frecuentemente libera los contaminantes a la columna de agua. Sin embargo, en los análisis CRIT realizados para la laguna Caimanero, no se detectó influencia en este cuerpo de agua.

Impacto sobre la calidad de vida 2

Para este factor se considera benéfico significativo, de intensidad alta, de extensión puntual, permanente y a largo plazo, cabe señalar que la intensidad alta es porque refleja un impacto positivo.

Este factor también se consideró como benéfico significativo debido a que al finalizarlas obras se hace evidente que el beneficio que traerá hacia los pobladores se verá reflejado en su bienestar de vida.

Impactos sobre el empleo

Para este factor se considera benéfico significativo, de intensidad alta, de extensión puntual, temporal y a corto plazo, cabe señalar que la intensidad alta es porque refleja un impacto positivo.

El impacto en esta zona como efecto es de la creación de empleos, que a su vez, impulsará la dinámica de comercio local y en general sobre la actividad económica de la zona y consecuentemente del estado.

V.I. 5 Conclusión

Los impactos identificados para las actividades del presente proyecto traerán un beneficio inmediato a nivel ambiental y social en la zona donde se pretende ubicar, por lo cual se determina que el proyecto es viable ambientalmente de realizarse en la laguna Caimanero, ya que la tendencia de los impactos se inclina a no presentar efectos significativos, y los pocos que son adversos pueden ser mitigados y reversibles.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

VI.1.2 Agrupación de las medidas de mitigación propuestas

La integración de medidas de mitigación propuestas han sido establecidas mediante grupos de la siguiente forma:

- Grupo 1. Contaminación atmosférica.
- Grupo 2. Contaminación del agua.
- Grupo 3. Modificación del suelo natural
- Grupo 4. Afectación de flora y fauna.
- Grupo 5. Alteración del paisaje.

VI.1.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

VI.1.3.1 Grupo 1. Contaminación del Aire

La contaminación del aire por partículas PM10 y gases de combustión provenientes de motores a gasolina o diesel, pudiera ser mitigada realizando las siguientes acciones:

Control de las emisiones

- Se deberá elaborar un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria terrestre como la que se usa en medio acuático y de los vehículos que laboren en el proyecto durante las etapas de construcción, y operación, el programa incluirá un calendario de afinaciones o en su defecto de reparaciones de motores.
- Se llevarán a cabo mediciones perimetrales para asegurar que los niveles de emisión de ruido estarán por debajo de la NOM correspondiente.
- Se deberá elaborar un programa de horarios de flujo vehicular de la maquinaria y de los vehículos automotores que acceden al área del proyecto.
- Se prohibirá la quema a cielo abierto de cualquier material en el sitio, por la generación de residuos como madera, plásticos, entre otros materiales llevándolos a su disposición correcta.

- Se deberá implementar un programa emergente de reducción de actividades en caso de que la calidad del aire no sea aceptable.
- Coordinar con el municipio campañas de verificación vehicular voluntaria entre los empleados de las empresas prestadoras de servicios.

VI.1.3.2 Grupo 2. Contaminación del Agua

- Se deberán instalar baños portátiles en las áreas de obra.
- Establecer los procedimientos operativos necesarios para almacenar, manejar y controlar adecuadamente productos tóxicos y combustibles para evitar derrames que puedan contaminar agua y sedimentos.
- Durante la carga, descarga y el manejo de materiales a granel en el área del proyecto, colocar lonas y/o redes que eviten la caída de estos materiales a cuerpo de agua.
- No verter aceite quemado, ni químicos líquidos de ninguna índole al sistema estuarino o a las corrientes superficiales.
- Establecer programas de ahorro en el consumo de agua.
- Se deberán establecer planes de prevención y limpia de derrames relacionados con la maquinaria que lleve sus actividades en el medio acuático.
- Prohibir el mantenimiento de cascos de embarcaciones en el atracadero, a menos que se realice en instalaciones autorizadas y diseñadas para tal fin.

VI.1.3.3 Grupo 3. Modificación del Suelo Natural

- No rellenar terrenos con basura o materiales reactivos.
- Los residuos de la construcción calificados como residuos de manejo especial, serán colectados y manejados por una empresa especializada.
- Responsabilizar al promovente respecto del manejo de los residuos peligrosos generados.
- Construir bordos de contención en las zonas de tiro para evitar el arrastre de materiales por lixiviación.

