

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto del presente estudio es un laboratorio de cultivo de nauplios y post-larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, perteneciente a la empresa Semillas del Mar de Cortéz S. A de C. V., ubicado en el municipio de Culiacán, Sinaloa., en el kilómetro 12 de la carretera Arenitas-El Dorado, cuya operación inició en el año 2000.

La empresa Semillas del Mar de Cortez, S.A de C.V., solicitó una inspección a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) con el fin de regularizar la situación del laboratorio en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT. La solicitud de inspección se realizó mediante escrito con fecha de recibido por oficialía de partes de la delegación de Sinaloa de PROFEPA el día 10 de febrero del año 2021,

Dicha delegación emitió el día 16 de marzo del presente año, una orden de inspección con número SIIZFIA/014/21-IA expedida por el Biol. Pedro Luis León Rubio.

La visita de inspección se llevó a cabo el día 22 de marzo del 2021, y en cumplimiento al objeto de la orden de inspección, se requirió al visitado que presentara la autorización en materia de impacto ambiental emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por la realización de las obras y actividades que fueron observadas, quien manifestó no contar con dicha autorización.

Con base en lo anterior, la presente Manifestación de Impacto Ambiental pretende describir las etapas de operación y mantenimiento del laboratorio, así como, la identificación y evaluación de impactos ambientales y definición de medidas de mitigación, de acuerdo a lo solicitado en la Guía para la presentación de la MIA Sector Pesquero-Acuícola Modalidad Particular, con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT.

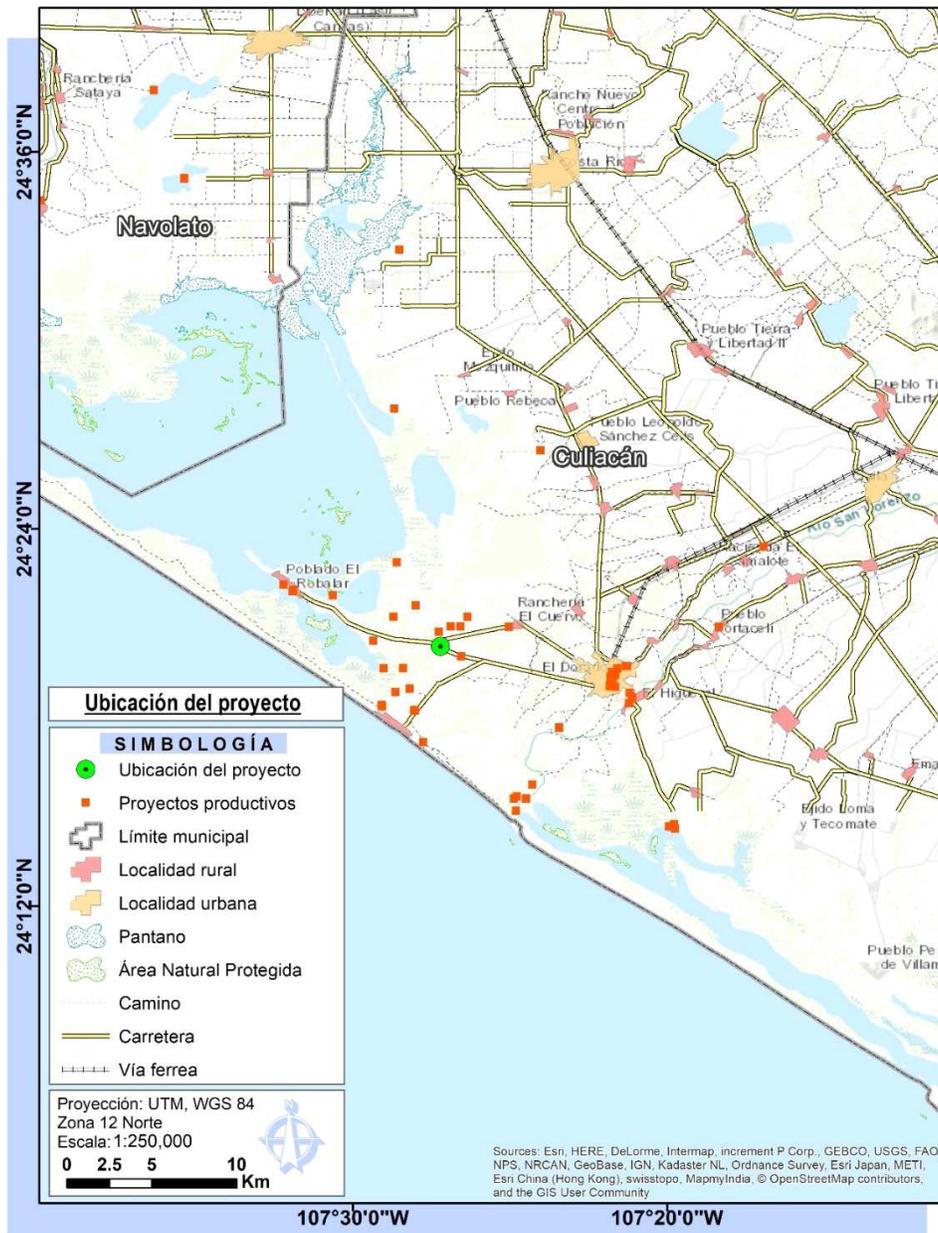
De manera particular, la naturaleza de este proyecto nace de la demanda existente de postlarva de camarón en el estado de Sinaloa, ya que, del 100% de la producción de larva en Sinaloa, el 55% es para autoconsumo y el restante se comercializa a Estados como Sonora, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Campeche y Tabasco. En este sentido, Sinaloa ha sido, desde siempre, líder en el abasto de postlarva de Camarón como insumo de la camaronicultura

Así mismo, dada la ubicación geográfica y las condiciones climáticas del sitio donde se ubica el laboratorio, el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, es una actividad predominante de en la zona.

## II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El proyecto se ubica en Estado de Sinaloa, en la Región costera del estado, dentro del municipio de Culiacán, en el kilómetro 12 de la carretera Arenitas-El Dorado. En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto.

### A) CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



Croquis 1. Ubicación del laboratorio con respecto a otros proyectos productivos y ANPs.



Croquis 2. Ubicación del laboratorio con respecto a otros proyectos productivos y canal de llamada.

## B) PLANO DE CONJUNTO

A continuación, se muestra una imagen con la infraestructura general del laboratorio, el cual consta de las siguientes áreas:

Un área operativa conformada por:

Sedimentadores, 5 con capacidad de almacenamiento de 100 m<sup>3</sup> y 2 de 150 m<sup>3</sup>.

Salas de desove,

Zona de filtros,

Cuarto de filtración y bombeo de aproximadamente 25.26 m<sup>2</sup>.

Zona de cultivo de microalgas (una de cilindro con tubos de ensayo y matraces, y otra de garrafrones plásticos de 19 L, 40 piezas),

Área de filtro biológico,

Área de calderas (consta de dos calentadores de agua que operan con gas LP),

Cepario,

Área de análisis,

Área de artemias con 14 tolvas de reproducción con capacidad de almacenamiento de 500 litros c/u,

Área de generador eléctrico con motor John Deere que impulsa a un generador de 125 KVA,

Sala con 10 piletas con capacidad de almacenamiento de 20 m<sup>3</sup> para cría larvaria,

Área de reproducción de microalgas masivo con 6 piletas de las cuales 4 tienen capacidad de 8 m<sup>3</sup> c/u y 2 piletas con capacidad de 15 m<sup>3</sup> c/u.

Sala de postlarva de camarón con 8 piletas con capacidad de 20 m<sup>3</sup> cada una y otra área con 4 piletas de capacidad de 20 m<sup>3</sup> cada una.

Sala exterior de análisis con 10 piletas de las cuales 6 con capacidad de 30 m<sup>3</sup> c/u y 4 con capacidad de 50 m<sup>3</sup> cada una.

Sala de desove,

Área de reserva de reproductores.

Área de eclosión.

Instalaciones de tipo invernadero para ocasionar un ambiente de temperatura controlada, entre otros;

Un conjunto de áreas generales constituidas por:

Dormitorios (de una sola planta y en planta alta),

Bodegas y almacén,

Área de estar,

Cocina,

Baños,

Comedores,

Sala de juntas, entre otros,

Área de lagunas de oxidación. Constituida por 2 lagunas de oxidación tipo estanque bordeadas de tierra.

Para mayor detalle sobre la distribución del laboratorio, revisar el plano que se incluye dentro de los ANEXOS.

**Figura 1. infraestructura general del laboratorio.**



**Foto 1 Foto de la fachada del laboratorio.**

De manera más específica, las áreas de producción se conforman por las siguientes zonas:

Cuarto de Bombas.

Cuarto de filtración de agua.

Reservorios (sedimentador 1 y 2, reservorio principal).

Sala 1 de producción de postlarvas (10 tanques).

Sala 2 de producción de postlarvas (12 tanques).

Área de producción de Microalgas.

Área de producción de Artemia.

Área de calderas.

Área de Maduración.

Área de Desove.

Área de Eclosión.

Área de las Reservas reproductoras.

## **COLINDANCIAS**

Colindante al laboratorio SEMARC S.A de C. V., se encuentra, al oeste, un rancho particular, al este, una Granja de camarón y un cuerpo de agua, hacia el sur, el laboratorio colinda con la Carretera Federal 20 “El Dorado-Las Arenitas” y posterior a la vía de comunicación se encuentra una granja camaronera, mientras que, al norte, colinda con terreno natural que presenta vegetación propia de la zona.

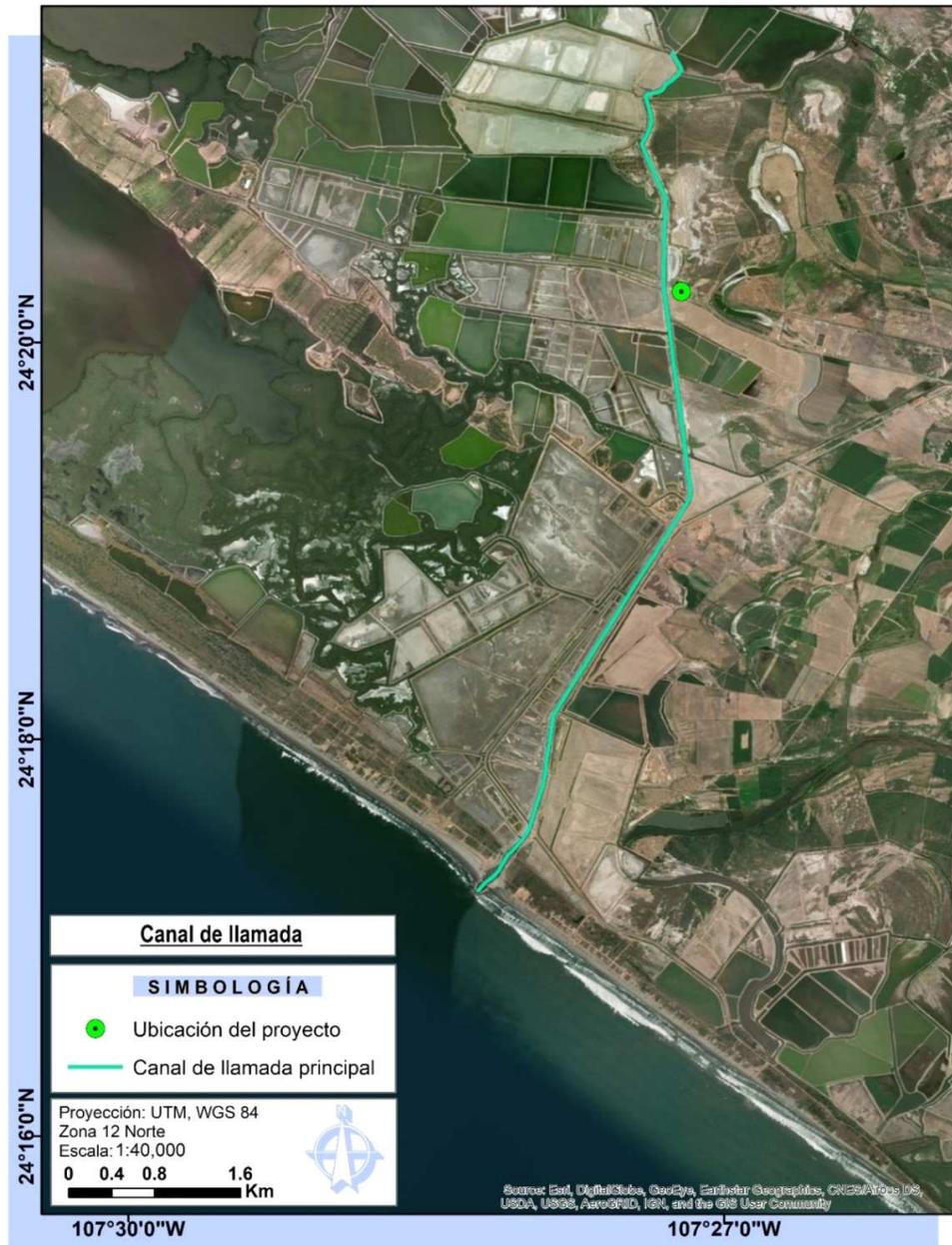
**Figura 2. Ubicación del laboratorio y colindancias (Fotografía Satelital obtenida de Google Earth, 2021)**

## **CUERPO DE AGUA DE ABASTECIMIENTO (USOS Y APROVECHAMIENTOS)**

El proyecto aprovecha directamente el agua oceánica bombeada por medio de tuberías de PVC y bombas interconectadas al canal de llamada de tipo artificial denominado “El Patagüe”, ubicado a aproximadamente, 6 km metros de Playa Ponce, en el Mar de Cortez, en el Océano Pacífico. Este canal se localiza al oeste del predio a una distancia aproximada de 23 metros.

De este canal se abastecen otros proyectos productivos del sector camaronero de la zona, derivándose del mismo, canales más pequeños que llegan a las diversas granjas camaroneras. El

canal denominado “El Patagüe”, tiene un ancho promedio de 30 metros y un largo aproximado de 11 km.



### Croquis 3. ubicación del canal de llamada “el patagüe”

El agua con el que se abastece el laboratorio pasa por un proceso de filtración y tratamiento que consiste en bombear el agua, filtrar y sedimentar los sólidos existentes, así como hacerla pasar por un tratamiento mediante la utilización de ozono para eliminar la presencia de cualquier tipo de microorganismos, tales como bacterias, virus, protozoos, nemátodos, hongos, agregados celulares, esporas, entre otros.

La toma de agua del laboratorio SEMARC se encuentra a 60 metros de distancia del canal de llamada, en un punto medio donde aparecen mareas bajas. La succión de agua se realiza mediante 2 bombas de 3 hp que están acopladas a tuberías de pvc. hidráulicas las cuales conducen el agua hacia los reservorios sedimentadores.

En general el proceso de tratamiento se lleva a cabo mediante la siguiente infraestructura:

Un sistema de bombeo constituido por 3 bombas eléctricas.

Filtros para filtración primaria de sólidos.

Sedimentadores.

Un tanque de reservorio.

Un cuarto de filtrado y ozonificación. Cuenta con 2 filtros de sílica, un generador de ozono y un cilindro con manómetro.

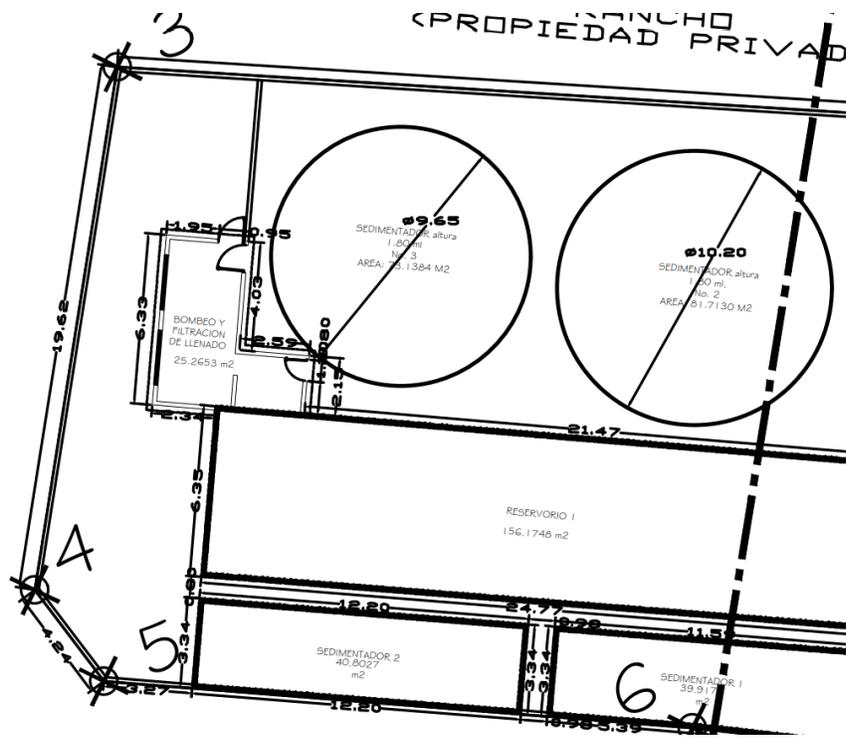


Figura 3. trazos de obra de toma de agua

La infraestructura del proyecto tiene una capacidad aproximada de almacenamiento de agua de acuerdo a lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1 Capacidad de almacenamiento de agua del proyecto para los procesos de producción.

Infraestructura	capacidad (m3)
Reservorio 1	300
Reservorio 2	300
Reservorio de maduración	300
Tinas de sedimentación	800
Piletas cría larvaria	200
Piletas microalgas	62
Piletas postlarva	240
Piletas de análisis	380
40 garrafones de 19L	0.76
14 tolvas de reproducción de 500 L/tolva	7
10 piezas de Rotoplas	7

Foto 2 Fotos de algunas zonas de infraestructura para la producción del laboratorio.



Los valores óptimos de factores fisicoquímicos del agua para poder iniciar el cultivo son los siguientes:

Factor fisicoquímico	Valores óptimos
OXIGENO	4.5 A 5 mg/litro
TEMPERATURA	30-32°C
P H	7.5 a 8.5

AMONIO	0.0 mg/litro
SALINIDAD	30 a 35 ppt
RESIDUAL DE CLORO	0.0 ppm
RESIDUAL DE OZONO	0.0 mg/litro

Tabla 2 Valores óptimos del agua para su utilización en los procesos de cultivo.

## CUERPOS DE AGUA DE DESCARGA

El laboratorio cuenta con 2 tipos de descargas, las descargas del tipo domiciliario resultantes del uso de agua en sanitarios, lavamanos, cocina y áreas administrativas en general, y las descargas resultantes de los procesos de producción del laboratorio.

Las descargas del tipo domiciliario son descargadas principalmente a las 2 fosas sépticas que se tienen instaladas dentro del predio, ya que no existe red de drenaje cercana dentro de la zona. Las fosas sépticas tienen una capacidad de 15.3 m<sup>3</sup> y 11.8 m<sup>3</sup> aproximadamente, y se les da un mantenimiento anual para mantenerlas en buenas condiciones.

Por otro lado, todas las descargas resultantes de los procesos de producción del laboratorio, se descargan a las lagunas de oxidación que se ubican al Norte del predio, las cuales tienen como propósito la estabilización y oxidación de estas aguas y disminuir su carga orgánica, mediante el uso de cal y el aprovechamiento de las condiciones fisicoquímicas que este tipo de infraestructura propician. Antes de ser descargadas, estas aguas pasan por un proceso de filtrado para evitar que los organismos se fuguen con los líquidos, mediante una serie de filtros que pueden variar de 300 a 500 micras, que se colocan antes de los tubos por los que fluyen las aguas de descarga.

En total son 2 las lagunas de oxidación. La Laguna de Oxidación I cuenta con una dimensión de 2997.38 M<sup>2</sup> y la Laguna de Oxidación II con 3186.2 m<sup>2</sup>, y ambas tienen una profundidad aproximada de 0.5 m. En cuestión de capacidad volumétrica, en conjunto, las lagunas tienen una capacidad de retención de retención de 3091.79 m<sup>3</sup>:

Laguna de Oxidación I: 1,498.69 m<sup>3</sup>.

Laguna de Oxidación II: 1,593.1 m<sup>3</sup>.

Las lagunas de oxidación o de estabilización, son depósitos construidos mediante la excavación y compactación de la tierra, que almacenan agua de cualquier calidad por un periodo determinado. El manejo sencillo del agua residual y la eficiencia energética, son sus principales características.