VI.1.3.4 Grupo 4. Afectación Fauna terrestre

- Se deberá llevar a cabo un programa de protección de avifauna de la zona del proyecto

VI.1.3.5 Grupo 5. Alteración del paisaje

- Se delimitará el área del proyecto mediante acordonamiento, para evitar el acceso a personal no autorizado.
- Las obras complementarias al término del proyecto serán desmanteladas.

Tabla VI.1. Relación entre las medidas propuestas y los impactos detectados

Medida de Mitigación	Grupo de medidas	Factor ambiental asociado
1	Contaminación del Aire	Calidad del aire, Ruido
2	Contaminación del Agua	Calidad del agua
3	Modificación al Suelo natural	Calidad del suelo
4	Afectación de fauna terrestre	Distribución
5	Alteración al paisaje	Relación hombre entorno

VI. 2 Impactos residuales

Para disminuir los efectos después de aplicar las medidas de mitigación propuestas (posibles impactos residuales) se proponen las siguientes:

Factor Aire:

Mediante la adopción de las medidas de mitigación, se espera reducir en su mayoría dichas emisiones.

Factor agua:

La finalidad de todas las medidas de mitigación antes listadas es disminuir las emisiones contaminantes de productos tóxicos, combustibles, grasas y aceites, materia orgánica y sólidos. El programa permitirá monitorear la calidad del agua en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de identificar malas prácticas dentro de la construcción y operación que afecten el sistema ambiental.

Factor Suelo:

Establecer un área específica y bien diseñada para almacenar los residuos sólidos y peligrosos así como la implementación de un programa integral de manejo de residuos, se espera reducir la contaminación por un mal manejo, evitando así un efecto adverso significativo sobre el medio terrestre y acuático.

Factor fauna terrestre:

Es evidente que el efecto causado por el proyecto hacia este factor no se prevé una medida de mitigación, ya que se espera que la fauna se desplace naturalmente por efecto de las actividades antropogénicas.

Factor Plancton y bentos:

El monitoreo de plancton y bentos permitirá determinar la productividad del sistema estuarino, ya que es evidente que en la etapa constructiva, habrá una modificación directa de este factor, y del cual se espera no sea por períodos extensos, sin embargo con la implementación de este monitoreo se servirá para verificar las condiciones dentro del sistema ambiental después de finalizada la obra.

Factor paisaje:

El desmantelamiento de obras provisionales causará la generación de residuos, así como la compactación del suelo donde se pretendan ubicar. Para mitigar este efecto sería necesario elaborar un programa calendarizado de desmantelamiento, para observar la capacidad del almacén de residuos y los días de recolección y se sugiere restablecer la zona con vegetación típica de la zona.

Estas medidas de mitigación pretenden disminuir las emisiones contaminantes al aire, agua y suelo así como regular las condiciones naturales del sistema por afectar, es evidente que existen medidas compensatorias que permitirán como su nombre lo expresa, compensar los efectos causados que no pueden ser mitigados en el área del proyecto.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronósticos del escenario

De acuerdo al análisis efectuado en el capítulo V se ha determinado que el proyecto no causará impactos ambientales severos. Por lo tanto, de acuerdo a lo señalado en la guía para la realización de la MIA, no se realiza el primer apartado de este capítulo.

La situación en la que actualmente se encuentra la laguna Caimanero es la de un sistema degradado de forma severa.

En el pasado este humedal poseía una importante integridad ecológica y debido a afectaciones antropogénicas y naturales se encuentra en proceso de deterioro constante, que serán revertidos mediante la ejecución del proyecto en estudio, lo que mejorará considerablemente la calidad fisicoquímica y biológica del agua, la hidrodinámica del cuerpo de agua, y el beneficio a los pescadores dando mayor productividad y mayor seguridad.

Sin embargo el cuerpo de agua sigue expuesto a las descargas agrícolas y de otra índole, por lo que es importante considerar el desazolve para mejorar el intercambio de aguas marinas y así renovar las masas de agua y con esto finalmente devolver las características típicas de un sistema que son la comunicación constante y eficiente con el mar dando origen a los complejos procesos estuarinos. Lo anterior daría como resultado una producción elevada de la biomasa y la conservación del ecosistema para obtener la biodiversidad que los humedales poseen.

El escenario esperado es: un mejor funcionamiento del ecosistema, a través de la circulación hidrodinámica, permitiendo mejorar las condiciones de soporte de vida para los componentes bióticos de la bahía, a través de un mejoramiento en la calidad del agua, y así tener mayor productividad por parte de los pescadores y al mismo tiempo mayor seguridad en el atraque y descarga de productos.

Se esperan las siguientes modificaciones específicas:

- Intercambio aguas estuarinas-marinas lo generaría el acarreo de especies acuáticas que utilizan el estero para completar sus ciclos biológicos.
- Mejorar la calidad del agua para soporte y desarrollo de las especies de flora y fauna acuáticas o asociadas a zonas de inundación.
- Detener o disminuir de los procesos de deterioro de los canales de circulación hidráulica representado por la acumulación de sedimentos y procesos de erosión
- Una eficiente operación de la actividad pesquera en la zona del proyecto.

VII.1.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto sin medidas de mitigación

Por tratarse de un proyecto infraestructura hidráulica, los resultados son los mismos que en el caso anterior, de no aplicarse las medidas preventivas y de mitigación se pondría en riesgo diversos componentes ambientales, particularmente la flora y fauna acuática y/o que se encuentra en algún estatus de protección y corre el riesgo también de provocar algún accidente por derrames de combustibles, recalcando que actualmente el ecosistema se encuentra ya muy deteriorado.

VII.1.2. Escenario con Proyecto y con Medidas de Mitigación.

La adecuada implementación de las medidas de mitigación propuestas permitirá prevenir o mitigar los efectos temporales que generará el proyecto sobre el sistema ambiental, principalmente aquellos referentes a la contaminación de suelo, agua y aire durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Para los aspectos estéticos en el ambiente terrestre (zonas de tiro), se contempla el uso de materiales con bajo contraste cromático, lo cual reduce el efecto visual de las estructuras, no obstante, permanecerán las estructuras como elementos artificiales ajenos al entorno ambiental. La adecuación del calendario de trabajo permitirá reducir las afectaciones a la avifauna, mientras que la reforestación de las zonas de tiro con vegetación de manglar, favorecerá la mitigación de los efectos sobre el paisaje.

Es así que los impactos ambientales adversos que permanecerán aún después de la aplicación de medidas de mitigación son, por un lado, el ahuyentamiento temporal y no significativo de la avifauna por el ruido generado durante las operaciones de desazolve e hincado de postes para la conformación de zonas de tiro con cierta integración visual a su entorno natural.

Así, el proyecto no implicará la merma de la integridad ecosistémica del sistema ambiental considerado, siendo todas sus implicaciones adversas, no significativas y temporales. Aunado a lo anterior, la instrumentación de las medidas de mitigación propuestas prevendrá o mitigará algunos de estos efectos, con lo que el escenario ambiental considera únicamente los beneficios obtenidos con la ejecución del proyecto, quedando como impacto residual la presencia de las zonas de tiro en áreas de bajo valor estético.

VII.1.2.1. Construcción del escenario sin proyecto

El escenario esperado sin obras: constante acumulación de sedimentos en la laguna Caimanero y cada vez más difícil la salida y el arribo de embarcaciones menores, aunado a esto posiblemente, conducirá a la desecación y fragmentación del sistema lagunar, formando dos cuerpos de agua diferentes en donde el cuerpo de agua quedaría dividido pasando por procesos severos de eutrofización y la desaparición de especies dependientes de la comunicación marinas para sus ciclos biológicos, debida a la cada vez más escasa comunicación con el mar, en particular se esperarían los siguientes eventos:

- Acumulación de sedimentos que conducirá a la fragmentación del sistema y como consecuencia ausencia de especies de origen salobre y marino. Muerte de la actividad pesquera.
- Mala calidad del agua para el soporte de vida de las especies de flora y fauna acuáticas o asociadas a zonas de inundación, esto se reflejaría en un aumento de la salinidad, aumento de la temperatura, disminución en la concentración de oxígeno disuelto induciendo a condiciones anaerobias esto es a la eutrofización total del ecosistema, disminución del pH.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

La implementación de las medidas de mitigación para los impactos identificados en cada una de las etapas del proyecto, han sido agrupados en un Programa de Vigilancia Ambiental, con la finalidad de garantizar en todo momento la conservación y el manejo sustentable de los recursos antes y durante el desarrollo del proyecto.