Una laguna de estabilización u oxidación funciona básicamente por la actividad bacteriana y las

relaciones simbióticas con algas y otros organismos. Cuando el agua llega, se genera de forma espontánea un proceso de auto purificación o estabilización natural, en el que tienen lugar fenómenos de tipo físico, químico y biológico. En adición a esto, se le brinda un tratamiento con cal para desinfectar y neutralizar el agua, eliminar la materia en suspensión y cualquier organismo vivo, y a su vez, eliminar olores.



Croquis 4. cuerpos de agua de descarga (lagunas de oxidación)

Superficie total del predio o del cuerpo de agua

La superficie total del predio general corresponde a 11.105 hectáreas, de las cuales 9,104.89 m<sup>2</sup> (0.91 hectáreas) son ocupadas para la operación del laboratorio SEMARC S.A de C. V., incluyendo

las dos lagunas de oxidación.



Croquis 5. predio general y predio del laboratorio

A continuación, se muestra el cuadro de coordenadas del predio donde opera el laboratorio, junto con las lagunas de oxidación, en unidades UTM, Datum WGS-84 zona 13 Norte.

Tabla 3 Cuadro de coordenadas del predio en donde opera el laboratorio incluyendo las lagunas de oxidación.

## SUPERFICIE A DESMONTAR RESPECTO A LA COBERTURA VEGETAL DEL ÁREA DONDE SE ESTABLECERÁ EL PROYECTO

El presente estudio contempla únicamente las etapas de operación y mantenimiento del

laboratorio SEMARC S.A de C. V., por lo que no se llevarán a cabo ningún tipo de acciones relacionadas con desmonte o remoción de vegetación.

Durante el establecimiento del laboratorio (etapas de preparación y construcción) llevadas a cabo durante el año 2000 no se desmontó cobertura vegetal, ya que el predio anteriormente tuvo presencia de actividades agrícolas, y por lo tanto no se tuvo que remover vegetación nativa. En el siguiente mapa se puede visualizar una imagen satelital del año 1997 (ortofoto INEGI, 1997), en donde se observan rasgos de actividad agrícola.

**Mapa 1 Mapa del predio con ortofoto del inegi del año 1997 (inegi-conabio, 1997)**



### **SUPERFICIE PARA OBRAS PERMANENTES.**

La superficie ocupada para la operación del laboratorio, incluyendo las dos lagunas de oxidación, corresponde a 9,104.89 m<sup>2</sup> (0.91 hectáreas).

De manera más específica, el área que ocupan las obras permanentes del laboratorio, incluyendo áreas generales, pilas de maduración, salas de desove, zona de filtros, etc., corresponde a 2,921.30 m<sup>2</sup>.

Las lagunas de oxidación por su parte ocupan una superficie de 2,997.38 m<sup>2</sup> y 3,186.20 m<sup>2</sup> cada

una.

El proyecto de operación del laboratorio cuenta con una planeación de crecimiento a futuro que dependerá de las utilidades y la ampliación del mercado del producto, y en el cual se proyecta que en un aproximado de 3 a 5 años se incremente la producción al doble. Para lograr esta producción de aproximadamente 72 millones de postlarvas por corrida (es decir 360 millones de postlarvas/año), se tendrán que expandir las zonas de producción al doble de lo actual, tanto las salas de producción de larva, como las salas de producción de microalgas y de artemias, así como las lagunas de oxidación que captan las aguas residuales de todas las pilas y zonas productivas. Para el caso de las lagunas de oxidación se pretende eliminar una de ellas y hacer más profunda la laguna más grande, incrementando su profundidad de 0.5 m a 1 m, para generar una capacidad de retención y tratamiento del doble de lo que actualmente reciben, es decir, un aproximado de 6 000 m3.

Cancelando una de estas lagunas de oxidación, se aprovechará esa área del predio para instalar la infraestructura necesaria para las salas de producción.

#### II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión total del laboratorio corresponde a un aproximado de \$16, 000,000.00 de pesos dentro los cuales se estima que al menos el 1 % sea empleado en cumplir las medidas de mitigación y de compensación que serán plasmadas dentro del presente documento.

##### II.1.3.1 Reportar el importe total de la inversión requerida para el proyecto

Inversión inicial

De acuerdo a la información presentada por el promovente, la inversión inicial total para poner en marcha el proyecto, requiere de un aproximado de \$16 millones de pesos, misma que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4 Inversión inicial para el proyecto.

<b>INVERSIONES INICIALES</b>	
<b>SEMILLAS DEL MAR DE CORTEZ SA DE CV</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>
Terreno y estructura	\$6,783,697.90
Salas de cría larvaria (linner)	\$479,488.14
Instalación eléctrica	\$393,766.51
Planta eléctrica	\$484,500.00

Área de maduración	\$378,625.00
Equipos de oficina	\$25,134.00
Transportes	\$788,000.00
Área de microalgas	\$77,540.00
Geomembranas	\$110,751.67
Gastos de construcción (albañilería)	\$157,387.00
Equipos de producción	\$1,009,539.20
Área de calderas	\$211,748.60
Área de filtrado	\$167,021.25
<b>Producción</b>	<b>\$5,185,592.00</b>

Costo total de operación incluyendo el trabajo

El costo de operación se calcula por partida, ya que la partida es el proceso mediante el cual funciona el laboratorio. Al año, se calcula que los costos de producción se establezcan en \$5,185,593.00 pesos mexicanos, para poder tener una producción aproximada de 152 millones de postlarva de camarón.

De acuerdo a la información proporcionada por la empresa, los costos de producción anuales se pueden consultar en la siguiente tabla. Se puede observar que los primeros años, se calcula que la producción sea menor a la esperada, y que, al cuarto o quinto año de operación, se logre la producción deseada y ésta se pueda mantener para los años siguientes.

**Tabla 5 Costos de producción anuales. Nota: después del cuarto o quinto año es posible que la producción se pueda mantener.**

AÑO	LARVA PRODUCIDA P/MILLON	COSTO DE PRODUCCION
1	114 MILLONES	\$ 3,961,194.00
2	133 MILLONES	\$ 4,573,393.00
3	152 MILLONES	\$ 5,185,593.00
4	152 MILLONES	\$ 5,185,593.00
5	152 MILLONES	\$ 5,185,593.00

II.1.3.2 Periodo de recuperación del capital, justificando con la memoria de cálculo respectiva

De acuerdo a la memoria de cálculo que compartió la empresa, el período estimado de recuperación del capital es de aproximadamente 4 años.

MEMORIA DE CÁLCULO

Inversión inicial

CONCEPTO	COSTO
Terreno y estructura	\$6,783,697.90
Salas de cría larvaria (linner)	\$479,488.14
Instalación eléctrica	\$393,766.51
Planta eléctrica	\$484,500.00
Área de maduración	\$378,625.00
Equipos de oficina	\$25,134.00
Transportes	\$788,000.00
Área de microalgas	\$77,540.00
Geomembranas	\$110,751.67
Gastos de construcción (albañilería)	\$157,387.00
Equipos de producción	\$1,009,539.20
Área de calderas	\$211,748.60
Área de filtrado	\$167,021.25
Producción	\$5,185,592.00

Desglose de inventario

Concepto	TOTAL
<b>Sala de cría larvaria</b>	
LINNER	
SALA 1	\$ 213,618.14
SALA 2	\$ 265,870.00
	<b>\$ 479,488.14</b>
<b>Instalación eléctrica</b>	
subestación eléctrica	\$ 197,990.77
cuarto de maquinas	\$ 52,694.16
alimentador adicional	\$ 68,001.58
instalaciones y arrancadores	\$ 75,080.00
	<b>\$ 393,766.51</b>
<b>Planta de energía</b>	
compra de maquina	\$ 469,500.00
instalación	\$ 15,000.00

		\$	<b>484,500.00</b>
<b>Área de maduración</b>			
	equipos	\$	<b>378,625.00</b>
<b>Equipos de oficina</b>			
	computadoras 2pza	\$	17,849.00
	impresoras	\$	6,485.00
	teléfonos	\$	800.00
		\$	<b>25,134.00</b>
<b>Transporte o vehículos</b>			
	camión para entrega de larva	\$	275,000.00
	camioneta ventas	\$	153,000.00
	vehículo 2 pza.	\$	360,000.00
		\$	<b>788,000.00</b>
<b>Área de microalgas</b>			
	Rotoplas 10 piezas	\$	73,540.00
	garrafones 40 piezas	\$	4,000.00
		\$	<b>77,540.00</b>
<b>Geomembranas</b>			
	2 piezas circulares	\$	<b>110,751.67</b>
<b>Construcción</b>			
	Obra Civil (Nueva)	\$	103,987.00
	Obra Civil (Reparación)	\$	53,400.00
		\$	<b>157,387.00</b>
<b>Equipo de producción</b>			
	Blowers, 7 piezas	\$	270,274.20
	Bombas 13 piezas	\$	322,000.00
	intercambiador de calor, 2 piezas	\$	117,897.00
	Equipo de ozono 1 pieza	\$	245,678.00
	Minisplit, 6 pieza	\$	36,000.00
	Congelador 1 pieza	\$	17,690.00
		\$	<b>1,009,539.20</b>
<b>Área de calderas</b>			
	4 calderas existentes mantenimiento	\$	23,580.00
	2 calderas nuevas	\$	188,168.60

		<b>\$ 211,748.60</b>
<b>Área de filtrado</b>		
	Filtros 9 piezas	\$ 145,271.25
	Carbón activado	\$ 21,750.00
		<b>\$ 167,021.25</b>

**PROYECCION DE PRODUCCION Y VENTA DE LARVA**

LARVA PRODUCIDA				
AÑO	P/MILLON	COSTO DE PRODUCCION	VENTA ANUAL	ACUMULADO
1	114 MILLONES	\$ 3,961,194.00	\$ 7,410,000.00	\$ 3,448,806.00
2	133 MILLONES	\$ 4,573,393.00	\$ 8,645,000.00	\$ 4,071,607.00
3	152 MILLONES	\$ 5,185,593.00	\$ 9,980,000.00	\$ 4,794,407.00
4	152 MILLONES	\$ 5,185,593.00	\$ 9,980,000.00	\$ 4,794,407.00
5	152 MILLONES	\$ 5,185,593.00	\$ 9,980,000.00	\$ 4,794,407.00

PERIODO DE RECUPERACION		
AÑO	FLUJO	ACUMULADO
0	-\$ 16,252,791.27	
1	\$ 3,448,806.00	\$ 3,448,806.00
2	\$ 4,071,607.00	\$ 7,520,413.00
3	\$ 4,794,407.00	\$ 12,314,820.00
4	\$ 4,794,407.00	\$ 17,109,227.00
5	\$ 4,794,407.00	\$ 21,903,634.00

PR=	\$ 3.82	AÑOS	
-----	---------	------	--

II.1.3.3 costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación

Se planea disponer de un monto aproximado al equivalente del 1 % de la inversión total para poner en marcha el proyecto, es decir un aproximado de \$160,000.00 pesos.

**II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO**

## II.2.1 INFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE LAS ESPECIES A CULTIVAR

A) ESPECIE A CULTIVAR Y DESCRIPCIÓN DE SUS ATRIBUTOS Y/O AMENAZAS POTENCIALES QUE PUDIERAN DERIVAR DE SU INCORPORACIÓN AL AMBIENTE DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO.

La especie principal que se cultivará dentro de las instalaciones es el **camarón blanco** *litopenaeus vannamei*, y sus características principales se describen a continuación.

### Ventajas comparativas de la especie

Esta especie fue seleccionada para el cultivo debido a que presenta excelentes condiciones de adaptación al cautiverio, como se ha visto en las granjas acuícolas de la región, además, tiene una gran aceptación en el mercado, está disponible en los laboratorios de producción de postlarvas del estado de Sinaloa, se presenta de manera silvestre en las aguas de esteros y Golfo de California y, porque gran parte de la producción de camarón en cultivo se realiza con postlarvas de esta especie.

### Biología de la especie

Clasificación taxonómica:

Clase → Malacostraca

Orden → Decápoda

Familia → Penaeidae

Género → *Litopenaeus*

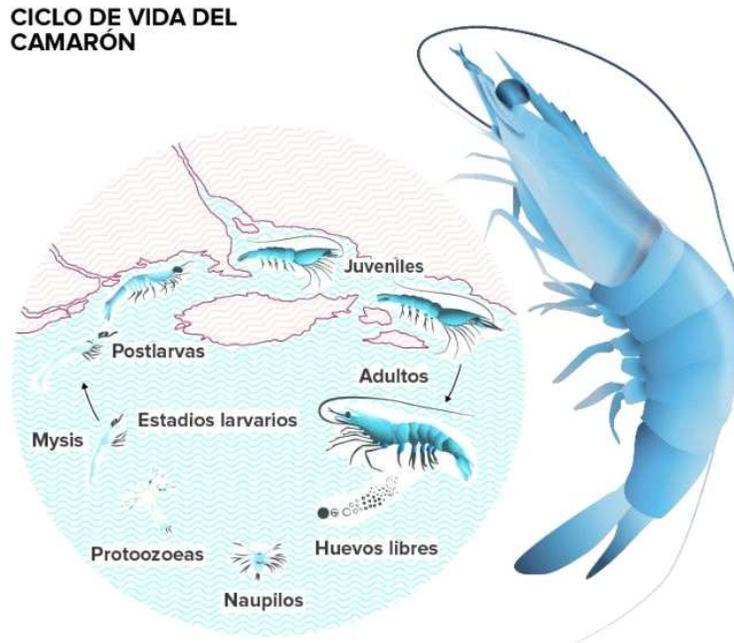
Especie → *vannamei*

### **Figura 4 Imagen de CAMARÓN BLANCO *litopenaeus vannamei***

De acuerdo con la clasificación taxonómica, esta especie es un camarón peneido, de agua marina tanto somera como profunda, habitan en el Golfo de California y en los esteros del Sur y Norte de Sinaloa, estos camarones presentan apéndices birrámeos articulados, con dos pares de antenas, branquias y caparazón. El cerebro es trilobulado, presentan ganglio supraesofágico, el sistema nervioso es ventral en el tórax y en el abdomen y ganglios metamerizados, el corazón es dorsal y se conecta directamente en el hemoceloma, esta especie tiene tégico abierto, siendo de importancia sobre las técnicas de maduración y reproducción en cautiverio. Se diferencia de otras especies porque el rostrum presenta dos dientes en la parte ventral y las anténulas son iguales y pequeñas.

Esta especie es de vida corta, los adultos tienen hábitos oceánicos, mientras que las postlarvas y juveniles son de hábitos estuarinos. El desarrollo de huevo o postlarva consiste en tres estadios larvarios básicos: nauplio, zoea y mysis antes de alcanzar el estado de postlarva, para enseguida convertirse en juveniles y después en adultos. El ciclo de vida completo de la especie se puede observar en la siguiente imagen.

Figura 5 Ciclo de vida del camarón.



Atributos y/o amenazas potenciales al ambiente de la zona donde se desarrollará el proyecto.

El camarón blanco *litopenaeus vannamei*, no es una especie exótica, así que no representa una amenaza en caso de fuga, así mismo, no es cultivada en un cuerpo de agua natural y la descarga de los estanques se realiza a las lagunas de oxidación, las cuales no tienen una conexión directa hacia algún cuerpo de agua natural, y de manera previa, los fluidos se hacen pasar por una serie de filtros que van de las 300 a las 500 micras para evitar cualquier fuga de organismos.

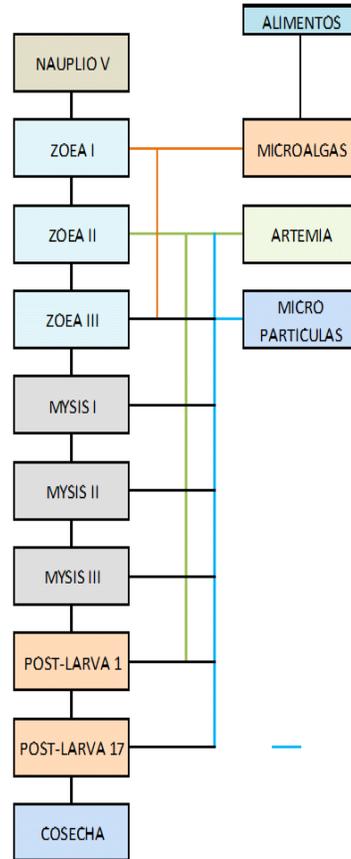
B) ORIGEN DE LOS ORGANISMOS A CULTIVAR, NÚMERO DE ORGANISMOS NECESARIOS Y LAS FASES DE SU CICLO DE VIDA (CRÍAS, SEMILLAS, POSTLARVAS, JUVENILES, ADULTOS REPRODUCTIVOS) QUE SERÁN UTILIZADOS A TODO LO LARGO DEL PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso productivo utiliza todas las fases del ciclo de vida de la especie, ya que dentro de las instalaciones del proyecto también son producidos los reproductores, con la finalidad de darle seguimiento a la producción desde las etapas de nauplio, postlarva, juvenil y adulto, y para tener un mayor control de calidad.

Siendo más específicos, las fases del camarón que mayormente se manejan dentro del proceso productivo, van desde el nauplio, zoea, mysis y post-larva, ya que la etapa de juvenil y adulto se maneja en pequeñas cantidades para reiniciar con las nuevas corridas de producción. La relación

de las fases del camarón y su alimentación se pueden observar en el siguiente diagrama.

**Figura 6 Diagrama de las fases del camarón y su relación con la alimentación que se les brinda dentro del laboratorio.**



La capacidad de producción de toda la planta es de 36 millones de postlarvas por corrida. Los meses de producción del laboratorio SEMARC inician a partir del mes de febrero y finalizan en el mes de septiembre (en total, 8 meses de producción al año), tiempo durante el cual se logran hacer 5 corridas productivas que representan una producción de aproximadamente 180 millones de postlarvas al año.

Los meses en los que no se producen postlarvas, es decir, de octubre a enero, el laboratorio tiene actividades meramente destinadas al mantenimiento y limpieza de las áreas de producción (4 meses).

La capacidad de producción de postlarvas de camarón se lleva a cabo en 2 salas que cuentan con las siguientes características:

**Tabla 6 Capacidad de producción de nauplios dentro de las salas. Datos por corrida.**

SALA	CAPACIDAD (m3)	DENSIDAD DE SIEMBRA (organismos/litro)	Total de Nauplios producidos	Total de Nauplios que se espera sobrevivan hasta la etapa de postlarva (tasa estimada de sobrevivencia del 50%)
SALA 1	200	160	32,000,000	16,000,000
SALA 2	240	160	40,000,000,	20,000,000
<b>TOTALES</b>	<b>440</b>		72,000,000	<b>36,000,000</b>

El cultivo contempla inicialmente *96 reproductores con relación de hembra y macho de 1-1, generando 130 mil huevos aproximadamente por cada hembra.*

La siembra del nauplio es la etapa inicial dentro del proceso de producción, y su importancia radica en la recepción de nauplios que proviene del laboratorio PROLAMAR.

En esta fase es donde se realizan una de las mayores revisiones macro y microscopia con el fin de evaluar las condiciones morfológicas, fisiológicas, reservas vitelinas, fototropismo, actividad y limpieza de los nauplios.

Si los resultados de la evaluación son favorables y no representan ningún riesgo para el cultivo, se procede a la aclimatación de los parámetros de salinidad, temperatura y pH. Es importante mencionar que la siembra y la aclimatación de los nauplios es una de las etapas más críticas, pues requiere de muchos cuidados, debido a que entre más pequeños están los organismos, mayor es el riesgo que se corre de pérdidas. Por ello, el resultado de una buena producción depende de una buena calidad de nauplio y una adecuada siembra.

Se siembran aproximadamente 72 millones de nauplios por corrida, a una densidad 160 organismos por litro de agua y se estima el 50% de sobrevivencia hasta la etapa de postlarvas, lo cual requiere de 15 a 25 días de cultivo (período de tiempo requerido para cada corrida).

Como se muestra en el diagrama de las fases del camarón que se manejan durante el proceso de producción, se puede observar el tipo de alimentación que se requiere para cada una de ellas. Como se muestra, se utilizan microalgas para las fases de Zoea I, II y III, Artemia para las fases de Zoea I y II, Mysis I, II y III y postlarva I, y Micropartículas para la última fase de Postlarva, justo antes de la cosecha.

El laboratorio produce sus propias microalgas y artemias con la finalidad de mantener una calidad uniforme en la alimentación de sus organismos y para eficientar el proceso productivo. Para ello, cuenta con sus propias áreas de producción de microalgas y área de producción de artemias.