La finalidad de estos programas es la de dar seguimiento al programa de medidas de mitigación y establecer los mecanismos de corrección en caso de desviaciones de los resultados esperados.

VII. 2.1 Programas de ejecución

Son aquellos que se llevarán a cabo, antes y durante el desarrollo del proyecto con la finalidad de evaluar el estado que guardan los recursos abióticos y bióticos por las actividades constructivas del proyecto, detectando puntos críticos de emisión de contaminantes por el desarrollo del proyecto.

- ◆ **Monitoreo de la calidad del agua.** Se realizarán análisis fisicoquímico y biológico de muestras puntuales tomadas en el área afectada por la construcción. Los puntos de muestreo deben seleccionarse en campo teniendo en cuenta la ubicación de instalaciones.
- ◆ **Monitoreo de la calidad de sedimentos.** Se realizarán análisis CRETIB de muestras puntuales de sedimento tomadas en el área afectada por la construcción. Los puntos de muestreo deben seleccionarse en campo teniendo en cuenta la ubicación de instalaciones.
- ◆ **Monitoreo de la utilización de recursos.** Se deberá medir la cantidad de agua utilizada durante el desarrollo del proyecto y la cantidad de energía, mediante la implementación de un manual de consumo, este monitoreo, se deberá llevar a cabo en los campamentos y en las actividades constructivas durante todo el proyecto.
- ◆ **Programa de reforestación, protección y rescate de flora y fauna bajo estatus de protección.** Dicho programa consiste en reubicar a las especies de flora y fauna que sea

susceptible de rescatar, que se encuentran dentro del predio bajo estatus de protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010, generando con esto mejores condiciones de vida para los individuos, favoreciendo la continuidad biológica.

♦ **Programa de Seguridad e Higiene dentro de la construcción.**

Se elaborará un Programa de Seguridad e Higiene dentro de la obra dando cumplimiento a la normatividad vigente de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social, con la finalidad de proteger a los trabajadores sobre su seguridad.

♦ **Programa de Interno de Protección Civil.**

Se elaborarán procedimientos y lineamiento internos (dentro de la construcción) con la finalidad de dar una respuesta oportuna en caso de un evento (incendio, derrames y fugas), así como los primeros auxilios a los trabajadores.

♦ **Programa integral para el manejo, disposición y reciclaje de residuos sólidos.**

Para la manipulación de los residuos sólidos domésticos generados dentro del área del proyecto, se elaborará el Programa Integral para el Manejo, Disposición y Reciclaje de los Residuos Sólidos, incluyendo los residuos de manejo especial, el cual debe ser de fácil aplicación, para que, de esa manera, se promuevan dichas actividades entre los trabajadores en la construcción.

Otros aspectos relevantes que tendrá contemplado el citado programa de manejo, serán los siguientes:

♦ **Programa de educación y capacitación ambiental.**

La falta de una cultura ambiental por parte de los trabajadores en el campo de la construcción es muy común así como de algunos proveedores, por lo que se pretende mediante la adopción de un programa de educación ambiental, concientizar a los trabajadores de la importancia del entorno y las consecuencias que generaría la afectación de áreas aledañas que se encuentren fuera de la zona delimitada del proyecto.

El programa de vigilancia ambiental, será la mejor estrategia para monitorear los impactos ambientales que generará el proyecto, y se asegurará que la ejecución se haga de manera ordenada y/o operativa cumpliendo con la legislación ambiental vigente.

Con la finalidad de dar cumplimiento al programa de vigilancia ambiental, se contratará a un especialista en materia ambiental.