C) EN CASO DE PRETENDER EL CULTIVO DE ESPECIES EXÓTICAS (NO ORIGINARIAS DE LA ZONA GEOGRÁFICA DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO) O BIEN SE PROPONE LA INTRODUCCIÓN DE VARIETADES HÍBRIDAS Y/O TRANSGÉNICAS, DESCRIBIR DE MANERA DETALLADA Y OBJETIVA LO SIGUIENTE:

En el laboratorio no se emplea ni se planea emplear ninguna especie exótica, híbrida o transgénica.

→ Si pretende el cultivo de especies forrajeras como sustento o complemento alimenticio a la (s) especie (s) principal (es), desarrollará para estas la misma información solicitada para la especie principal.

En el laboratorio se cultivan también 2 de los alimentos principales del camarón, las microalgas y la artemia, por lo que se cuenta con áreas especializadas para la producción de ambos organismos.

### **Cultivo de Microalgas**

Las microalgas son el alimento que consumen los camarones en los primeros estadios del camarón (zoea-mysis), pues su nivel de proteínas y vitaminas les ayuda a una rápida respuesta enzimática para garantizar una buena alimentación que permite a los organismos enfrentar los difíciles cambios fisiológicos y morfológicos.

El laboratorio cuenta con su propia área destinada a la producción de las microalgas que requieren para la alimentación de los camarones en sus primeras fases de vida: Zoea I, Zoea II y Zoea III.

#### Ventajas comparativas de la especie

Las microalgas cultivadas corresponden al grupo de las diatomeas pertenecientes al género *Thalassiosira* sp. Son algas marinas de gran tamaño (20-30  $\mu\text{m}$ ) con altos porcentajes de lípidos y carbohidratos, vitamina B, pigmentos carotenoides y clorofila.

De acuerdo a la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la microalga *Thalassiosira* sp., debido a su aporte nutricional y a las facilidades que permiten su producción masiva, son una de las principales especies seleccionadas alternativas de producción de las especies de alimentos vivos para la acuicultura.

#### Biología de la especie

*Thalassiosira* es un género diverso de diatomeas céntricas que comprende más de 100 especies marinas y de agua dulce. Es un grupo diverso de eucariotas fotosintéticos que constituyen una parte vital de los ecosistemas marinos y de agua dulce, en los que son productores primarios clave y esenciales para el ciclo del carbono. Vienen en una variedad de formas, desde formas de caja hasta formas cilíndricas, discoide o esférica.

Cuentan con una pared celular hecha de sílice y conocida como frústula, alberga varios plástidos discoides y una válvula circular, que contiene poros dispuestos en filas o arcos, que se abren hacia el exterior. El borde del manto de la válvula está marcado con una serie de bandas. Las diferentes especies de *Thalassiosira* pueden identificarse por las características morfológicas de sus areolas y los procesos de dicha válvula. Durante la formación de colonias, *Thalassiosira* libera filamentos de

quitina a través de procesos punteados conocidos como fultoportulae. Al extruir las fibras de quitina y, por lo tanto, aumentar la resistencia, *Thalassiosira* puede reducir la velocidad a la que se hunden.

Este género es uno de los géneros más utilizados dentro de la acuicultura debido a sus características específicas y a su contenido nutricional.

*Thalassiosira* puede experimentar reproducción asexual y sexual en procesos compartidos por otras diatomeas. Durante la reproducción asexual, la célula madre se divide en dos células hijas de tamaño desigual: una del mismo tamaño que la madre y otra más pequeña. Esta limitación de tamaño durante la división mitótica se debe a la presencia de la pared celular rígida de sílice. Como resultado, en múltiples divisiones celulares, el tamaño de las células de cada célula hija disminuirá. Para hacer frente a la disminución del tamaño de las células, *Thalassiosira* puede pasar a la reproducción sexual, que se desencadena por una variedad de factores ambientales, una vez que las células alcanzan un tamaño críticamente pequeño. En la reproducción sexual, el esperma y el óvulo, que pueden surgir de la misma célula, se fusionan para formar un cigoto diploide, que se conoce como auxospora. Esta progenie puede luego emerger de la frústula parental (pared de sílice) y reconstruir su propia pared celular, convirtiéndose así en una célula de mayor tamaño.

#### Origen de los organismos a cultivar y número de organismos necesarios

El departamento de micro algas esta dividida en cuatros áreas:

Área de cepa rio.

Área de garrafones.

Área de cilindros.

Área de tanques masivos.

El cultivo de microalgas se realiza a partir de la formación de cepas propias, dentro del área de ceparios las cuales son cepas puras con una concentración inicial de microalgas de 50,000 células/mililitro en cada tubo de ensayo. Se hacen medios de cultivos "F/2" de GUILLARD, (nitrato de sodio metales trazas, metacilicatos y vitaminas, adicionando 1 mililitro de cepa a cada tubo). En esta área se maneja un gran control de asepsia y manejo de parámetros. En el cuarto de cepas puras se mantiene una temperatura de 22°- 25°c, esto con el objetivo de no proporcionarles a los microorganismos patógenos, condiciones de reproducción.

A estos tubos de ensayo se les proporciona luz artificial con lámparas y agitación manual para lograr que todas las células reciban luz, lo cual ayuda a la división celular. Dichos cultivos, posteriormente se van escalando mediante su siembra en contenedores de diferentes capacidades: matraces de 200 ml, botellas de 3 litros, garrafones de 20 litros y cilindros de 500 litros, hasta pasar a un área de tanques donde el cultivo está expuesto al ambiente (cultivo masivo), en donde se logra una producción de 15 toneladas de microalgas por día.

Figura 7. Fotos de las diferentes áreas que se encuentran dentro del área de producción de las microalgas.



En todos los procesos antes mencionados, se mantienen parámetros controlados de luz, temperatura, salinidad, aireación y nutrientes.

Las micro algas antes de ser transferidas hacia los tanques de cultivo larvario son sometidos a una

revisión microscópica para verificar que estén limpias, libres de protozoarios, y con buen proceso de división.

#### Atributos y/o amenazas potenciales al ambiente de la zona donde se desarrollará el proyecto.

Se considera que el cultivo de microalgas *Thalassiosira* sp. no representa una amenaza potencial al ambiente ya que, la descarga del agua utilizada en el proceso se destina a las lagunas de oxidación con previo proceso de filtrado para evitar fugas de organismos. Las lagunas de oxidación no cuentan con una conexión directa con algún cuerpo de agua natural, por lo que no existe el riesgo de que este organismo se incorpore a otros cuerpos de agua y cause desequilibrios ecológicos.

### **Cultivo de artemia**

#### Ventajas comparativas de la especie

La artemia cultivada corresponden a la *Artemia salina*. La *Artemia* es un excelente alimento vivo en la Acuicultura por sus características de desarrollo, su pequeño tamaño de nauplio y metanauplio (adecuado para las larvas y juveniles de crustáceos y peces) y su fácil manejo.

La importancia de este alimento vivo, radica en el aporte de ácidos grasos y aminoácidos esenciales que brindan para el desarrollo larvario de crustáceos (Watanabe et al., 1983).

Así mismo, la capacidad que tiene la *Artemia* para formar huevos resistentes, es lo que la ha hecho ser uno de los recursos de alimentación más importantes dentro de la acuicultura, pues los quistes pueden conservar su variabilidad durante varios años hasta que se dan las condiciones necesarias para la eclosión.

#### Biología de la especie

La *Artemia salina* es un crustáceo que en estado adulto mide entre 17 y 18 mm, posee un par de apéndices prenciles, ojos pedunculados, 17 pares de apéndices, y una furca (rameada o bifurcada). La hembra adulta posee un ovisaco en el que incuba de 10 a 30 huevecillos generalmente, y en condiciones óptimas hasta 70 huevecillos. Algunos autores reportan de 50–200, según la especie (Figura 20). Presenta un ciclo de vida sexual y asexual. Existen especies bisexuales y especies patenogenéticas en ambas.

**Figura 8 Diagrama de la información reproductiva de la artemia.**

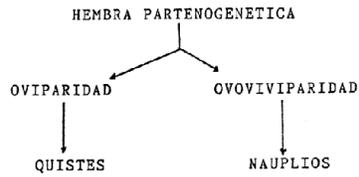
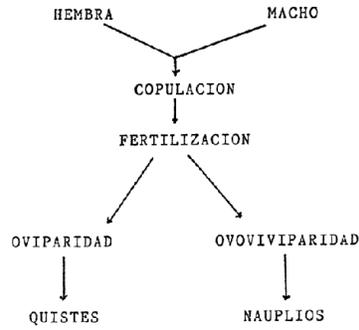
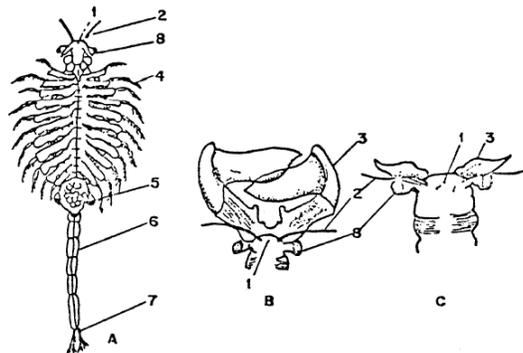
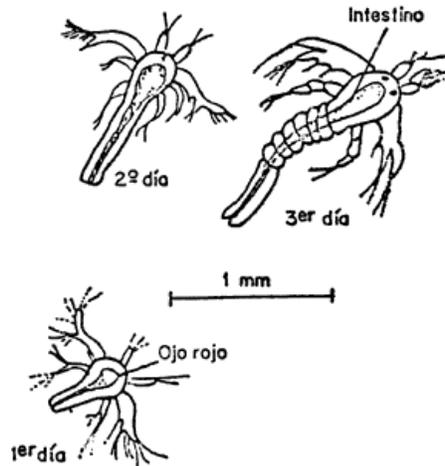


Figura 9 Ciclo de vida de Artemia salina



Artemia salina (Ivleva et al., 1973): A) Hembra, B) Cabeza de macho, C) Cabeza de hembra, 1. Ojo nauplio, 2. antenuelas, 3. antena, 4. apéndice torácico, 5. saco ovigero, 6. segmento abdominal, 7. furca, 8. ojo pedunculado.

Figura 10 Estados nauplio de Artemia salina.



#### Origen de los organismos a cultivar y número de organismos necesarios

El cultivo se realiza a partir de quistes secos de artemia de origen comercial de la marca Biogrow, con un porcentaje de eclosión del 90%, los cuales son decapsulados antes de colocarlos en los tanques artemieros.

**Figura 11 Quistes de Artemia utilizado para la producción de Artemia para alimento del camarón.**

En el área de producción de artemia, se cuentan con 14 tanques artemieros con capacidad de 500 litros cada uno. Inicialmente se siembran los quistes de artemia a una densidad de 2 gr/litro, y se lleva un control estricto de los parámetros de temperatura, salinidad y pH, así como cierto grado de aireación para mantener en suspensión los quistes.

Por corrida (período de 25 días), inicialmente se emplean 7 kg de quistes secos que son los necesarios para obtener la biomasa final deseada.

El proceso de producción de artemia se lleva a cabo, al igual que el de las microalgas, de manera escalada, con una capacidad final de 14 tanques de 500 litros para el cultivo de artemia salina.

#### Atributos y/o amenazas potenciales al ambiente de la zona donde se desarrollará el proyecto.

Al igual que para el cultivo de microalgas, el cultivo de artemia no representa una amenaza potencial al ambiente ya que, la descarga del agua utilizada en el proceso se realiza a las lagunas de oxidación, las cuales no tienen una conexión directa con algún cuerpo de agua natural, por lo que no existe riesgo de eutrofización por aporte de nutrientes.

## ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LAS ESPECIES A CULTIVAR

a) Número de ciclos de producción al año:

**Camarón**

Los meses de producción de camarón del laboratorio SEMARC inician a partir del mes de febrero y finalizan en el mes de septiembre, durante este periodo de tiempo se logran hacer cinco o seis corridas.

**Microalgas**

Para las microalgas es complicado definir cuántos números de ciclos se producen al año ya que este tipo de organismos se reproduce por división celular y sus ciclos reproductivos se llevan a cabo en períodos de tiempo muy cortos. En resumen, la cantidad de ciclos de producción de las microalgas no es posible contabilizarlas, pues su producción se lleva a cabo de manera múltiple y exponencial.

**Artemia**

Similar a lo que sucede con la producción de microalgas, resulta difícil identificar la cantidad de ciclos de producción al año, pues también los ciclos de producción de estos organismos se llevan a cabo de manera múltiple y exponencial.

b) Biomásas: iniciales y esperadas.

**Camarón**

Los camarones son alimentados cada 4 horas con alimentos ricos en proteínas, carbohidratos, lípidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales. La proporción de alimentos que requieren los camarones dentro del laboratorio es del 30% de su biomasa.

Los alimentos frescos que son utilizados en el área de maduración son: calamar, poliquetos, artemia adulta, kril, mejillón y suplementos con dietas peletizadas.

El resumen de los alimentos que se suministran a los camarones durante todos los ciclos en una corrida, se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 7 Resumen de insumos/alimentos larvarios por corrida de 25 días**

<b>ALIMENTOS LARVARIOS (INSUMOS POR CORRIDA, 25 DÍAS)</b>					
<b>PRODUCTOS</b>	<b>MICRAS</b>		<b>ESTADIOS</b>	<b>CANDIDAD POR CADA MILLÓN DE POSTLARVAS PRODUCIDO</b>	
SPIRULINA	20-50	MICRON	Z1-Z2	250.00	GRAMOS
ARTEMAC #0	20-80	MICRON	Z1-Z3	200.00	GRAMOS
ARTEMAC #1	60-100	MICRON	Z3	201.00	GRAMOS
LARVITA ZOEAE	50-10	MICRON	Z3	202.00	GRAMOS

LARVITA MYSIS	100-200	MICRON	M1-M3	250.00	GRAMOS
FLAKE NEGRO	MOLIDO FINO		M1-M3	1,000.00	GRAMOS
ABM 4001	125	MICRON	M1-PL	250.00	GRAMOS
ABM 4002	250	MICRON	PL1-PL5	200.00	GRAMOS
BIO-GROW	300-500	MICRON	PL15	7,000.00	GRAMOS
INN-RACEWAY #1	600	MICRON	PL15	8,000.00	GRAMOS
ARTEMIA NAUPLIO			Z2-PL4	1,000.00	GRAMOS
ARTEMIA BIOMASA			PL5-PL15	3,000.00	GRAMOS
<b>PROBIÓTICO</b>					
EFINOL PT			PL1-PL15	33,000.00	GRAMOS
EPICIN PONC			Z1-PL	22,000.00	GRAMOS
<b>VITAMINAS</b>					
VITAMINA C			Z3-PL15	11,000.00	GRAMOS
SHRIMP LYTE			Z1-PL15	22,000.00	GRAMOS
<b>TOTAL</b>				<b>109,553.00</b>	GRAMOS

De acuerdo a la información proporcionada, cada gramo de biomasa producida contiene un aproximado de 200 larvas (200 larvas de camarón/gramo de producción), por lo que se puede deducir que, por corrida, los 36 millones de postlarvas producidas representan la producción de 180 kg de postlarva.

**Tabla 8 Cantidad de Biomasa de Postlarva de camarón producida por corrida y anualmente**

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE POSTLARVA DE CAMARÓN	
POR CORRIDA	180 Kg
POR AÑO (5 corridas)	900 Kg
POR AÑO (6 corridas)	1080 Kg

### Microalgas

Biomasa inicial

El cultivo de las microalgas se inicia con cepas puras con una concentración de 1 mililitro de cepa por cada tubo de ensayo. No se agrega ningún tipo de componente o alimento, ya que son organismos fotosintéticos.

La Biomasa final

La biomasa final o esperada es de 15 toneladas por día. Un aproximado de la biomasa de

microalgas producidas se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 9 Producción aproximada de biomasa de microalgas**

PRODUCCIÓN DE MICROALGAS	
POR DÍA	15 ton
POR CORRIDA (25 DÍAS)	375 ton
POR AÑO (5 CORRIDAS)	1875 ton
POR AÑO (6 CORRIDAS)	2250 ton

### Artemia

Biomasa inicial:

Se siembran los quistes en peso seco a una densidad de 2 gramos por cada litro. Se cuentan con 14 tanques artemieros con capacidad de 500 litros cada uno, por lo que en total es posible sembrar hasta 14 kg de quistes en peso seco, como biomasa inicial por corrida.

**Tabla 10 Proporciones y cantidad de biomasa inicial de artemia que es posible sembrar por corrida.**

BIOMASA INICIAL DE ARTEMIA	
BIOMASA INICIAL	2 gramos/litro
CANTIDAD DE TANQUES	14 tanques
VOLUMEN DE LOS TANQUES	500 litros/tanque
VOLUMEN TOTAL	7,000 litros totales
BIOMASA TOTAL SEMBRADA	14,000 gramos

De acuerdo a la información proporcionada, la biomasa final esperada de artemias es de 0.907 kg de quistes en peso seco para la producción de 10 millones de postlarvas de camarón. Considerando que al año se producen aproximadamente 180 millones de postlarvas de camarón (considerando únicamente 5 corridas al año), se requieren aproximadamente un total de 16 kg de quistes de artemia en seco por año.

**Tabla 11 Biomasa de quistes de artemia requerida para la producción de postlarva de camarón.**

CANTIDAD DE BIOMASA DE QUISTES DE ARTEMIA NECESARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE POSTLARVA DE CAMARÓN	
PROPORCIÓN DE QUISTES DE ARTEMIA EN PESO SECO NECESARIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE POSTLARVA DE CAMARÓN	0,907 kg de quistes de artemia/10 millones de postlarvas de camarón
PRODUCCIÓN POR CORRIDA DE POSTLARVA DE CAMARÓN	36,000,000 de postlarvas de camarón/corrída

CANTIDAD DE BIOMASA DE QUISTES DE ARTEMIA EN PESO SECO NECESARIA POR CORRIDA	3.265 kg de quistes de artemia/corrída
CANTIDAD DE BIOMASA DE QUISTES DE ARTEMIA EN PESO SECO NECESARIA POR AÑO (CONSIDERANDO 5 CORRIDAS/AÑO)	16.326 kg de quistes de artemia/año

c) Tipo y cantidad de alimento a utilizar y forma de almacenamiento.

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, el proceso de producción de Postlarva de camarón, requiere de alimentos vivos como las microalgas y las artemias, así como otros alimentos y complementos alimenticios que se enlistan a continuación.

Tabla 12 Resumen de los alimentos larvarios y aditamentos utilizados por corrida (25 días).

ALIMENTOS LARVIARIOS (INSUMOS POR CORRIDA, 25 DÍAS)					
PRODUCTOS	MICRAS		ESTADIOS	CANTIDAD POR CADA MILLÓN DE POSTLARVAS PRODUCIDO	
SPIRULINA	20-50	MICRON	Z1-Z2	250.00	GRAMOS
ARTEMAC #0	20-80	MICRON	Z1-Z3	200.00	GRAMOS
ARTEMAC #1	60-100	MICRON	Z3	201.00	GRAMOS
LARVITA ZOEAL	50-10	MICRON	Z3	202.00	GRAMOS
LARVITA MYDIA	100-200	MICRON	M1-M3	250.00	GRAMOS
FLAKE NEGRO	MOLIDO FINO		M1-M3	1,000.00	GRAMOS
ABM 4001	125	MICRON	M1-PL	250.00	GRAMOS
ABM 4002	250	MICRON	PL1-PL5	200.00	GRAMOS
BIO-GROW	300-500	MICRON	PL15	7,000.00	GRAMOS
INN-RACEWAY #1	600	MICRON	PL15	8,000.00	GRAMOS
ARTEMIA NAUPLIO			Z2-PL4	1,000.00	GRAMOS
ARTEMIA BIOMASA			PL5-PL15	3,000.00	GRAMOS
<b>PROBIÓTICO</b>					
EFINOL PT			PL1-PL15	33,000.00	GRAMOS
EPICIN POND			Z1-PL	22,000.00	GRAMOS
<b>VITAMINAS</b>					
VITAMINA C			Z3-PL15	11,000.00	GRAMOS
SHRIMP LYTE			Z1-PL15	22,000.00	GRAMOS
<b>TOTAL</b>				<b>109,553.00</b>	GRAMOS

Los alimentos y complementos alimentarios, se compran cada que se va a iniciar una corrida nueva, con la finalidad de no tener un gran stock de productos para almacenar y así asegurar el buen estado de los productos. Dichos productos se almacenan dentro de los sitios correspondientes (bodegas) dentro de la planta, en donde se procura siempre tener un ambiente

fresco y seco para mantener la integridad de los alimentos.