VII.3 Conclusiones

Dadas las condiciones de la calidad del agua, las obras de desazolve, desde el punto de vista de soporte de vida y desarrollo sustentable respecto a la actividad pesquera, mediante la realización del proyecto en estudio, beneficiará de manera contundente en lo siguiente:

Al mejoramiento de la circulación hidráulica para conseguir una distribución homogénea de la calidad del agua, y consecuentemente la eficiencia de la introducción de especies pesqueras de interés comercial provenientes de la zona marina cercana como es el caso del camarón y así incrementar el aprovechamiento de especies pesqueras de interés comercial.

Por otra parte se considera que los impactos negativos identificados en la construcción de la infraestructura hidráulica, el desazolve de canales de navegación y dársenas en la laguna Caimanero, serán de carácter temporal. Los impactos negativos son inferiores a los impactos benéficos, la identificación del impacto adverso significativo más importante durante el desazolve, debido a la afectación del bentos no se debe prejuzgar la totalidad del proyecto ya que dicho impacto es completamente reversible o compensable, los beneficios de las obras deben evaluarse en función del incremento en productividad pesquera, de un incremento también en la prestación de servicios ambientales particularmente en la producción de fitoplancton, de conservación del humedal costero con todos sus componentes y por lo tanto del paisaje.

Por lo anterior se concluye que el proyecto es AMBIENTALMENTE VIABLE, TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y SOCIALMENTE DESEABLE.

VII.4. Recomendaciones Generales

Las recomendaciones para reducir o evitar todavía más efectos negativos sobre el sistema lagunar son las siguientes:

1. Difundir la legislación y normatividad pesquera y ambiental, resaltando los delitos ambientales que afectan los recursos acuáticos
2. Promover y adoptar las medidas de protección y conservación de especies y hábitats acuáticos.
3. Promover entre los pescadores el uso de artes y prácticas de pesca selectivas y ambientalmente seguras, con la finalidad de mantener la biodiversidad y conservar la estructura de las poblaciones, el ecosistema acuático y la calidad de producto.
4. Fomentar la comunicación entre los usuarios a los tres niveles de gobierno.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de Presentación

VIII.1.1. Cartografía

Incluida en el texto y **Anexo I**.

VIII.1.2. Fotografías

Se anexa una memoria fotográfica en **Anexo II**.

VIII.1.3. Videos

No se anexa video.

VIII.1.4. Listados de flora y fauna

Los listados de flora y fauna fueron integrados en el cuerpo del documento

VIII.2 Otros anexos

- A. Se anexa documentación del promovente (**Anexo III**).
- B. Se anexa campaña de muestreos de calidad de agua y sedimento (se anexa impresos y digitales) (**Anexo IV**). Se incluyen también como anexos digitales los resultados de Análisis CRIT (**Anexo V**).

VIII.3 Glosario de términos

VIII.3. Glosario de términos.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Bordo: Pueden ser pequeñas cortinas que producen el represamiento de un cuerpo de agua superficial con diversos fines.

Canal: Los canales son obras para conducción del agua captada, desde su fuente hasta el lugar de su aprovechamiento. Los canales pueden ser a cielo abierto, cerrados, sin revestir y revestidos de concreto.

Cárcamo de bombeo: Consiste en un depósito de agua para mantener un suministro constante a un sistema de bombeo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios, fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Dársena: Cada una de las partes interiores de un puerto de mar limitadas por los muelles y malecones (obra que se hace a orillas de los ríos o del mar para proteger éstas contra las aguas corrientes y el embate de las olas).

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Despedregado: Consiste en la eliminación de rocas grandes de un terreno.

Dique: Muro para contener las aguas fluviales o marítimas y regular el curso de éstas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Escollera. Es un rompeolas constituido por un amontonamiento de rocas gruesas, coronado por bloques de hormigón y obra civil.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Espigón: Dique en forma de macizo, perpendicular a la orilla de un río o una playa, que sirve para regular el curso del primero o para proteger la segunda contra el oleaje y las corrientes del litoral.

Fluvial: Relativo o perteneciente a los ríos.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Irrigar: Llevar agua a las tierras mediante canales, acequias, etc., regar.

Jagüey: Pozo o zanja llena de agua, ya artificialmente, ya por filtraciones del terreno.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Milla marina (o marítima): Teóricamente es equivalente a la distancia media que separa dos puntos de la superficie terrestre situados a igual longitud y cuya latitud difiere de un minuto de arco. Por acuerdo internacional, se le ha atribuido el valor convencional de 1,852 m.