A continuación, se describen las principales características de los alimentos y complementos alimentarios de las larvas de camarón que se utilizan dentro del proceso de producción:

#### **Artemac #0 y #1.**

**Descripción general:** Es una dieta micro encapsulada, especialmente formulada para remplazar hasta el 70% de la Artemia. Incrementa la sobrevivencia y reduce el estrés, mejora la carga de lípidos, dando un perfil nutricional óptimo para el crecimiento.

**Contenido:** Proteínas Marinas, Aceite de pescado purificado, Lecitina, Vitaminas, Minerales Protegidos y antioxidantes.

**Presentación:** en bolsas de aluminio al vacío de 500 Gr. y de 1 Kg.

#### **Tamaño de alimento:**

Artemac #0 = 20 a 80 micras

Artemac #1 = 60-100 micras

#### **Flake Negro.**

**Descripción general:** El Flake Negro es un excelente alimento para las postlarvas, especialmente durante los estadios de Mysis y PL. Esta dieta se encuentra científicamente y nutricionalmente formulada para el óptimo desarrollo y sobrevivencia de las larvas de camarón y peces.

Tiene gran estabilidad, flotabilidad en el agua y atracción para una nutrición balanceada y completa. Mantiene el agua limpia proporciona abundantes lípidos a las larvas de camarón.

La fórmula provee al camarón de proteínas, vitaminas, minerales y otros nutrientes naturales necesarios, que garantizarán una buena salud, crecimiento y vitalidad.

**Contenido:** proteínas de animales marinos y vegetales (incluyendo algas), levadura, aceites de pescado, Artemia, colesterol, pre mezclas de vitaminas y minerales, antioxidantes, pigmentos y aglutinantes biodegradables.

#### **ABM 4001 y 4002**

**Descripción general:** Es un alimento micro particulado elaborado con ingredientes de alta calidad con un porcentaje alto de proteínas, así como niveles de HUFA y aceites vegetales.

Esta dieta micro particulada es ideal para el suplemento alimenticio diario desde Zoea hasta los estadios de PL-5.

**Contenido:** Harina de pescado, harina de calamar, harina de camarón, harina de almeja, gluten de trigo, levadura de torula, lecitina de soya, harina de krill, extracto de pétalo de flor Cempasúchil, fosfato de calcio, aceite de pescado refinado, colesterol, aceite de soya y vitaminas.

**Presentación:** Bolsas de aluminio de 1 kg c/u, al alto vacío.

ABM 4001 de 125 micras.

ABM 4002 de 250 micras.

### **INN-RACEWAYS #1**

**Descripción general:** Es un alimento especialmente desarrollado para raceways, maternidades y pre-crias, en donde la necesidad de nutrientes es un factor esencial.

**Contenido:** Harina de pescado, aceite de pescado, ácidos grasos poli-insaturados, fosfolípidos, algas marinas, harinas de origen marino, lecitina de soya, gluten de trigo, almidón de maíz, levaduras, vitaminas y minerales.

**Presentación:** Saco o bote de 25 kg.

Tamaño del alimento: 0.6 mm.

### **EFINOL- PT**

**Descripción general:** Es una combinación altamente concentrada de cultivos microbianos, para uso en camarones y peces, que promueve la salud de los animales y el desempeño de los estanques, contrarrestando las condiciones estresantes.

**Contenido:** combinación de microorganismos altamente concentrados y conocidos por crear un ambiente que es hostil a las bacterias patógenas por medio de la exclusión competitiva y antagonismo. Está compuesto de bacterias que producen enzimas, (*Bacillus* spp.), Ácido Láctico (*Lactobacillus* spp.), y estimulantes del sistema inmunológico y fermentación (*Saccharomyces* spp.).

**Presentación:** sacos de diferente volumetría.

### **EPICIN POND**

**Descripción general:** es un ecosistema microbiano natural, con estabilizadores agregados y estimulantes del crecimiento destinado a desintoxicar el agua en piscinas de engorde en sistemas intensivos de acuicultura. Elimina productos de desechos de las aguas contaminadas tales como amoníaco, nitritos y sulfuro de hidrógeno, que ayudan a disminuir el estrés disminuyendo el estrés y proporcionando un ambiente más sano para el crecimiento del animal acuático. También mejora la salud de los animales y la resistencia a enfermedades creando un ambiente probiótico.

**Contenido:** Contiene cultivos microbianos naturales, no tóxicos con estabilizadores añadidos y estimulantes de crecimiento en un portador carbohidrato inherente.

**Presentación:** cuenta con forma de gránulos de color marrón no uniforme, con una densidad a granel de aproximadamente 0.5 gm/ml (32 lbs./pies cúbicos), y un total de conteo aeróbico de 2.0E+09 cfg/gm, mínimo.

#### **SHRIMP LYTE.**

**Descripción general:** Es una mezcla de electrolitos, vitaminas, minerales y microorganismos benéficos, formulada para ser utilizada en el agua o en el alimento balanceado de especies acuáticas.

**Contenido:** Malta Dextrina, Bicarbonato de Sodio, Sal, Cloruro de Potasio, Almidón Pregelatinizado, Acido Ascórbico, Selenio de Sodio, Calcio, Cianocobalamina (Fuente de Vitaminas B12), HCL L-Lisina, Acetato de Vitamina A, Niacina, D-Biotina, Acido Tánico, Saborizantes, Acido Fólico, Pantotenato de Calcio, Cafeína, Sulfato de Cobalto, Esterol Animal D-Activo (Fuente de vitamina D3), Riboflavina, Mononitrato de Tiamina, Menadiona Dimetil Pirimidol, Bisulfito (Fuente de vitamina K3), Hidrocloruro de Piridoxina.

**Presentación:** Fundas resistentes al calor, poli-laminadas y de multi-pared, asegurando la frescura del producto.

#### **d) Características de los tipos de abonos y/o fertilizantes a utilizar, formas y cantidades de suministro, almacenamiento.**

Dentro de los procesos de producción de las microalgas que sirven de alimento para las larvas de camarón, se utilizan 2 tipos de fertilizantes sobre todo durante las fases de producción masiva:

Fertilizante Nutriline. Se administra diariamente en los tanques masivos de producción de microalgas, en la proporción de 30 gramos/1000 litros de agua, se encuentra en estado sólido antes de ser diluido en el agua de los tanques, y se almacena en costales de 25 kg.

Nitrato de potasio pentahidratado (KNO<sub>3</sub>). Se administra diariamente en los tanques masivos de producción de microalgas, en la proporción de 10 gramos/1000 litros de agua, se encuentra en estado sólido antes de ser diluido en el agua de los tanques, y se almacena en costales de 25 kg.

## **II.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PRINCIPALES DEL PROYECTO**

a) Número y características de construcción de las unidades de cultivo.

Infraestructura:

El laboratorio SEMARC cuenta con las siguientes instalaciones principales:

Infraestructura del área operativa:

Tomas de aguas de mar

Cuarto de Bombas.

Cuarto de filtración y desinfección de agua de mar.

Reservorios (sedimentador 1 y 2, reservorio principal).

Sala 1 de producción de postlarvas (10 tanques).

Sala 2 de producción de postlarvas (12 tanques).

Área de producción de Microalgas (4 tanques para el cultivo masivo de micro algas (60 m3).

Área de producción de Artemia (14 tanque de 500 litros para el cultivo de artemia salina).

Área de Maduración (4 tanques para maduración (240 m2).

Área de Desove.

Área de Eclosión.

Área de las Reservas reproductoras (4 tanques para el cultivo de reproductores).

Área de calderas (4 calderas para el control de temperatura en el agua).

Un conjunto de áreas generales constituidas por:

Dormitorios (de una sola planta y en planta alta),

Bodegas y almacén,

Área de estar,

Cocina,

Baños,

Comedores,

Sala de juntas, entre otros,

Un área de lagunas de oxidación.

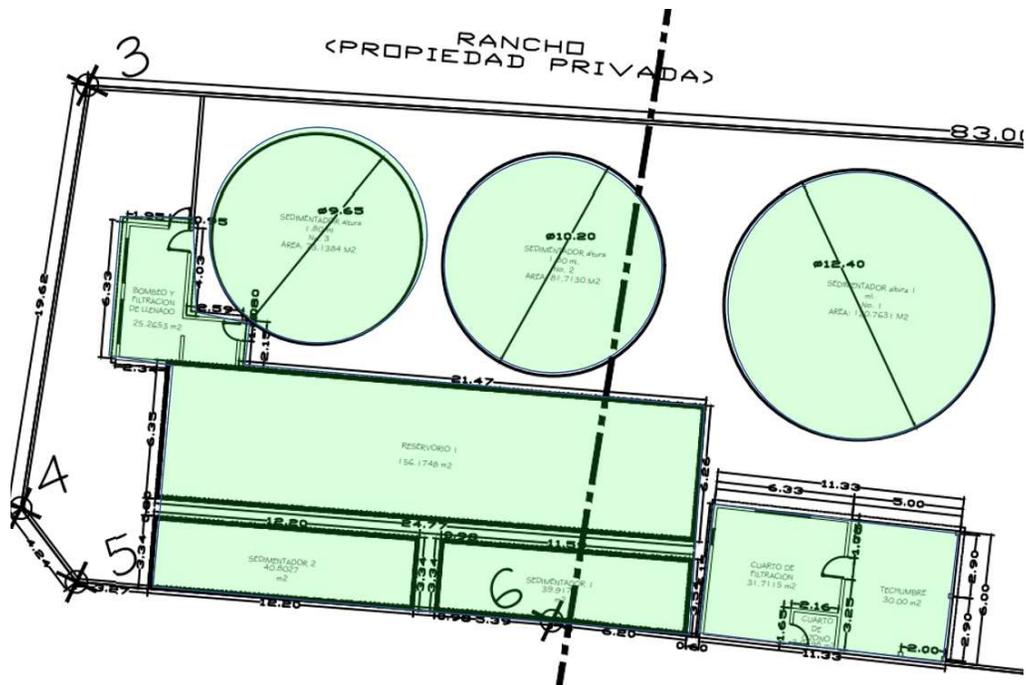
Constituida por 2 lagunas de oxidación tipo estanque bordeadas de tierra.

Para la descripción del general de la infraestructura que compone al proyecto, se dividieron las instalaciones en 7 zonas diferentes que se describen enseguida.

### Zona 1

Esta zona se ubica al oeste del predio, dentro de la cual se encuentra el equipo para abastecer de agua a las áreas donde se encuentran las especies cultivadas y es la que se encuentra más cercana al canal de llamada encontrado a 23 metros del predio.

<b>INSTALACIÓN</b>	<b>METROS CUADRADOS</b>
<b>ZONA 1</b>	<b>602.5058</b>
Bombeo y filtración de llenado	25.2653
Reservorio 1	156.1748
Sedimentador 1	39.9172
Sedimentador 2	40.8027
sedimentador 3	73.1384
sedimentador 4	81.713
sedimentador 5	120.7631
Cuarto de filtración	31.7115
Cuarto ozono	3.0198
Techumbre	30

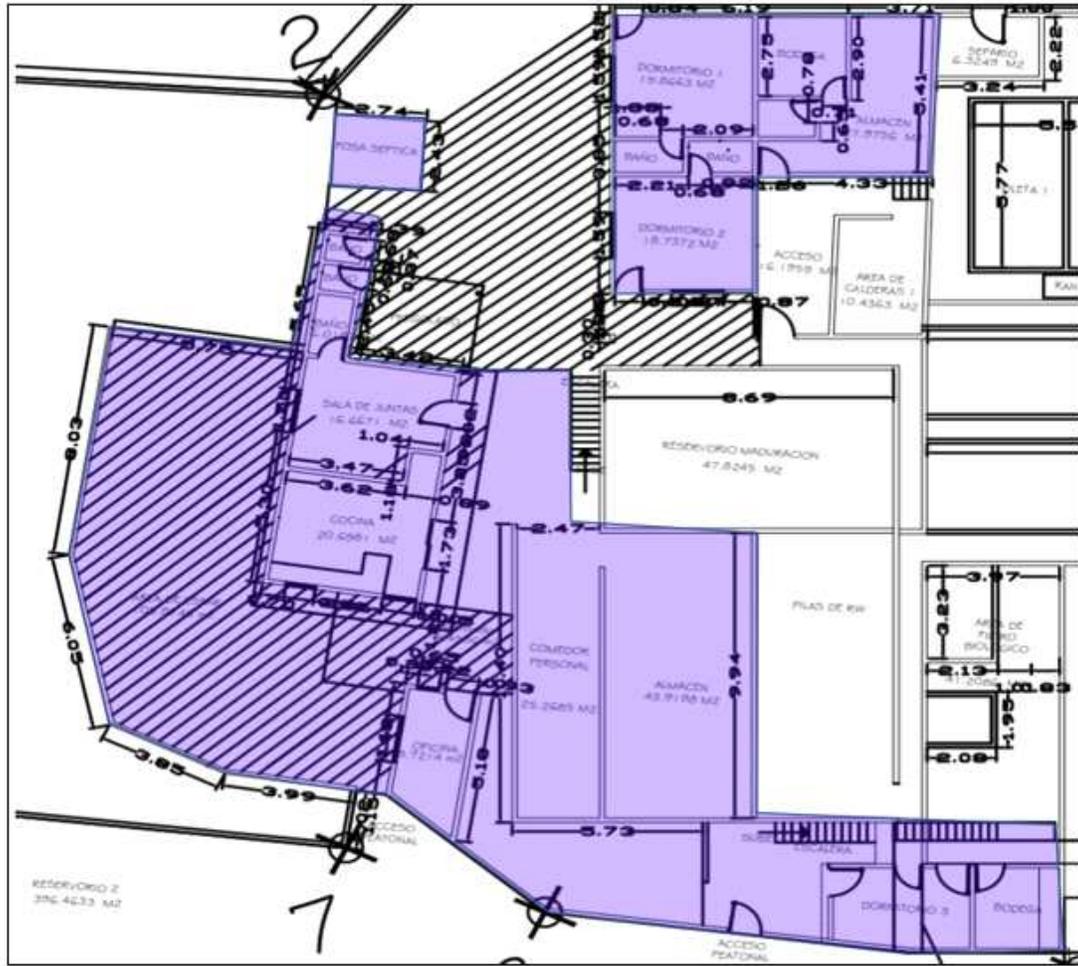


Croquis 6. zona 1

### Áreas generales

El área general que es utilizada por los y las empleadas del laboratorio para actividades personales, así como administrativas.

ESPACIO	METROS CUADRADOS
<b>AREAS GENERALES</b>	<b>315.171</b>
área de estar	105.8746
oficina	8.7214
comedor de personal	25.2685
bodega y almacén	27.9756
baños del personal y sala de juntas	21.3255
sala de juntas	16.6671
cocina	20.6981
dormitorio 1	19.8663
dormitorio 2	18.1959
almacén 1	43.9198
Fosa séptica	6.67

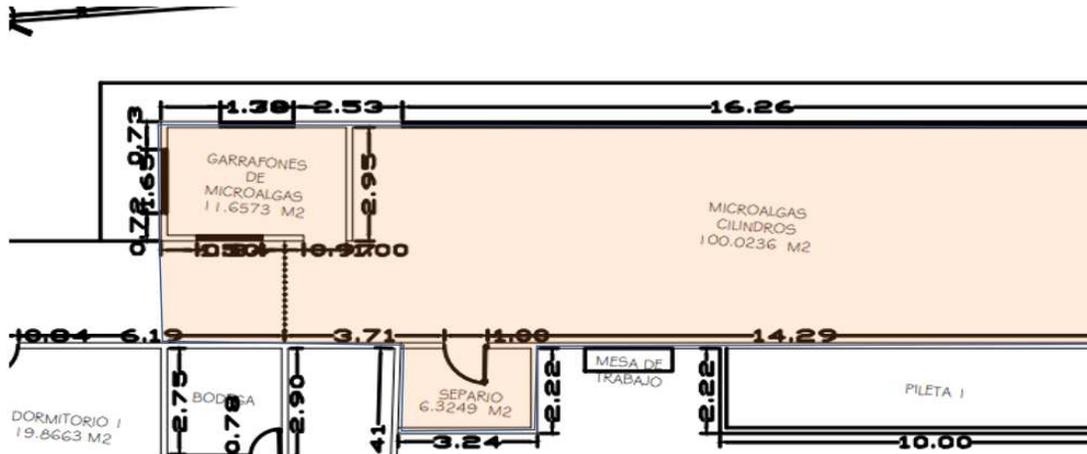


Croquis 7. áreas generales del proyecto

### Zona 2

En esta área se producen las microalgas, que es el alimento que consumen en los primeros estadios del camarón (zoea-mysis).

INSTALACIONES DEL PROYECTO	
ESPACIO	METROS CUADRADOS
<b>ZONA 2: microalgas</b>	<b>118.0058</b>
garrafones de microalgas	11.6573
cilindros- microalgas	100.0236
cepario	6.3249

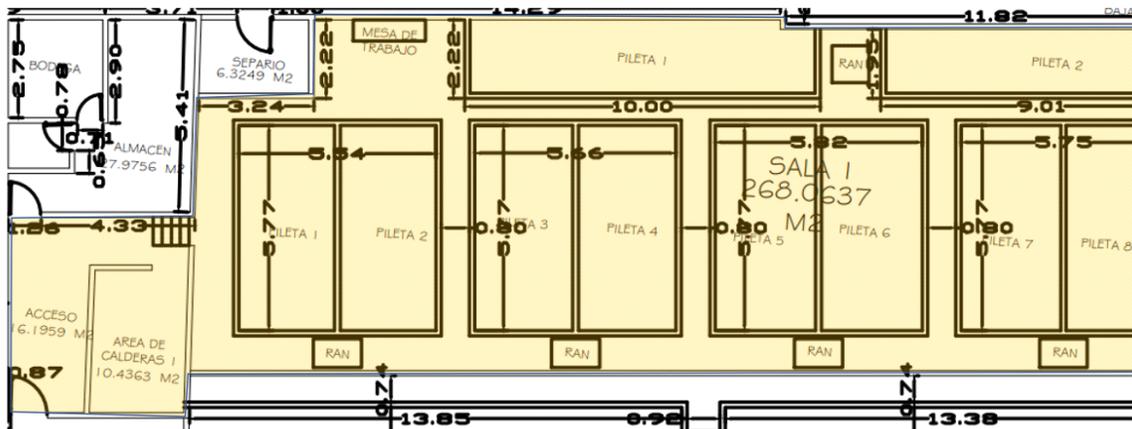


Croquis 8. zona 2- microalgas

### Zona 3

La zona 3 está compuesta de la sala 1, y el área de calderas 1. La sala 1 contiene 10 piletas con una capacidad de 20m<sup>3</sup> cada una y una mesa de trabajo.

ESPACIO	METROS CUADRADOS
ZONA 3	278.5
sala 1	268.0637
área de calderas 1	10.4363

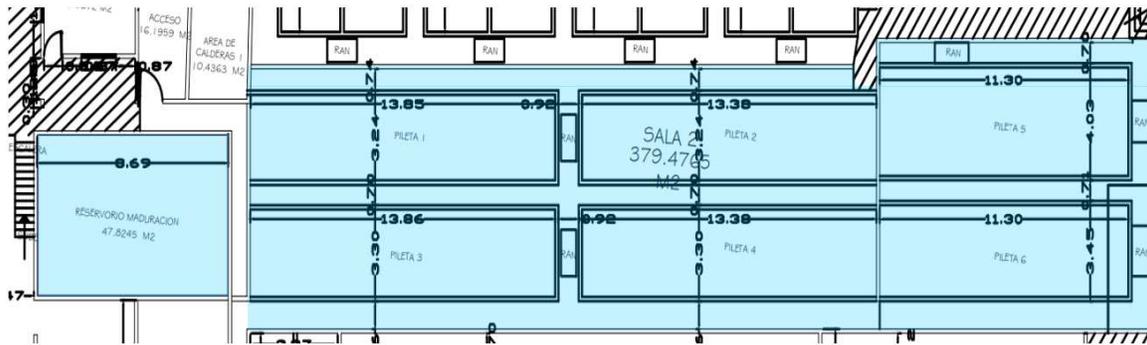


Croquis 9. zona 3

## Zona 4

La zona 4, consiste en un reservorio de maduración y la sala 2, que está compuesta de 6 piletas.