Muelle: Son obras que se realizan en la orilla del mar o de un río para consolidarla, permitir el atraque de los barcos y facilitar su carga y descarga.

Muro de contención: Su función es similar a la de un dique, que permite el represamiento de un cuerpo de agua o también para evitar el deslizamiento de suelo u otro material.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Obras de conducción: Son obras requeridas para transportar el agua captada, desde la fuente hasta el lugar de almacenamiento, regulación, tratamiento o distribución.

Pluvial: Relativo a la lluvia.

Presa de almacenamiento: Estas presas, como su nombre lo dice, tienen la función de almacenar agua para ser un abastecimiento confiable del recurso agua a lo largo del año, específicamente en temporadas de sequía. Su función es múltiple y pueden ser útiles para irrigación de zonas agrícolas, para suministro a zonas industriales y urbanas y para producir energía eléctrica, principalmente. Se establecen interceptando el escurrimiento de un caudal permanente, de manera que se garantice el llenado de la presa de manera continua.

Presa derivadora: La función de estas presas es interceptar una corriente para elevar la columna de agua para poder así derivar el agua hacia otras zonas que requieren del recurso e incluso para

derivar a otras presas, sin necesidad de establecer sistemas de bombeo para llevar el agua a zonas más altas.

Presa de control de avenidas: La función de estas presas es la de evitar que las grandes avenidas que llegan a darse en temporada de lluvias puedan producir inundaciones en zonas agrícolas, urbanas, industriales, etc. al salirse los ríos de su cauce. Esta presa retiene temporalmente los grandes volúmenes de agua y permite su gradual escurrimiento aguas abajo, de manera controlada. Estas presas pueden establecerse a lo largo de un río para ir almacenando el escurrimiento y repartirlo entre varias de ellas.

Represa: Sinónimo de presa o de embalse.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Rompeolas: Dique avanzado en el mar que se construye a la entrada de los puertos para que no penetre en ellos el oleaje.

Salmuera: Agua fuertemente cargada de sal, que puede resultar, por ejemplo, de la evaporación del agua del mar.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Subsoleo: Introducción de maquinaria para aflojar profundamente el suelo.

Tómbolo: Conjunto formado por lo que primitivamente era un islote y la lengua de arena que lo une al continente.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Varadero: Plano inclinado de madera o de concreto que se prolonga desde la orilla del mar hacia el fono y cuyo objeto es el de poder sacar a tierra las embarcaciones para repararlas o para otros usos, ya sea por medio de un cabrestante (especie de torno de tambor vertical para halar o tirar de un cable), arrastrándolos por la quilla de la embarcación sobre postes, o si son mayores colocándolas sobre rieles.

Bibliografía

Amezcu-Linares, F., 1976. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Anales del Centro de Ciencias del mar y Limnología, UNAM.

Audelo del Valle, J., 2003. El laboratorio de estudio y diagnóstico molecular en acuicultura en la unidad los Mochis de la Universidad de Occidente. Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuicola (PRONALSA), Red de Diagnóstico, 2003. Vol.1, No.21

Castañeda, L.O. y F. Contreras E., 1994. Bibliografía Comentada Sobre Ecosistemas Costeros Mexicanos. Volumen II, Litoral del Pacífico. CONABIO/ UAM – I/ CDELM. 495 P. México, D.F.

CE-CCA-001/89. Publicado en el diario oficial de la federación el 12-13-89

Cervantes E., A.; Ruiz L., A. y C.A. Berlanga R. Evaluación de la condición de los sistemas de manglar en el noroeste de México (http://www.ine.gob.mx/descargas/ord_ecol/1bienal_oemgc_res_acervantes_etal.pdf)

CFE, Comisión Federal de Electricidad. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotécnica. A.2.13 Hidráulica Marítima. México. 1983, 2.13-106-2.13-107.

Coastal Engineering Manual, EM-1110-2-1100 Chap. 6 Hydrodynamics of Tidal Inlets. U.S.A., 2001.

Comisión Nacional del Agua. Manual de Ingeniería de Ríos, Capítulo 8 Inicio de Movimiento y Acorazamiento. México, 1996. pág. 80 y 81.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México D.F.

CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.

CONAPO. Portal en Internet.

Contreras E., Francisco. Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO-UAM Iztapalapa. México, 1993.

Dean, Robert G. y Dalrymple, Robert A. Coastal Processes with Engineering Applications. Cambridge University Press. 2002 pág. 433.

De la Lanza, G. y García-Calderón, J.L., 1991. Sistema lagunar Huizache y Caimanero, Sin. Un estudio socio ambiental, pesquero y acuicola. Hidrobiológica Vol. 1(1): 1-35.

De la Lanza, G., 1984. Materia orgánica en los sedimentos del sistema lagunar Huizache y Caimanero: importancia, comportamiento y significado en modelos de predicción. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.

Diario Oficial de la Federación, 1989.- Criterios ecológicos de calidad de agua. C.N.A. Publicado el 13 de diciembre de 1989. México, D.F.

Haws, M. y Rojas-Umaña, A., 2006. SALUD, AMBIENTE Y ACUICULTURA EN LA COSTA PACIFICA DE MÉXICO, 2006.

INEGI. Portal en Internet.

J.D.H. Strickland and Parsons, 1972.- A practical Handbook of seawater analysis. Fisheries research board of Canada. Ottawa. Second edition. 310 p.

Kjerfve, B., 1994. Coastal Lagoons. Pag. 1 – 8. En: Coastal Lagoon Processes. Björn Kjerfve (Eds.). Elsevier oceanography series: 60.

Lankford, R.R., 1977. Coastal Lagoons of Mexico, Their Origin and Classification. Estuarine Processes, Vol. II. : 182 – 215.

López Ramos, 1979, Geología general y de México. Tomo III. Instituto de Geología. U.N.A.M. Méx. 445pp.

Lyle Fritch L.P., E. Romero Beltrán y J.A. Bect Valdez. 2004. Estimación de la perdida de organismos estuarinos en el sistema lagunar Playa Colorada – Santa María – La Reforma, Sinaloa. Memorias del XIV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, Mazatlán, Sinaloa. Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. www.nhc.noaa.gov/pastall.shtml

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996

Per Bruun, Stability of Tidal Inlets, Theory and Engineering. Elsevier Scientific Publishing Company. AE Amsterdam, the Netherlands, 1978.

PNDEC, 2003. Programa Nacional de Diagnóstico de los Ecosistemas Costeros de Sinaloa. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. La Paz, B. C. México. 219 p.

Romero Beltrán, E., J. A. Bect Valdez, L. P. Lyle Fritch, S. Retamoza Leyva, H. J. Parra Osuna, J. L. Guevara Osuna y V. Moreno Medina, 2001.- Aspectos de construcción y operación de granjas camarónicas en el estado de Sinaloa, México. Informe de investigación. Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán. 78 p.

Sabro Higashida Miyabara. Topografía y Geodesia. México 1986.

Salinas Madrigal, Luis Eduardo. Huracanes y su Oleaje. Tesis Profesional, ESIA, Zac. IPN. México. 1994, 85-87.

Secretaría de Marina, Dirección General Adjunta de Hidrografía y Cartografía. Tablas Numéricas de Predicción de Mareas 2007, Océano Pacífico. México, 2008.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-059-2010 que Determina las Especies y Subespecies de Flora y Fauna Silvestres Terrestres y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y las Sujetas a Protección Especial y que Establece Especificaciones para su Protección. Diario oficial de la federación, 6 de marzo del 2002.

SMN, Sistema Meteorológico Nacional. www.smn.cna.gob.mx

SPM, Shore Protection Manual. Vol. I U.S. Army. Coastal Engineering Research Center. U.S.A. 1984, 3-83 - 3-84.

Suárez Morales, 1994. Comunidades Zooplanctónicas de las lagunas costeras. Pp. 247 – 268. En: de la Lanza G.E. y C. Cáceres Martínez (Eds.), 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. UABCS: 525 p.

UNISYS, Unisys Weather Hurricane, <http://weather.unisys.com/hurricane/>

Washington State Department of Transportation, 2010. Advances Trainig manual. Biológico Assessment Preparation for Transportation Projects.

Yáñez-Arancibia, A., 1986. Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. AGT Editor, S.A., México, D.F.: 189 p.

ANEXOS

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III

ANEXO IV