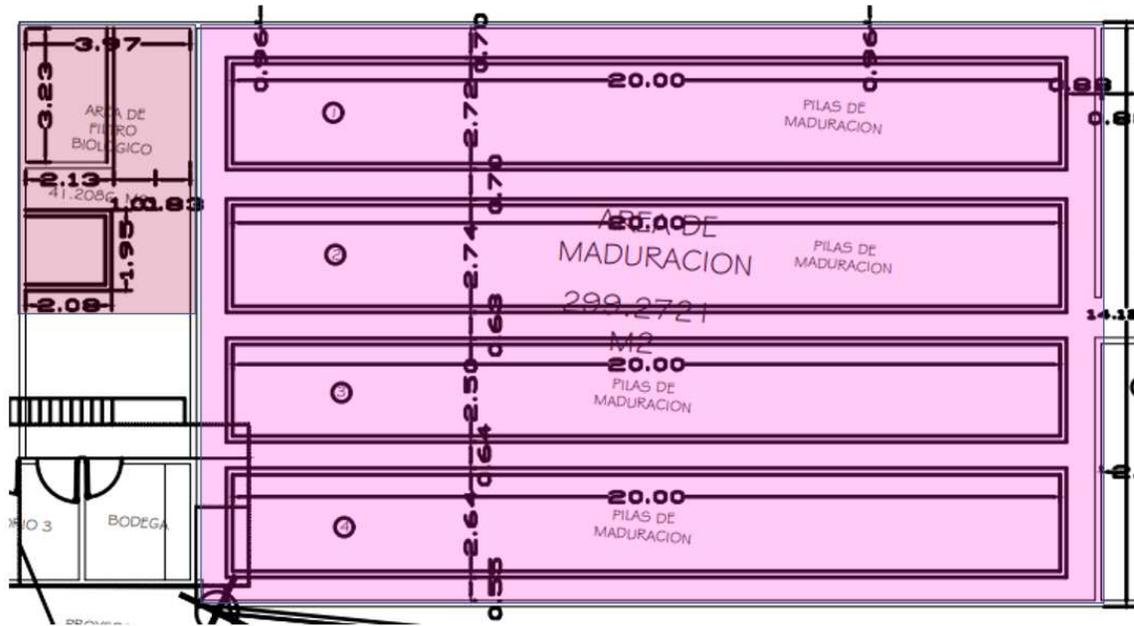
INSTALACIÓN	METROS CUADRADOS
<b>ZONA 4</b>	<b>427.301</b>
sala 2	379.4765
reservorio de maduración	47.8245



Croquis 10. zona 4

El área de filtro biológico y el área de maduración está conformada por 4 pilas de un largo de 20 metros, con un ancho variable, como se muestra en la siguiente tabla:

pila de maduración	largo (m)	ancho (m)
1	20	2.72
2	20	2.74
3	20	2.5
4	20	2.64

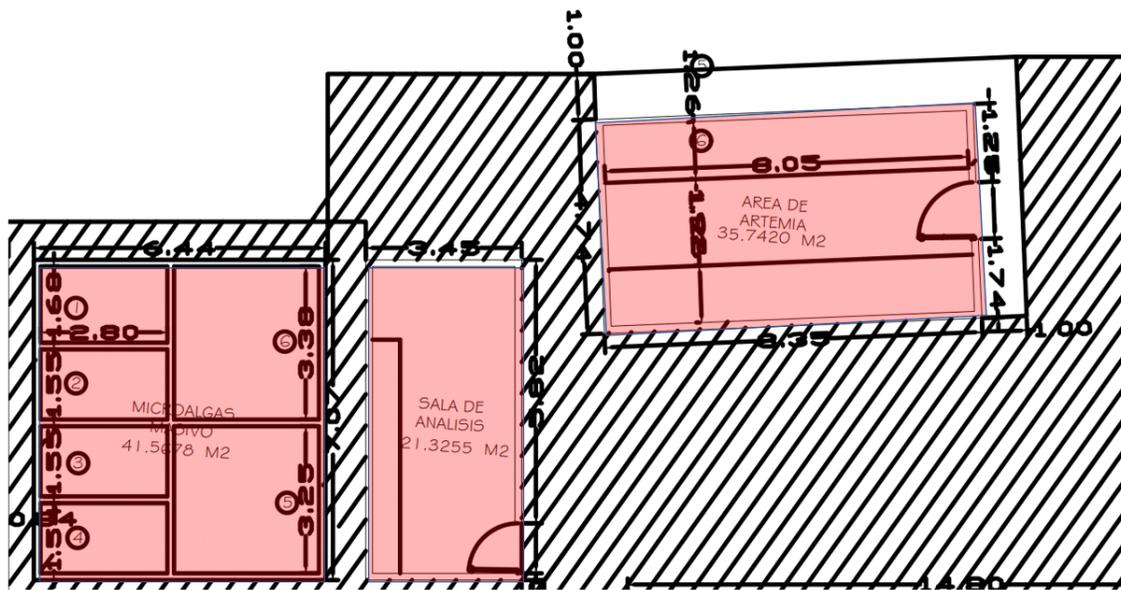


Croquis 11. área de filtro biológico y área de maduración

### Zona 5

Esta zona está conformada por un área para cría masiva de microalga con 6 piletas; una sala de análisis y un área de artemia.

INSTALACIONES DEL PROYECTO	
ESPACIO	METROS CUADRADOS
<b>ZONA 5</b>	<b>98.6353</b>
sala de análisis	21.3255
microalgas masivo	41.5678
área de artemia	35.742



Croquis 12. zona 5

### Área de cultivo exterior

Esta área se conforma por 10 piletas de un largo de 13.70 metros, variando el ancho de estas como se muestra en la siguiente tabla:

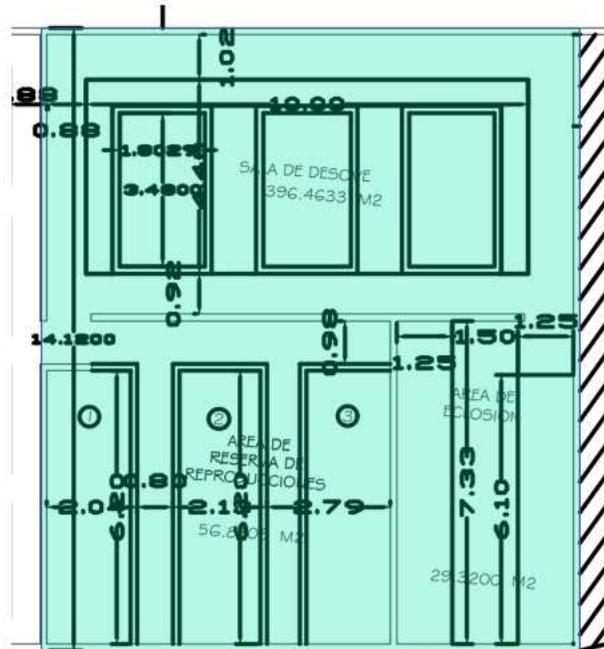
Pileta	largo (m)	ancho (m)
1	13.7	1.49
2	13.7	1.49
3	13.7	1.51
4	13.7	1.51
5	13.7	1.5
6	13.7	1.5
7	13.7	2.5
8	13.7	2.5
9	13.7	2.5
10	13.7	2.5



### Croquis 14. zona 6

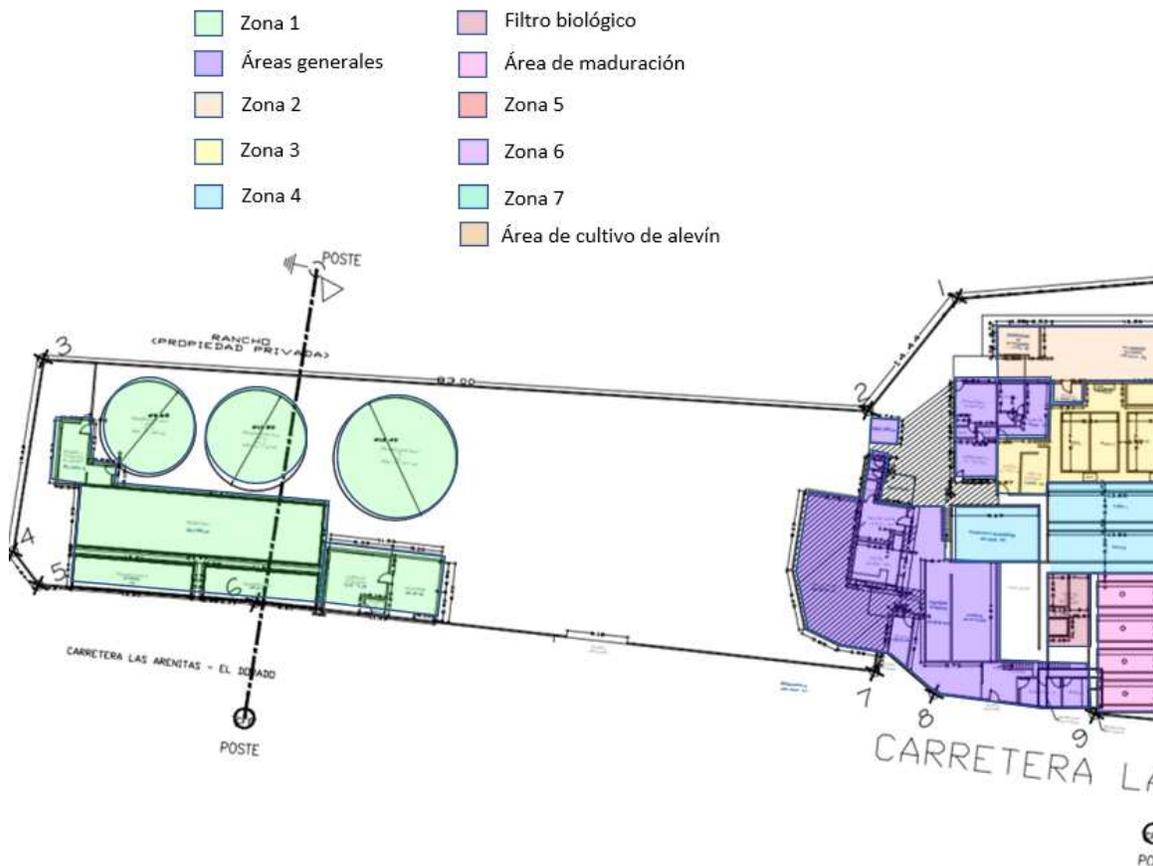
#### Zona 7

En la zona 7 se encuentran 3 áreas: sala de desove la cual contiene 3 piletas de 3.48 m de largo y 1.8 m de ancho; el área de reserva de reproducciones que contiene 3 piletas, con un ancho de 2 m, 2.13 m y 2.79 respectivamente, todas con un largo de 6.20 metros; y el área de eclosión.



### Croquis 15. zona 7

A continuación, se presenta una imagen con el plano completo del proyecto con las zonas previamente descritas:



## ESTRUCTURAS PARA CONTROL DE ORGANISMOS PATÓGENOS Y EVITAR FUGA DE ORGANISMOS.

Para el control sanitario se retiran los individuos identificados con evidencias de alteraciones fisiológicas o de comportamiento y se colocan en contenedores para su observación. También se le brinda una gran importancia y prioridad a una nutrición de calidad para los organismos para así mantener organismos fuertes libres de organismos patógenos y/o enfermedades, así como a mantener niveles óptimos de la calidad del agua.

El proceso en general del laboratorio inicia con la filtración y desinfección del agua del mar, la misma que pasa por un sistema de sedimentación, filtración y recirculación de agua, en donde se asegura que la calidad del agua sea la adecuada para los organismos vivos involucrados dentro de los procesos productivos. Para llevar a cabo todos estos procesos el laboratorio cuenta con filtros de carbón activado, filtros de arena sílica, lámparas de luz ultravioleta, filtros de bolso de 1 y 0.5

micras y un equipo de ozono.

También se cuenta con un sistema de filtros que van de las 300 a las 500 micras que son suficientemente pequeños como para retener cualquier tipo de organismo con el que se trabaja durante el proceso de producción de postlarvas de camarón, lo cual evita cualquier fuga de organismos hacia las lagunas de oxidación, que son el destino final del agua que resulta como residuo de todo el proceso productivo.

A continuación, se enlistan algunos de los protocolos y medidas de prevención para proteger los cultivos:

Como medida de prevención para evitar alguna contaminación de hongos, protozoos y bacterias filamentosas se realizan lavados a los nauplios con una solución de yodo (50-100 ppm durante 1 min) antes de ser introducidos a los tanques de cultivo.

A las salas se les da mínimo 3 días de secado, antes de cada siembra.

Las tuberías de P.V.C que se utiliza para el llenado de los tanques de las salas se desinfectan previamente con cloro y ácido muriático.

Antes de realizar el llenado de agua a los tanques de las salas se toman muestras para verificar que no haya residuos de ozono y cloro.

Los reservorios de almacenamiento de agua son lavados y desinfectados con cloro y ácido cítrico una vez por semana.

Se maneja una densidad de siembra entre 150-160 nauplios por litro de agua.

En la siembra de microalgas se inicia con una concentración de microalgas de 50.000 células/ml (THALASIOSIRA).

El nivel de agua de los tanques que van a ser utilizado para la siembra, son llenados con el 40% de su capacidad total, con temperaturas de 30-32°C.

Se aplican 10 ppm de probiótico a cada tanque en horarios ya establecidos para mantener a los organismos sanos.

Las temperaturas del agua de los tanques se mantienen en 30-32°C, por lo que continuamente se revisan que las calderas y serpentines funcionen correctamente.

En todas las etapas se lleva un registro diario de parámetros fisicoquímicos del agua.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS DE TOMA Y DE DESCARGA, PARTICULARMENTE RELACIONADAS CON LA PROTECCIÓN A DIVERSOS COMPONENTES DEL AMBIENTE POTENCIALMENTE AFECTADOS CON SU CONSTRUCCIÓN Y CON LA OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN.

### OBRAS DE TOMA DE AGUA

Como se mencionó anteriormente en este mismo capítulo, el agua con el que se abastece el laboratorio es tomada del canal de llamada El Patague, y pasa por un proceso de filtración y tratamiento antes de poder ser utilizada para los procesos de producción. Dichos procesos consisten en bombear el agua, filtrar y sedimentar los sólidos existentes, así como hacerla pasar por un tratamiento de desinfección mediante la utilización de ozono, con la finalidad de eliminar la presencia de cualquier tipo de microorganismos, tales como bacterias, virus, protozoos, nemátodos, hongos, agregados celulares, esporas, entre otros.

La toma de agua del laboratorio SEMARC se encuentra a 60 metros de distancia del canal de llamada, en un punto medio donde aparecen mareas bajas. La succión de agua se realiza mediante 2 bombas de 3 hp que están acopladas a tuberías de pvc. hidráulicas las cuales conducen el agua hacia los reservorios sedimentadores.

En general el proceso de tratamiento se lleva a cabo mediante la siguiente infraestructura:

Un sistema de bombeo constituido por 3 bombas eléctricas.

Filtros para filtración primaria de sólidos.

Sedimentadores.

Un tanque de reservorio.

Un cuarto de filtrado y ozonificación. Cuenta con 2 filtros de sílica, un generador de ozono y un cilindro con manómetro.

**Figura 12 OBRAS PARA EL BOMBEO Y TRATAMIENTO DEL AGUA QUE SE OBTIENE DEL CANAL DE LLAMADA.**



E.D.T.A (ácido etilendiaminotetraacético, 10 gramos por tonelada).

Después de este proceso de filtración y aplicación de tratamientos se empiezan a medir parámetros físico-químico del agua mediante monitoreo de oxígeno, temperatura, PH, amonio, salinidad, residuos de cloro y ozono.

Los valores óptimos de factores fisicoquímicos del agua para poder iniciar el cultivo son los siguientes:

**Tabla 13 Valores óptimos del agua para su utilización en los procesos de cultivo.**

Factor fisicoquímico	Valores óptimos
OXIGENO	4.5 A 5 mg/litro
TEMPERATURA	30-32°C
P H	7.5 a 8.5
AMONIO	0.0 mg/litro
SALINIDAD	30 a 35 ppt
RESIDUAL DE CLORO	0.0 ppm
RESIDUAL DE OZONO	0.0 mg/litro

#### **OBRAS DE DESCARGA DE AGUA**

Toda el agua residual resultante de los procesos productivos del laboratorio se conduce hacia 2 lagunas de oxidación. Mientras que las descargas sanitarias y de aguas grises que se producen por el uso domiciliario del agua dentro del laboratorio, son vertidas directamente a 2 fosas sépticas que se tienen dentro de las instalaciones del proyecto.

##### **Fosas sépticas:**

Las fosas sépticas tienen una capacidad de 15.3 m<sup>3</sup> y 11.8 m<sup>3</sup> aproximadamente, y se les da un mantenimiento anual para mantenerlas en buenas condiciones.

##### **Lagunas de oxidación:**

Las lagunas de oxidación se ubican al Norte del predio, las cuales tienen como propósito la estabilización y oxidación de las aguas residuales del proceso productivo, y disminuir su carga orgánica, mediante el uso de cal y el aprovechamiento de las condiciones fisicoquímicas que este tipo de infraestructura propician. Antes de ser descargadas, las aguas residuales pasan por un proceso de filtrado para evitar que los organismos se fuguen con los líquidos, mediante una serie

de filtros que pueden variar de 300 a 500 micras, que se colocan antes de los tubos por los que fluyen las aguas de descarga.

En total son 2 las lagunas de oxidación. La Laguna de Oxidación I cuenta con una dimensión de 2997.38 M2 y la Laguna de Oxidación II con 3186.2 m2, y ambas tienen una profundidad aproximada de 0.5 m. En cuestión de capacidad volumétrica, en conjunto, las lagunas tienen una capacidad de retención de retención de 3091.79 m3:

Laguna de Oxidación I: 1,498.69 m3.

Laguna de Oxidación II: 1,593.1 m3.

Cuando el agua llega, se genera de forma espontánea un proceso de auto purificación o estabilización natural, en el que tienen lugar fenómenos de tipo físico, químico y biológico. En adición a esto, se le brinda un tratamiento con cal para desinfectar y neutralizar el agua, eliminar la materia en suspensión y cualquier organismo vivo, y a su vez, eliminar olores.

El proyecto de operación del laboratorio cuenta con una planeación de crecimiento a futuro que dependerá de las utilidades y la ampliación del mercado del producto, y en el cual se proyecta que en un aproximado de 3 a 5 años se incremente la producción al doble. Para lograr esta producción de aproximadamente 72 millones de postlarvas por corrida (es decir 360 millones de postlarvas/año), se tendrán que expandir las zonas de producción al doble de lo actual, tanto las salas de producción de larva, como las salas de producción de microalgas y de artemias, así como las lagunas de oxidación que captan las aguas residuales de todas las pilas y zonas productivas. Para el caso de las lagunas de oxidación se pretende eliminar una de ellas y hacer más profunda la laguna más grande, incrementando su profundidad de 0.5 m a 1 m, para generar una capacidad de retención y tratamiento del doble de lo que actualmente reciben, es decir, un aproximado de 6 000 m3.

Cancelando una de estas lagunas de oxidación, se aprovechará esa área del predio para instalar la infraestructura necesaria para las salas de producción.

#### **II.2.4 DESCRIPCION DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO**

El proyecto no tiene previstas obras o actividades provisionales.

### **II. 3 PROGRAMA DE TRABAJO**

## II. 3.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE ACUERDO A LA ETAPA DEL PROYECTO

El proyecto de laboratorio cuenta con las siguientes etapas principales:

- Preparación del sitio.
- Construcción de infraestructura.
- Etapas de operación y mantenimiento.
- Etapas de abandono.

En este apartado sólo se describirán las fases de Etapa de operación y mantenimiento y Etapa de abandono, ya que las otras etapas se describirán a detalle en otro capítulo debido al contexto del proyecto y su historial de procedimientos en materia de evaluación de impacto ambiental.

### II.3.2 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La etapa de operación y mantenimiento del proyecto consiste en 3 procesos principales:

Proceso de filtración y purificación de agua de mar para su uso dentro de los procesos productivos.

Proceso de producción de postlarva de camarón y procesos de producción de alimento para las larvas de camarón que se crían dentro del laboratorio: producción de microalgas y producción de artemias.

Actividades de mantenimiento y limpieza de las instalaciones de los procesos productivos.

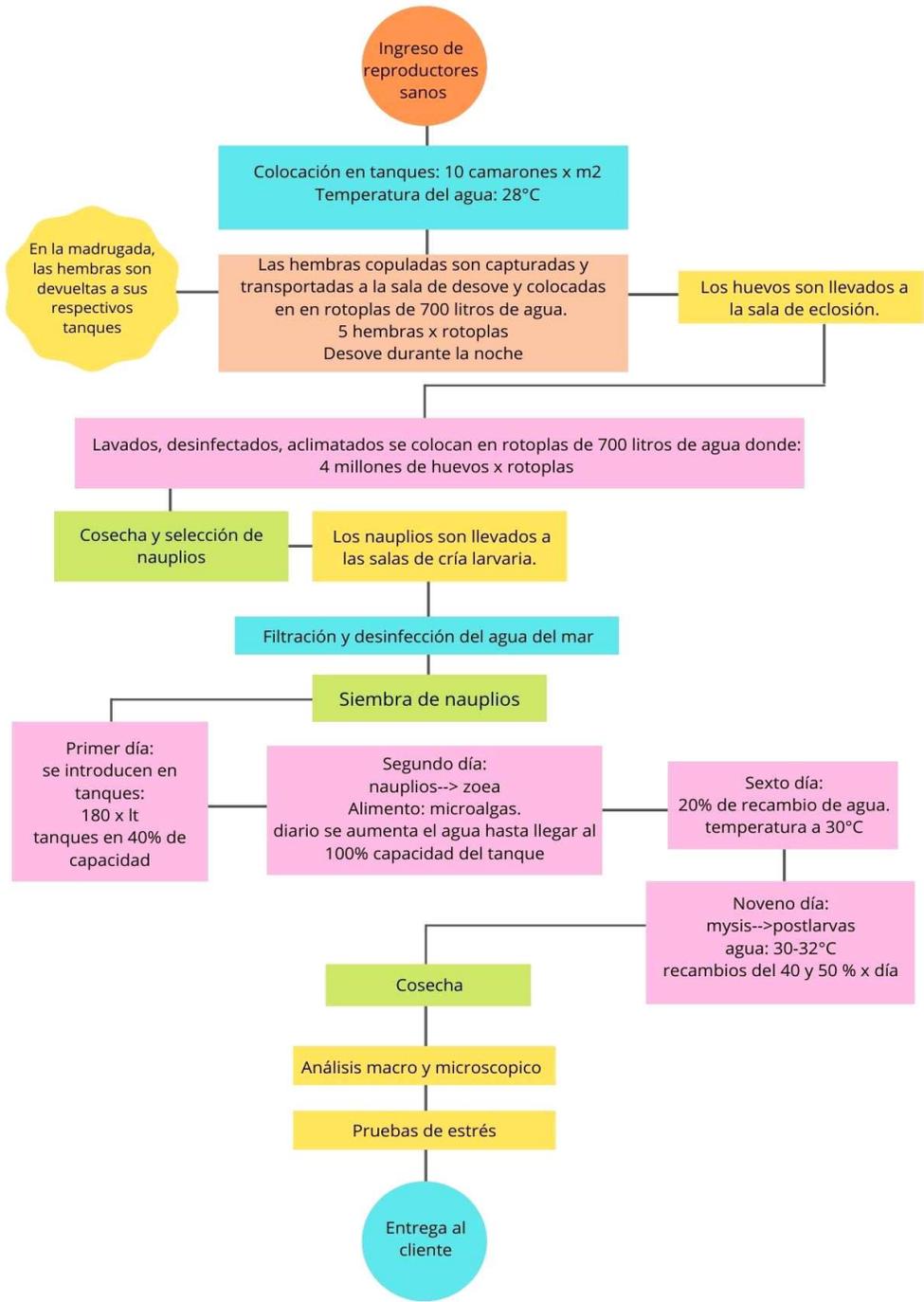
Es importante mencionar que las actividades del laboratorio varían, según la época del año, ya que éste opera de manera muy distinta según los siguientes 2 periodos:

**Período de producción:** El laboratorio lleva a cabo procesos de producción de febrero a septiembre aproximadamente, tiempo durante el cual logra completar 5 corridas productivas.

**Período de limpieza y mantenimiento:** El laboratorio, del mes de octubre a enero no lleva a cabo ninguna actividad de producción de larvas de camarón. Durante este tiempo (4 meses), se llevan a cabo actividades meramente destinadas al mantenimiento y limpieza de las áreas de producción y el laboratorio en general.

El proceso en general de producción del laboratorio se resume en el siguiente diagrama:

### Proceso de producción del camarón



En cuanto al personal que el laboratorio requiere para sus operaciones, éste también varía de acuerdo a los 2 tipos de períodos de actividades mencionados en los párrafos anteriores, ya que,

durante el período productivo, se requiere una mayor cantidad de trabajadores, mientras que, durante el período de mantenimiento y limpieza, la fuerza de trabajo disminuye. En la siguiente tabla se pueden apreciar la cantidad de trabajadores que se requieren para la operación del laboratorio según el período del año.

**Tabla 14 Cantidad de fuerza de trabajo necesaria para la operación del laboratorio según el período de tiempo en que se llevan a cabo las actividades.**

Tipo de personal	Período productivo de febrero a septiembre	Período de limpieza y mantenimiento de octubre a enero.
Administrativo	2	2
Personal de laboratorio	10	5
Personal de planta	4	2
<b>TOTAL DE FUERZA DE TRABAJO</b>	<b>16</b>	<b>9</b>

En la siguiente sección se describirá de manera más detallada en qué consisten los principales procesos de operación del laboratorio, anteriormente mencionados:

**Proceso de filtración y purificación de agua de mar para su uso dentro de los procesos productivos.**

El proyecto aprovecha directamente el agua oceánica bombeada por medio de tuberías de PVC y bombas interconectadas al canal de llamada de tipo artificial denominado “El Patagüe”, ubicado a aproximadamente, 6 km metros de Playa Ponce, en el Mar de Cortez, en el Océano Pacífico. Este canal se localiza al oeste del predio a una distancia aproximada de 23 metros.

El agua con el que se abastece el laboratorio pasa por un proceso de filtración y tratamiento que consiste en bombear el agua, filtrar y sedimentar los sólidos existentes, así como hacerla pasar por un tratamiento mediante la utilización de ozono para eliminar la presencia de cualquier tipo de microorganismos, tales como bacterias, virus, protozoos, nemátodos, hongos, agregados celulares, esporas, entre otros, tal y como se menciona en la sección anterior titulada “*Características de las obras de toma y de descarga, particularmente relacionadas con la protección a diversos componentes del ambiente potencialmente afectados con su construcción y con la operación de la unidad de producción*”, en donde se describen a detalle las actividades que se realizan dentro del área de toma y tratamiento de agua para los procesos del laboratorio.

El proceso de tratamiento del agua que se toma del canal se puede explicar básicamente en 3 tipos de procesos diferentes:

**SEDIMENTACIÓN:**

El agua que se bombea llega sin ningún tipo de tratamiento y se hace pasar por una serie de filtros y sedimentadores cuya función es sedimentar las partículas de gran tamaño, que son las

que dan turbidez al agua.

Una vez que se llena el reservorio del sedimentador 1, se le aplica cloro granulado (hipoclorito de calcio), para disminuir el pH y así eliminar bacterias, fitoplancton, huevos y larvas no deseadas. El cloro se deja que actúe por un lapso de 8 horas, y transcurrido este tiempo se le aplica otro tratamiento que consiste en estabilizar el PH del agua, añadiendo cal viva y dejando actuar mínimo por 4 horas consecutivas. Las cantidades que se utilizan de hipoclorito de calcio y de cal viva, son 5 gramos por cada tonelada de agua.

#### *FILTRACIÓN 1*

Del sedimentador 1, el agua es transferida mediante una bomba de 3 hp y pasada por unos filtros con arena sílica al sedimentador # 2. En la entrada de agua de estos sedimentadores se colocan filtros de bolsos de una micra. El objetivo de este paso es lograr oxigenar el agua y neutralizar los residuos de cloro.

#### *FILTRACIÓN 2*

En este paso el agua es transferida hacia los reservorios donde se almacena, y de donde es distribuida hacia las salas de producción. Antes de llegar a los reservorios, durante este paso de tratamiento, el agua pasa por 2 filtros de arena sílica, ozono, filtros con carbón activado y 6 tubos de luz ultravioleta. Una vez que se llenan los reservorios, se los deja recirculando por un lapso de 6 horas con la finalidad de neutralizar la cantidad de ozono que se le aplicó al agua (0.2mg/litro). Dos horas antes de distribuir el agua hacia las áreas de producción se le aplica un tratamiento con E.D.T.A (ácido etilendiaminotetraacético, 10 gramos por tonelada).

Después de este proceso de filtración y aplicación de tratamientos se empiezan a medir parámetros físico-químico del agua mediante monitoreo de oxígeno, temperatura, PH, amonio, salinidad, residuos de cloro y ozono.

Los valores óptimos de factores fisicoquímicos del agua para poder iniciar el cultivo son los siguientes:

<b>Factor fisicoquímico</b>	<b>Valores óptimos</b>
<b>OXIGENO</b>	4.5 A 5 mg/litro
<b>TEMPERATURA</b>	30-32°C
<b>P H</b>	7.5 a 8.5
<b>AMONIO</b>	0.0 mg/litro
<b>SALINIDAD</b>	30 a 35 ppt
<b>RESIDUAL DE CLORO</b>	0.0 ppm

RESIDUAL DE OZONO	0.0 mg/litro
-------------------	--------------

Tabla 15 Valores óptimos del agua para su utilización en los procesos de cultivo.

La infraestructura del proyecto tiene una capacidad aproximada de almacenamiento de agua de acuerdo a lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16 Capacidad de almacenamiento de agua del proyecto para los procesos de producción.

Infraestructura	capacidad (m3)
Reservorio 1	300
Reservorio 2	300
Reservorio de maduración	300
Tinas de sedimentación	800
Piletas cría larvaria	200
Piletas microalgas	62
Piletas postlarva	240
Piletas de análisis	380
40 garrafones de 19L	0.76
14 tolvas de reproducción de 500 L/tolva	7
10 piezas de Rotoplas	7
<b>TOTAL</b>	<b>2596.76</b>

Proceso de producción de postlarva de camarón y procesos de producción de alimento para las larvas de camarón que se crían dentro del laboratorio: producción de microalgas y producción de artemias.

Una vez que se ha tratado el agua, consiguiendo las características fisicoquímicas apropiadas para los procesos productivos, se inician los procesos de siembra de larva de camarón, y de manera simultánea, también con los procesos de producción de microalgas y artemias que serán parte de la dieta de las larvas de camarón.

## PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN

El proceso se puede separar en las siguientes fases:

Maduración y selección de reproductores.

Proceso de Desove y eclosión.

Cría larvaria: Nauplio, Zoea, Mysis y postlarva.

Cosecha de postlarvas.

Para el mejor entendimiento de los procesos, es de gran utilidad revisar el siguiente diagrama en donde se muestran las diferentes fases del camarón:

#### **Figura 14 Diagrama de las Fases del camarón.**

#### **Maduración, selección de reproductores y copulación.**

La selección de los reproductores se realiza una vez que se logra la maduración sexual en el camarón blanco (*litopenaeus vannamei*) que comienza a un peso aproximado de los 32 gramos.

En las hembras maduras se observan los ovarios de color amarillento en la zona dorsal del cefalotórax. En los machos maduros se nota la presencia de espermátóforos de color blanco crema, en la parte posterior ventral de su cefalotórax.

Esta área es regulada mediante el control de temperaturas en el agua, luminosidad de la sala y un control hormonal mediante el proceso de ablación basado en la extirpación de los pedúnculos oculares.

Los factores que inducen a la madurez o desarrollo gonadal de los reproductores son el aspecto nutricional y el aspecto medio ambiental.

#### **ASPECTOS NUTRICIONALES**

La alimentación está basada en alimentos ricos en proteínas, carbohidratos, lípidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales.

Los alimentos frescos que son utilizados en el área de maduración son: calamar, poliquetos, artemia adulta, kril, mejillón y suplementos con dietas peletizadas.

#### **ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES**

Los parámetros ambientales juegan un papel muy importante dentro del proceso de maduración, en el laboratorio se lleva un estricto control de los parámetros tales como:

DENSIDAD = 8 - 10 CAMARONES POR METRO CUADRADO

TEMPERATURA EN EL AGUA = 27-28°C

RELACION DE HEMBRA Y MACHO = 1-1

RECAMBIO DE AGUA =100-150%

FOTOPERIODO = NATURAL

ALIMENTACION = 30% DE LA BIOMASA

OXIGENO DISUELTO = 3-5 MILIGRAMOS POR LITRO

SALINIDAD EN EL AGUA = 30-35 PPT

NIVEL DE AGUA EN LOS TANQUES= 40-50 CENTIMETROS

El control de las condiciones nutricionales y ambientales permite obtener una constante maduración y calidad en los nauplios.

El proceso de recambio de agua pasa por unos filtros de arena sílica, queda sin carga de sólidos, pero lleva altas concentraciones de amonio por desechos de larvas. A causa de esto se planea contar con un sistema con el que se pueda desdoblar el amonio en nitratos, para poder regresar el agua a los tanques. Dicho sistema consistirá en hacer circular el agua de recirculación por un filtro biológico compuesto por piedra de jal (piedra porosa), en el cual se adherirán las bacterias que harán la función de biofiltro, para propiciar que el amonio se desdoble en nitritos, y después en nitratos, y así poder recircular el agua hacia los tanques.

El proceso de maduración comienza desde el ingreso de reproductores ya seleccionados, analizados, libre de virus y enfermedades o patógenos.

Los reproductores una vez ingresados a las salas de maduración son distribuidos y colocados en 4 tanques de 240 m<sup>2</sup> cada uno, a una densidad de 10 camarones por metro cuadrado (es decir 9600 reproductores en total), y enseguida entran a un proceso de aclimatación de temperatura en el agua hasta alcanzar los 28°C que es lo óptimo para alcanzar y estimular la maduración. Son alimentados cada cuatro horas con dietas de alimentos frescos: calamar, poliquetos, mejillón, artemia y kril.

**Foto 3 Cortejo de reproductores.**



**Foto 4 Hembra madura.**



Para la fase del cortejo se distribuyen los reproductores en 4 tanques de 60 m<sup>2</sup> cada uno a una densidad de 10 reproductores/m<sup>2</sup>, teniendo en cada tanque 600 reproductores a una relación 1 a 1, 300 hembras y 300 machos. El porcentaje de hembras copuladas es de aproximadamente 10% entonces, en total, de cada tanque, salen 30 hembras copuladas. En total, por los 4 tanques se tiene un total aproximado de 120 hembras copuladas que generan un aproximado de 130 mil huevos cada una, teniendo un potencial total de producción de 15 millones de huevos.

Durante el día se da el cortejo de los reproductores y al finalizar la tarde las hembras son copuladas. Con la ayuda de una red y una lámpara las hembras copuladas son capturadas y son transportadas a la sala de desove (cada hembra puede generar hasta 130 mil huevos).

**Foto 5 Hembras copuladas**



#### **Desove y eclosión.**

Las hembras copuladas son puestas en recipientes de rotoplas de 700 litros de agua previamente filtrada y desinfectada. En cada rotoplas se colocan cinco hembras, durante la noche las hembras desovan (aproximadamente 130 mil huevos por cada una) en la madrugada estas hembras son devueltas a sus respectivos tanques y los huevos son llevados a la sala de eclosión.

Foto 6 Sala de desove.



Una vez que se lleva a cabo el desove, los huevos se recolectan con mallas de 100 micras, son lavados, desinfectados, aclimatados, y enseguida se colocan en rotoplás de 700 litros de agua para su eclosión. Se colocan aproximadamente 4 millones de huevos por cada rotoplás. El control de temperatura y aireación es muy importante en este proceso, por lo que la constante revisión de las calderas, serpentines y sopladores, es muy relevante para mantener la temperatura adecuada.

Los nauplios son cosechados y seleccionados por fototropismo, para su conteo son colocados en cubetas de 15 litros de agua, utilizando el método volumétrico, luego los nauplios son llevados a las salas de cría larvaria.

Foto 7 Foto del proceso de eclosión y conteo de nauplios.





Conteo de Nauplios

### **Cría larvaria: Nauplio, Zoea y Mysis.**

El laboratorio SEMARC cuenta con dos salas de larvicultura cada una tiene un sistema de filtración de agua, sistema de aireación constante y un sistema de control de temperatura lo que nos permite crear un ambiente adecuado para el desarrollo de las postlarvas.

El proceso inicia con la filtración y desinfección del agua del mar, la misma que pasa por un sistema de sedimentación, filtración y recirculación de agua.

Para llevar a cabo todos estos procesos el laboratorio cuenta con filtros de carbón activado, filtros de arena sílica, lámparas de luz ultravioleta, filtros de bolso de 1 y 0.5 micras y un equipo de ozono.

### **CULTIVO O SIEMBRA DE NAUPLIOS**

#### **TRANSPORTE DE NAUPLIOS.**

Una vez que se realizan los conteos de nauplios, estos son transportados en un Rotoplas recubierto con poliuretano con capacidad de 1000 litros de agua, hacia la zona de crías larvarias. La densidad que se maneja es de 15.000 a 20.000 nauplios por litro de agua con parámetros de temperatura de 26-28°C y oxígeno de 4-5 mg/litro.

El primer día de siembra, los nauplios son introducidos a los tanques a una densidad de 180 nauplios por litro de agua, se controlan parámetros de temperatura, salinidad y pH, iniciamos con un volumen de agua del 40% de su capacidad total del tanque, y se lleva a cabo un proceso de aclimatación para que el cambio no sea tan drástico y se de tiempo a los nauplios a adaptarse a su nuevo medio.

#### **ACLIMATACIÓN DE LOS NAUPLIOS.**

Los nauplios son bajados por gravedad hacia unas tinas de 400 litros donde se concentran para luego iniciar con el proceso de aclimatación. El tiempo de aclimatación dura aproximadamente

entre 2 y 3 horas y consiste en igualar los parámetros de llegada de los nauplios con los del laboratorio (temperatura, salinidad, pH).

Tabla 17 PARÁMETROS DEL AGUA ÓPTIMOS PARA LA SIEMBRA DE NAUPLIOS

PARAMETROS OPTIMOS PARA LA SIEMBRA	
<b>TEMPERATURA</b>	30-32°C
<b>SALINIDAD</b>	30-35 PPT
<b>PH</b>	7.5-8.5 MG/L

Algunas de las medidas de control para controlar y mantener la calidad de los nauplios son las siguientes:

**FOTOTAXIS POSITIVO Y ACTIVIDAD:** Se toma una muestra en un vaso transparente y se los coloca cerca de una fuente de luz para observar detenidamente el desplazamiento de los nauplios. Si más del 90% son atraídos y se dirigen rápidamente hacia la luz se consideran excelentes para la siembra.

**OBSEVACIONES AL MICROSCOPIO:** Se toman muestras para revisar y analizar el porcentaje de deformidad que se presentan en los nauplios, ya que algunas de estas pueden causar mortalidad desde el inicio, o durante el cultivo larvario. Entre las deformidades más comunes son: ausencia parcial o total de urópodos, espinas caudales incrustadas o dobladas, tracto digestivo torcido y zetas dobladas.

#### SIEMBRA DE NAUPLIOS.

Una vez aclimatados y revisados los nauplios, se procede a colocarlos en cubetas de 15 litros de agua para nuevamente realizar un conteo conteo y así poder distribuirlos en las salas de producción.

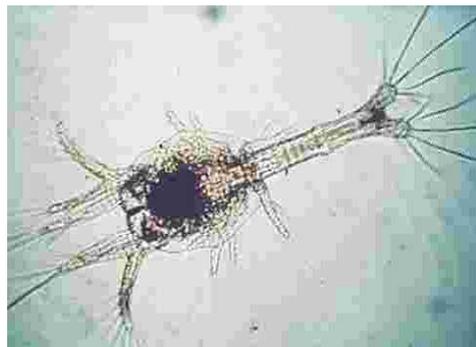
Con una pipeta de un mililitro se toma una muestra llena de nauplios y se cuantifica el número de organismos para luego multiplicar el resultado por 15.000 que es la cantidad de mililitros que existen en la cubeta de 15 litros. Una vez que se concluye con el conteo las cubetas son trasladadas y vaciadas a los tanques de las salas de producción.

Foto 8 Salas de cría larvaria o salas de producción.



El segundo día de siembra los nauplios mudan y pasan al estadio de zoea, esta etapa consta de tres subestadios y tiene una duración de 4 días. Los subestadios se caracterizan por la diferencia del cefalotórax con el abdomen y nadan hacia adelante. A partir de protozoea I comienzan a absorber alimento en el agua que generalmente consiste en microalgas, el nivel de agua se incrementa diariamente hasta alcanzar el 100% del nivel total del tanque. Cuando toman la forma larvaria de zoea II, son alimentados con microalgas, alimento micro particulado y artemia nauplio (congelada), y la temperatura de agua son mantenidas a 32°C.

**Foto 9 Fase ZOEIA de la larva de camarón.**



Al sexto día de siembra la morfología de la larva cambia totalmente, y pasan al estadio de mysis. Esta etapa consta de tres subestadios y tiene una duración de 3 días. Su característica principal es que presentan el cuerpo encorvado en la región abdominal, nadan con el cefalotórax hacia adelante y hacia atrás, son alimentados con micro algas, con alimento micro particulado y artemia

nauplio (viva). A partir de la fase de mysis II se inicia con el 20% de recambio de agua, y la temperatura se debe mantener a 30°C.

Foto 10 Fase o estadio larvario de Mysis.



Al noveno día de siembra pasan al estadio de post-larvas, etapa en la que ya cuentan con toda la característica de un camarón adulto, nadan hacia adelante y utilizan sus periopodos para agarrarse y arrastrarse. A este estadio le llamamos postlarvas 1, y de aquí en adelante mudan cada 24 horas llevándolas hasta postlarvas 15 para su cosecha y distribución a las granjas.

Las postlarvas son alimentadas con artemia nauplio, artemia adulta y alimento microparticulado, y las temperaturas que se manejan en el agua son de 30 a 32°C, y recambios del 40 y 50% del agua por día.

Foto 11 Imágenes de la fase de Postlarva.



#### Cosecha de postlarvas.

Es la etapa final del cultivo larvario, en donde el nauplio después de haber pasado por una serie de cambios morfológicos se convierte en post-larvas, listas para ser cosechadas y ser distribuida a los diferentes clientes de granjas camaroneras.

Las post-larvas que se cosecha en el laboratorio, antes de distribuir las a las granjas camaroneras son sometidas a un análisis macro y microscópico, en el que se evalúan los siguientes parámetros:

lo siguiente:

Actividad de la larva

Fototropismo Movimiento intestinal

Uniformidad de talla

Contenido intestinal

Presencia de epibiontes

Grado de desarrollo branquial

Antes de cada entrega se realizan también pruebas de estrés, donde se mide la resistencia de las postlarvas a cambios bruscos de temperatura y salinidad, ya que son los cambios a los que se enfrentarán las postlarvas al ser introducidas en las granjas camaroneras. Si el resultado de la prueba de estrés es más del 95% se procede al proceso de entrega de postlarvas a los clientes.

**Foto 12 Vehículo y tipo de recipiente en el que se realiza comúnmente la distribución de la postlarvas a los clientes.**



Las postlarvas son transportadas en recipientes de rotoplas con capacidad de 1000 litros de agua, recubierto con poliuretano que actúa como un aislante térmico para mantener la temperatura que las postlarvas requieren.

Como se menciona con anterioridad, de manera simultánea a la producción de postlarva de camarón, dentro del laboratorio también se producen microalgas y artemias para utilizarlo dentro de la dieta de las larvas de camarón. A continuación, se describen de manera detallada dichos procesos productivos.

## PRODUCCIÓN DE MICROALGAS

Este proceso es muy importante para el desarrollo del cultivo de las post-larvas, ya que en esta área se producen las micro algas que es el alimento que consumen en los primeros estadios del camarón (zoea-mysis), y que gracias a los niveles de proteínas y vitaminas que contienen, les ayudan a las larvas a tener una rápida respuesta enzimática para garantizar una buena alimentación que se refleja en los difíciles cambios fisiológicos y morfológicos.

El departamento de micro algas esta divida en cuatros áreas:

Área de cepario

Área de garraiones

Área de cilindros

Área de tanques masivos

Figura 15 Fotos de las diferentes áreas que se encuentran dentro del área de producción de las microalgas.





*Área de cilindros*



*Área de tanques masivos.*

#### CEPARIOS, GARRAFONES Y CILINDROS

El cultivo de microalgas se realiza a partir de la formación de cepas propias, dentro del área de ceparios las cuales son cepas puras con una concentración inicial de microalgas de 50,000 células/mililitro en cada tubo de ensayo. Se hacen medios de cultivos "F/2" de GUILLARD, (nitrato de sodio metales trazas, metacilicatos y vitaminas, adicionando 1 mililitro de cepa a cada tubo). En esta área se maneja un gran control de asepsia y manejo de parámetros. En el cuarto de cepas puras se mantiene una temperatura de 22°- 25°c, esto con el objetivo de no proporcionarles a los microorganismos patógenos, condiciones de reproducción.

A estos tubos de ensayo se les proporciona luz artificial con lámparas y agitación manual para lograr que todas las células reciban luz, lo cual ayuda a la división celular. Dichos cultivos, posteriormente se van escalando mediante su siembra en contenedores de diferentes capacidades: matraces de 200 ml, botellas de 3 litros, garrafones de 20 litros y cilindros de 500 litros, hasta pasar a un área de tanques donde el cultivo está expuesto al ambiente (cultivo masivo), en donde se logra una producción de 15 toneladas de microalgas por día.

Transcurrido tres días los inóculos de los tubos de ensayo, son sometidos a una previa revisión microscópica y preparación de medios, se siembran en botellas de 3 litros donde alcanza una buena división celular, posteriormente son sembrados en garrafones de 20 litros, previamente clarinado y declorinado, se les adicionan sus respectivos medios de cultivos, estos son llamados

cepas de garrafones puros, en este paso los cultivos también son expuestos a la luz y aireación constante.

Se dejan transcurrir tres días y se escogen los mejores garrafones basados en limpieza, densidad, división celular y tamaño de las células para realizar repliques en otros garrafones con igual procedimiento. Posterior a esto los repliques son transferidos a cilindros de 500 litros, se les adicionan sus medios de cultivos y se les da el tiempo requerido para que las células alcancen una mayor división.

En todos los procesos antes mencionados, se mantienen parámetros controlados de luz, temperatura, salinidad, aireación y nutrientes.

Las micro algas antes de ser transferidas hacia los tanques de cultivo larvario son sometidos a una revisión microscópica para verificar que estén limpias, libres de protozoarios, y con buen proceso de división.

#### PRODUCCIÓN MASIVA DE MICROALGAS

De los cilindros se pasan las microalgas a los tanques de producción masiva, que es un área donde el cultivo está expuesto al ambiente, y se tiene una capacidad de producción de 15 toneladas de micro algas por día.

Las micro algas antes de ser transferidas hacia los tanques de cultivo larvario, nuevamente son sometidas a una revisión microscópica para verificar que estén limpias, libres de protozoarios, y con buen proceso de división

### PRODUCCIÓN DE ARTEMIAS

La producción de artemia es importante dentro de todo el proceso productivo del laboratorio para poder brindar alimento vivo (crustáceo), que es de vital importancia para la nutrición y el buen desarrollo del camarón.

En el área de producción de artemia, se cuentan con 14 tanques artemieros con capacidad de 500 litros cada uno. Inicialmente se siembran los quistes de artemia a una densidad de 2 gr/litro, y se lleva un control estricto de los parámetros de temperatura, salinidad y pH, así como cierto grado de aireación para mantener en suspensión los quistes.

Por corrida (período de 25 días), inicialmente se emplean 7 kg de quistes secos que son los necesarios para obtener la biomasa final deseada.

El proceso de producción de artemia se lleva a cabo, al igual que el de las microalgas, de manera escalada, con una capacidad final de 14 tanques de 500 litros para el cultivo de artemia salina.

El cultivo se realiza a partir de quistes secos de artemia de origen comercial de la marca Biogrow, con un porcentaje de eclosión del 90%, los cuales son decapsulados antes de colocarlos en los tanques artemieros.

**Figura 16 Quistes de Artemia utilizado para la producción de Artemia para alimento del**

camarón.

### **Actividades de mantenimiento y limpieza de las instalaciones de los procesos productivos.**

Las actividades de mantenimiento y limpieza de rutina se llevan a cabo durante los períodos en los que se están llevando a cabo corridas productivas de postlarva de camarón, tales como la limpieza de recipientes, tinas y tanques, así como de las instalaciones en general, relacionadas con el uso diario de las áreas productivas y las áreas administrativas, tales como:

Lavado y desinfección de equipo de laboratorio.

Lavado y desinfección de recipientes de almacenamiento de los procesos productivos del laboratorio.

Limpieza general de las áreas de trabajo.

Al finalizar cada corrida, se llevan a cabo limpiezas completas de tuberías, tanques y equipos para de tal manera poder empezar de cero la siguiente corrida. Aunado a la limpieza, también se realizan acciones de desinfección para evitar restos de cualquier microorganismo o patógeno y asegurar la calidad y bienestar de los cultivos posteriores.

En cuanto al período de tiempo en el que no se llevan a cabo procesos productivos del laboratorio, es decir, de octubre a enero, se llevan a cabo actividades meramente de limpieza y mantenimiento de equipos, filtros, tuberías, recipientes de almacenamiento, tinas, tanques, lagunas de oxidación, etcétera.

## **II. 3.3 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO**

Para la etapa de abandono del sitio consistirá en un plan de abandono que describe a continuación:

### **PLAN DE ABANDONO**

Consistirá principalmente en 3 fases

FASE de diagnóstico.

Una vez que se decida que el ciclo de vida del laboratorio ha llegado a su fin, se realizará un diagnóstico que permita analizar la situación actual del medio físico y socioambiental del sitio para determinar el uso y/o destino que tendrá el predio del proyecto, y así poder ajustar el presente plan de abandono al contexto futuro al que se tenga que enfrentar o adaptar en su momento.

#### FASE de desmantelamiento.

Se desmantelará toda la infraestructura relacionada con los procesos productivos del laboratorio, tales como techumbres, recipientes de almacenamiento, demolición de piletas y tanques de producción. Dichas actividades se realizarán de acuerdo a un plan o programa de obra que cuide de la mejor manera el orden de los procesos de demolición y desmantelamiento, y que considere el destino final apropiado de los residuos generados por dichas actividades, y apegándose a las normas y leyes que apliquen.

En caso de que el diagnóstico de abandono indique que la infraestructura del sitio pueda aprovecharse para otro tipo de uso, se planeará la obra de desmantelamiento de acuerdo a los resultados del diagnóstico.

#### FASE de recuperación y aprovechamiento de materiales.

Previo al desmantelamiento de las instalaciones se valorará qué materiales y/o equipos del laboratorio pueden tener una segunda vida útil. Se realizará un listado de los mismos, determinando el destino de cada uno de ellos, para incluir eso dentro del programa de obra del desmantelamiento.

También se realizará un listado de los materiales que pueden ser destinados al reciclaje.

Una vez que se realice la recuperación de los materiales y/o equipos durante o después del desmantelamiento, se clasificarán y se encausarán a su destino final. Lo que se venda y permita recuperar inversión, se puede utilizar para invertir en las posibles actividades de rehabilitación del sitio.

#### FASE de rehabilitación del sitio.

De acuerdo al diagnóstico que se realizará en su momento para el plan de abandono, se determinará qué tipo de acciones de rehabilitación se pueden llevar a cabo.

## II.3.4 OTROS INSUMOS

A lo largo del proceso de operación del laboratorio se requiere el uso de otros insumos que no se han mencionado anteriormente pero que son de gran relevancia para las actividades de mantenimiento y desinfección de las salas, las tuberías y las instalaciones en general, así como para el tratamiento y desinfección del agua que se utiliza dentro de los procesos productivos.

Dichas sustancias son básicamente las siguientes:

Hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ )

Hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ )

Ácido muriático ( $\text{HCl}$  diluido al 28%).

E.D.T.A. (Ácido etilendiaminotetraacético).

Cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

En la siguiente tabla se presentan las sustancias químicas mencionadas, así como los estados físicos en que se utilizan, sus formas de almacenamiento y las cantidades que utilizan por corrida. De acuerdo a las características del proyecto, no se pretende contar con un gran almacenaje de dichas sustancias, sino que se irán comprando conforme a las necesidades requeridas por corrida.

**Tabla 18 Resumen de las sustancias químicas que se utilizan dentro de los procesos productivos.**

QUÍMICOS	ESTADO FÍSICO Y FORMAS DE ALMACENAMIENTO	USOS	CANTIDAD/CORRIDA	
HIPOCLORITO DE CALCIO	Sólido. Se almacena en cubetas de 45 kg.	TRATAMIENTO DE AGUA	15	KILOS
HIPOCLORITO DE SODIO	Líquido. Se almacena en bidones de 50 litros.	DESINFECCIÓN DE SALAS Y TUBERÍA	15	LITROS
ACIDO MURIÁTICO	Líquido Se almacena en bidones de 50 litros.	DESINFECCIÓN DE SALAS Y TUBERÍA	20	LITROS
E.D.T.A.	Sólido. Se almacena en cubetas de 45 kg.	TRATAMIENTO DE AGUA	40	KILOS
CAL HIDRATADA	Sólido. Se almacena en costales de 25 kg.	TRATAMIENTO DE AGUA	15	KILOS

La cantidad que se utilizarían, de estas sustancias en relación con el tiempo se muestran en la siguiente tabla considerando que una corrida se lleva a cabo en un período de 25 días (aproximadamente 1 mes), y que al año se pretenden realizar hasta 5 corridas.

**Tabla 19 Cantidad de sustancias químicas que se utilizan al mes y al año.**

SUSTANCIA	CANTIDAD UTILIZADA AL MES	CANTIDAD UTILIZADA AL AÑO
HIPOCLORITO DE CALCIO	15 kg	75 kg
HIPOCLORITO DE SODIO	15 litros	75 litros

ACIDO MURIÁTICO	20 litros	100 litros
E.D.T.A.	40 kilos	200 kilos
CAL HIDRATADA	15 kilos	75 kilos

Para mayor información, dentro de los ANEXOS, se presentan las fichas de seguridad de las sustancias, con la finalidad de detectar sus propiedades fisicoquímicas principales, así como las cantidades en las que podrían representar un riesgo, en caso de aplicar. Pues pesar de que no se manejan grandes cantidades de estas sustancias, es importante reconocer los riesgos que su almacenamiento, uso y manejo pueden representar, para en base a eso llevar a cabo las medidas de seguridad necesarias y prevenir cualquier tipo de accidente.

Figura 17 Simbología del modelo Rombo según NFPA 704.



Figura 18 Simbología del equipo de protección personal (epp) de acuerdo a la nom-018-2tps-2015.

Letra de identificación	Tipo de equipo
A	Lentes de seguridad
B	Lentes de seguridad y guantes
C	Lentes de seguridad, guantes y mandil
D	Careta, guantes y mandil
E	Lentes de seguridad, guantes y respirador para polvos
F	Lentes de seguridad, guantes, mandil y respirador para polvo
G	Lentes de seguridad, guantes y respirador para vapores
H	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil, respirador para vapores
I	Lentes de seguridad, guantes y respirador para polvos y vapores
J	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores
K	Respirador autónomo, SCBA, guantes, traje completo de protección y botas
X	Consulte con el supervisor las indicaciones especiales para el manejo de estas sustancias

En resumen, se tienen los siguientes datos más relevantes de las sustancias químicas en cuestión, de acuerdo a sus modelos de rombo:

Figura 19 Información sobre los rombos según nfpa de las sustancias químicas utilizadas en el proyecto.

SUSTANCIA	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGOS ESPECÍFICOS	EPP (según NOM-018-STPS-2015).
HIPOCLORITO DE CALCIO	3	0	1	OXI	G
HIPOCLORITO DE SODIO	3	0	1	OXI	
ACIDO MURIÁTICO	3	0	2	COR	H
E.D.T.A.	1	1	1		
CAL HIDRATADA	3	0	0	OXI	

Clave de Región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias
18.6	32	Llanuras costeras y deltas de Sinaloa	Agricultura e industria	Ganadería	Desarrollo Social	CFE Pueblos indígenas	Restauración y aprovechamiento sustentable	Media	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estado actual del medio ambiente (2008): Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a alta. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Media. El uso de suelo es Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 1.4. Muy baja marginación social. Alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador

de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Baja importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033: Inestable a crítico

Política ambiental: Restauración, Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.- Aprovechamiento sustentable, La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Estrategias. UAB 32	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	<p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	

A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

### **Análisis y vinculación con el proyecto**

La actividad del proyecto se encuentra dentro de los rectores de desarrollo para la UBA; en todas sus etapas cumplirá en medida de los alcances posibles con las políticas ambientales estipuladas dentro de la UAB.

#### III.1.2 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ESTATAL

De acuerdo con el PRORED Sinaloa (Programa Rector de Desarrollo Costero del Estado), elemento básico de planeación territorial de acuerdo con la organización del estado respecto de los municipios costeros, las políticas ambientales establecidas por la SEMARNAT y otras condicionantes vinculadas con planes y programas de desarrollo a nivel federal.

# Programa Estatal de Ordenamiento Territorial de Sinaloa

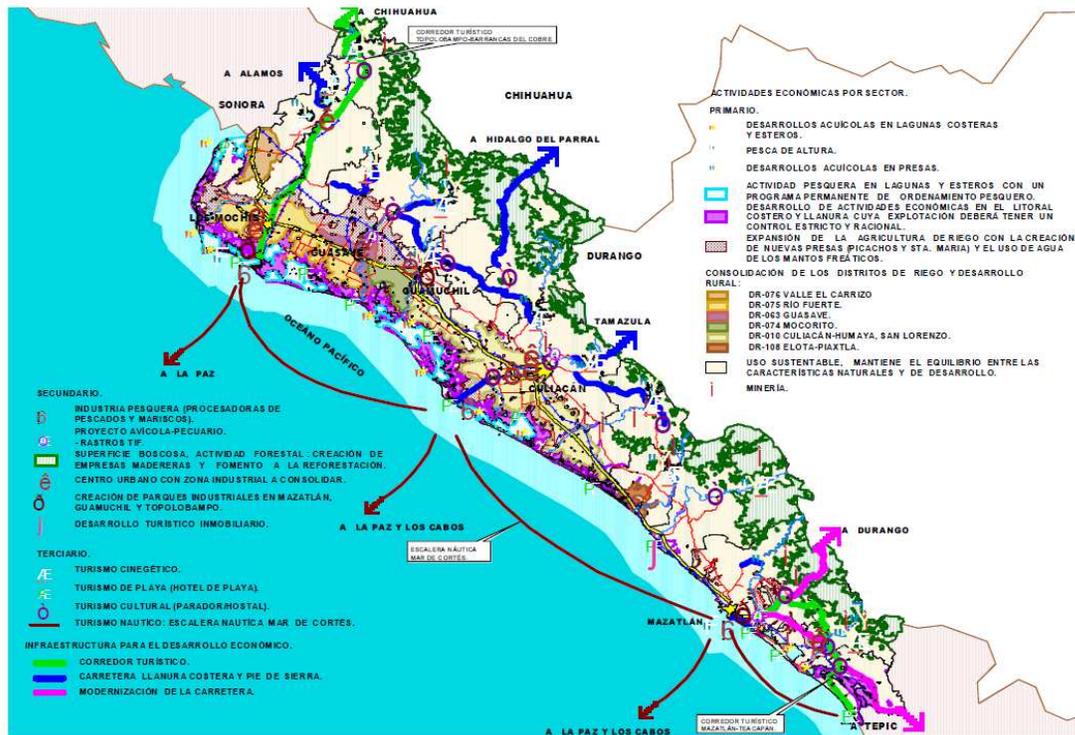
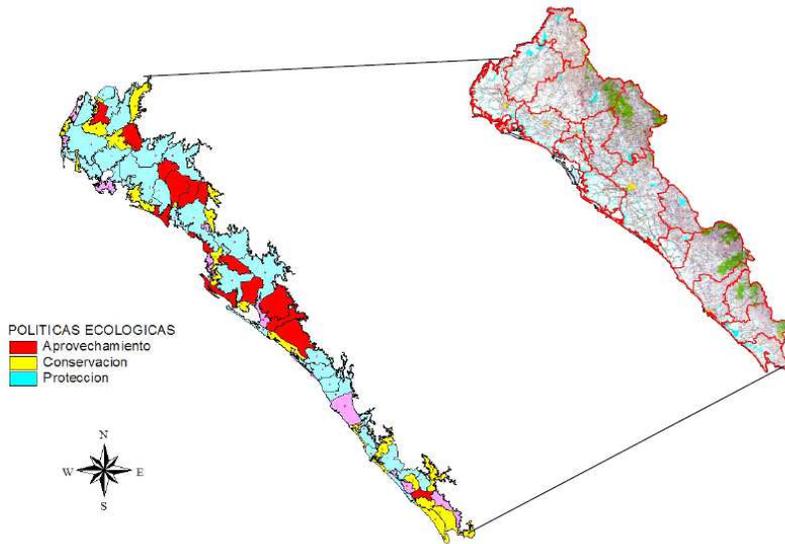


Figura III.2. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial de Sinaloa



**Figura III.3. Ordenamiento Ecológico Costero de Sinaloa**

El predio del proyecto y el sistema ambiental se encuentran en la región centro, en una zona de desarrollo de actividades económicas en el litoral costero y llanura cuya explotación deberá tener un control estricto y racional; esto afín a una política de Protección. Relacionadas al presente proyecto, el programa presenta para esta región las siguientes estrategias:

Estrategia Maricultura/Acuicultura: Desarrollo regional- conservación ecológica, asociada con actividades turísticas y consolidación de los desarrollos de la zona centro y alrededor del puerto de Altata, en la zona desde Altata hasta punta de Yameto incluyendo la península de Lucenilla. Proyecto específico: Promover el rediseño Hidráulico y sanidad de las granjas acuícolas.

**III.1.3 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD, ESTABLECIDAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.**

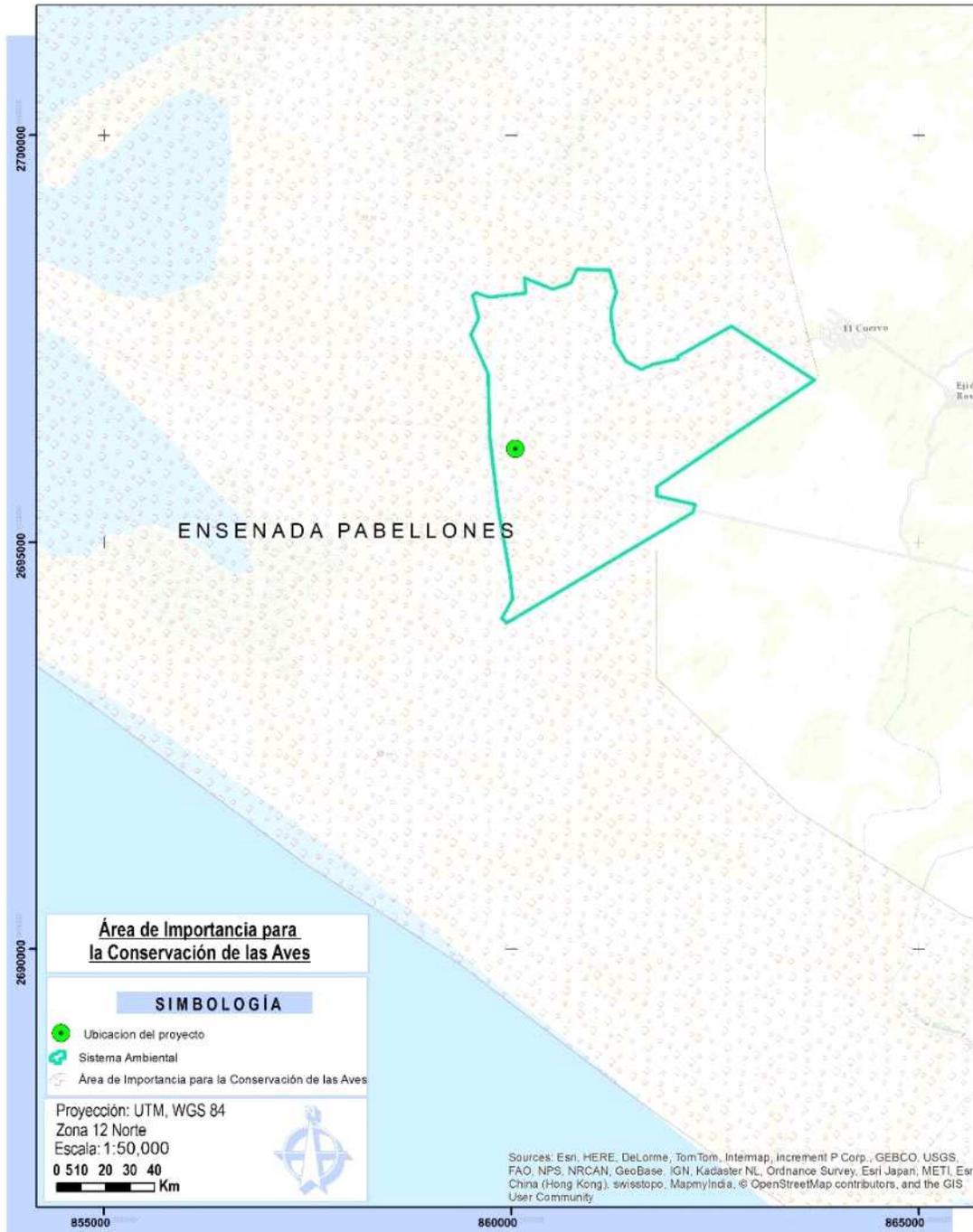
La totalidad del área de influencia del proyecto se encuentra dentro de un AICA (Área de Importancia para la Conservación de Aves)

De acuerdo con CONABIO 2015 esta AICA tiene la clave NO-67, tratándose de “Ensenada Pabellones”. Esta AICA cuenta con una superficie de 49,777.48 y no cuenta con un plan de manejo.

Descripción: Se localiza en el municipio de Culiacán. Laguna costera de gran extensión con una amplia diversidad específica, comunicada con el mar por una estrecha apertura, en ella desemboca el Río Culiacán y otros de menor tamaño. El clima de la zona es seco con una temperatura promedio de entre 22 °C y 26 °C y una precipitación total de entre 300 y 600 mm. El suelo es muy arcilloso con drenaje deficiente y muy duro cuando seco.

Vegetación: manglar y tular

Justificación: Es una zona de gran importancia por la presencia de patos, gallaretas y limícolas durante la temporada invernal, incluyendo al ganso de frente blanca y el ganso nevado. Asimismo es importante considerar especies que anidan en la zona como el pelícano café y diferentes especies de garzas, el águila pescadora y las fregatas. Presenta alta actividad cinegética, siendo parte de la misma propiedad de los clubes de cazadores locales.



Croquis III. 1. área de importancia para la conservación de aves

Análisis y vinculación con el proyecto

La actividad que desarrollara en este proyecto se enmarcaran con el lineamiento ecológico del programa estatal, puesto que sus procesos están fundamentados en principios de sustentabilidad, por lo que no considerara la deforestación de especies vegetativas y en especial de manglares (por su importancia como hábitat de las comunidades de aves), la totalidad de sus aguas cumplirá con las normas oficiales de descarga de aguas residuales, tales descargas serán regularizadas en CONAGUA mediante la solicitud de concesión de descarga de aguas residuales, una vez que sea regularizado el proyecto en materia de impacto ambiental.

## III.2 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES, MUNICIPALES O, EN SU CASO, DEL CENTRO DE POBLACIÓN.

### III.2.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 representa la ruta a tomar, que incluye los grandes objetivos de las políticas públicas y las acciones específicas que permitirán alcanzarlos, así mismo precisa los indicadores que permitirán medir los avances obtenidos. El proyecto tiene relación con algunos de los puntos que se establecen en dicho Plan.

#### Ejes rectores:

*Economía para el bienestar: El objetivo de la política económica no es producir cifras y estadísticas armoniosas sino generar bienestar para la población. Los macroindicadores son un instrumento de medición, no un fin en sí. Retomaremos el camino del crecimiento con austeridad y sin corrupción, disciplina fiscal, cese del endeudamiento, respeto a las decisiones autónomas del Banco de México, creación de empleos, fortalecimiento del mercado interno, impulso al agro, a la investigación, la ciencia y la educación.*

#### Temas

##### I. Política y gobierno.

Objetivo 2: Garantizar empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud y por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo: Jóvenes Construyendo el Futuro, Instituto Nacional de Salud para el Bienestar, Universidades para el Bienestar, Pensión Universal para Personas Adultas Mayores, Becas “Benito Juárez”, Crédito Ganadero a la Palabra, Producción para el Bienestar, Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos, programas de Comunidades Sustentables “Sembrando Vida”, de Infraestructura Carretera, Zona Libre de la Frontera Norte, Tren Maya, Corredor Multimodal Interoceánico y Aeropuerto “Felipe Ángeles” en Santa Lucía.

### III. Economía

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo: *Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.*

*El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que general la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas. El gobierno federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.*

Ciencia y tecnología: *El gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica; apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACYT coordinará el Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas.*

#### III.2.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2017-2021 (GOBIERNO DE SINALOA)

Este documento contiene las aspiraciones y demandas de los sinaloenses, expresadas en diversos medios de consulta, en los cuales se conocieron interesantes análisis y propuestas referidas a las actividades y problemas sociales. Este conjunto de acciones y políticas se integraron en cinco vertientes fundamentales: Desarrollo Económico, Desarrollo Humano y Social, Desarrollo Sustentable e Infraestructura, Seguridad y Protección Civil y Gobierno Eficiente y Transparente. El proyecto tiene relación con algunos de los ejes que se establecen en dicho Plan:

*Relanzamiento del sector pesquero y acuicultor.* La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en sus objetivos han colocado como prioritario que la pesca sea más productiva y sustentable, así como propiciar mayores sistemas alimentarios inclusivos y eficientes, fortaleciendo las cadenas de valor.

La FAO ha reconocido la importancia del pescado y sus numerosos productos asociados para la seguridad alimentaria y la nutrición, el crecimiento económico mediante la producción y comercio pesqueros, así como para la mitigación de la pobreza y la creación de oportunidades de empleo en zonas rurales y costeras.

*Ciencia, tecnología e innovación.* El conocimiento es vital para impulsar la productividad y la competitividad de las empresas, producir bienes y servicios de mayor valor agregado, aprovechar oportunidades y resolver problemáticas en educación, salud, seguridad, sustentabilidad ambiental, desarrollo urbano y desarrollo social, entre otros de interés colectivo. La crisis económica puede significar una oportunidad para considerar que el desarrollo científico y tecnológico, así como el impulso a la innovación, debe ligarse a la economía, la política, la cultura

y la sociedad. Ante la escasez de recursos financieros, adquiere mayor relevancia la definición precisa de lo que se necesita hacer para orientar la ciencia y la tecnología de acuerdo con las prioridades nacionales y regionales.

### ***Tema 1. Economía.***

Objetivo 2. Promover el fortalecimiento de las MIPyMES y el impulso al emprendimiento.

Estrategia 2.1 Impulsar mecanismos que fomenten en las MIPyMES la consolidación, la competitividad y la vinculación con las cadenas productivas.

Estrategia 2.2 Ofrecer mecanismos de financiamiento de fácil acceso, fomentando la conservación y generación de empleos.

Estrategia 2.3 Integrar los productos y servicios de las MIPyMES a las cadenas productivas.

Estrategia 2.4 Generar mecanismos para la formación y el impulso de los emprendedores.

#### Líneas de acción

2.1.1 Implementar un programa integral de capacitación con perfiles de especialización a las MIPyMES. 2.1.2 Fomentar una cultura financiera para tomar decisiones más acertadas y fomentar la inversión y crecimiento empresarial de forma sostenible y segura.

2.2.1 Otorgar microcréditos productivos. 2.2.2 Gestionar fondos federales para mezclarlos con recursos estatales para las MIPyMES.

2.3.1 Promover a empresas compradoras, tanto locales como extranjeras, para la localización e integración de proveedores locales. 2.3.2 Facilitar a las MIPyMES la exploración de mercados nacionales e internacionales. 2.3.3 Apoyar a las MIPyMES a integrarse a las grandes cadenas comerciales. 2.3.4 Crear la marca Sinaloa.

2.4.1 Promover el emprendimiento que impulse una economía del conocimiento y el emprendimiento de alto impacto. 2.4.2 Fomentar la Cultura Empresarial mediante la capacitación a Emprendedores y MIPyMES de reciente creación en las principales áreas de la empresa. 2.4.3 Impulsar la creación de modelos educativos que incrementen el emprendimiento y la innovación en la región.

2.5.1 Buscar mezcla de recursos para financiar obras de rehabilitación, construcción y mejora en los espacios que ocupan los mercados. 2.5.2 Capacitar a locatarios en temas de controles administrativos, logística, ventas, temas operativos y calidad en el servicio al cliente. 2.5.3 Buscar esquemas de financiamiento para locatarios, con enfoque para equipamiento y capital de trabajo. 2.5.4 Establecer estrategias comerciales que permitan posicionar los mercados como puntos de

venta e interés.

### ***Tema 5. Relanzamiento del sector pesquero y acuicultor.***

Objetivo 2. Consolidar el liderazgo nacional en volumen y valor de la producción pesquera y acuícola, bajo esquemas estrictos de inocuidad y sanidad, preservando el medio ambiente y sus recursos naturales.

Estrategia 2.4 Impulsar procesos de certificación sanitaria que potencien el mercado de exportación de los productos y subproductos pesqueros.

#### Líneas de acción

2.4.1 Fortalecer, mantener e incrementar las áreas clasificadas de moluscos bivalvos para el aprovechamiento, cultivo, procesos y exportación del producto. 2.4.2 Fomentar y promover la certificación de plantas de procesos de especies marinas y dulces acuícolas; asimismo, fábricas de hielo, de acuerdo con los estándares internacionales. 2.4.3 Certificar el camarón sinaloense de acuicultura con una etiqueta verde, como distintivo del buen manejo y de vinculación adecuada con el medio ambiente. 2.4.4 Certificar las buenas prácticas y manejo de las pesquerías de altamar, según los estándares internacionales. 2.4.5 Implementar y promover la pesca responsable en aguas interiores.

### ***Tema 6. Ciencia tecnología e innovación.***

Objetivo 1. Dinamizar el desarrollo científico, tecnológico y de innovación de los sectores productivo y social para el progreso económico sostenible y bienestar de los sinaloenses.

Estrategia 1.1 Fortalecer el sistema estatal de ciencia, tecnología e innovación y el desarrollo de las capacidades locales.

#### Líneas de acción

1.1.1 Contribuir a que la inversión en investigación científica, el Desarrollo Tecnológico y Experimental (IDE) crezca anual y gradualmente en relación con el año inmediato anterior. 1.1.2 Impulsar el fortalecimiento y formación de recursos humanos de alto nivel en los sectores estratégicos. 1.1.3 Desarrollar o fortalecer sistemas de validación y mecanismos de transferencia de tecnología sustentable. 1.1.4 Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades de CTI locales para fortalecer el desarrollo sustentable e incluyente. 1.1.5 Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica.

### **Eje estratégico 3. Desarrollo sustentable e infraestructura**

Medio Ambiente. México es país líder en iniciativas globales contra el cambio climático y por la conservación de la biodiversidad, entre otras. Sin embargo, presenta problemas ambientales asociados a las ciudades, como el manejo de desechos sólidos urbanos, tratamiento de aguas

cloacales o residuales, contaminación atmosférica y pérdida de suelos.

La conservación de los recursos naturales es prioridad del Gobierno del Estado. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como proteger el ambiente aprovechando de manera responsable y sustentable los recursos naturales, permitirá un medio saludable que se reflejará en la salud humana y en la restauración de los ecosistemas; por ende, en la preservación de los recursos naturales y el bienestar social.

### ***Tema 3. Medio ambiente.***

Objetivo 1. Impulsar el uso y manejo responsable de los recursos naturales renovables para su conservación y restauración, y así alcanzar mejor calidad de vida de sus habitantes.

Estrategia 1.1. Impulsar la protección, conservación y manejo de los recursos naturales de Sinaloa.

Estrategia 1.3. Impulsar y consolidar la protección de los recursos forestales.

#### Líneas de acción

1.1.1 Gestionar y promover el incremento del territorio del estado de Sinaloa, bajo esquemas de protección de los ecosistemas. 1.1.2 Promover la elaboración de Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas en el estado. 1.1.3 Definir y preservar las áreas naturales protegidas. 1.1.4 Promover acciones de conservación, manejo y recuperación de las especies que se definan como prioritarias para Sinaloa. 1.1.5 Promover el establecimiento de parques y bosques urbanos para incrementar y mantener la superficie de áreas verdes urbanas. 1.1.6 Promover proyectos de gestión, aprovechamiento y restauración.

1.3.1 Consolidar la participación del estado en el Consejo Estatal Forestal. 1.3.2 Promover la producción de planta nativa con fines de reforestación y arborización rural, urbana y suburbana. 1.3.3 Incrementar la cobertura vegetal mediante la reforestación. 1.3.4 Promover la restauración de suelos. 1.3.5 Incrementar la cobertura de brigadas para prevenir y combatir incendios forestales. 1.3.6 Incrementar la cobertura de brigadas para prevenir plagas forestales. 1.3.7 Reforestar las áreas de escurrimiento.

Objetivo 2. Implementar políticas, planes, programas y acciones para prevenir, controlar y reducir la contaminación y que beneficie la gestión ambiental en nuestro estado.

Estrategia 2.1. Prevenir, controlar y, en lo posible, reducir las emisiones de contaminantes al aire con el objeto de garantizar los estándares de calidad establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.

Estrategia 2.4. Impulsar el ahorro de energía y fomentar la generación de energías limpias.

## Líneas de acción

2.1.1 Seguir y mantener el Sistema de Monitoreo Atmosférico, generando información útil para el planteamiento de políticas públicas ambientales, con la encomienda de disminuir la contaminación atmosférica. 2.1.2 Reducir las emisiones a la atmósfera incrementando la regulación de las fuentes fijas de jurisdicción estatal 2.1.3 Generar información eficiente y confiable sobre las emisiones y la transferencia de contaminantes, así como de la calidad del aire. 2.1.4 Promover el Inventario de Fuentes fijas de Contaminación.

2.4.1 Promover la incorporación y uso de energías alternativas y renovables en procesos de producción, comercialización y en los servicios públicos. 2.4.2 Impulsar el uso de energías renovables y el uso eficiente de la energía en los sectores productivos. 2.4.3 Gestionar la construcción de plantas de ciclo combinado para disminuir el costo de la energía.

### III.2.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2018-2021 (CULIACÁN)

Este plan contiene los objetivos, estrategias y metas a cumplir en el periodo actual de gobierno. El Plan Municipal de Desarrollo se sustenta en un enfoque estratégico de la planeación, de tal manera que fija con claridad los objetivos prioritarios que se buscan alcanzar en el periodo de gobierno 2018-2024 y precisa los instrumentos y recursos para concretarlos.

El Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018 se articula en torno a seis ejes rectores y estrategias transversales, a continuación se mencionan los vinculados al presente proyecto:

#### **Eje 4. Ciudad ordenada y sostenible.**

Objetivo específico 4. Sostenibilidad ambiental.

Estrategias: 4.5. Implementar las acciones necesarias para la prevención y control de la contaminación; 4.6. Evitar la alteración innecesaria de los ambientes naturales, respetando las áreas naturales protegidas y buscar la declaración de nuevas áreas con alto valor ambiental; 4.8. Establecer estrategias sustentables para el uso racional de los recursos naturales, que garanticen el equilibrio ecológico y la conservación de los ecosistemas; 4.9. Promover el uso de energías renovables, el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos y el reciclaje del agua, respetando el ambiente; 4.11. Fomentar el uso y manejo de los recursos naturales renovables para su conservación y restauración en conjunto con la ciudadanía.

#### **Eje 5. Bienestar social.**

Objetivo específico 3. Desarrollo local y regional.

Estrategias: 3.2. Promover y apoyar la formulación y ejecución de programas de colaboración intermunicipal para emprender proyectos prioritarios de carácter regional que coadyuven en la solución de problemas comunes que afecten a más de un municipio; 3.5. Fomentar la economía a través del sector social para alcanzar un mayor equilibrio regional entre la zona urbana y rural;

3.5. Fomentar la economía a través del sector social para alcanzar un mayor equilibrio regional entre la zona urbana y rural.

#### **Eje 6. Bienestar económico.**

Objetivo general estratégico. *Potencializar las actividades eco - nómicas productivas de Culiacán, para generar más empleos que beneficien a los diferentes sectores de la sociedad culiacanense, impulsando la colaboración entre instancias de la iniciativa pública y privada, así como los diferentes órdenes de gobierno. En este proceso habrá de mantenerse una estrecha relación con el sector educativo para fomentar la innovación, la capacitación y especialización, contribuyendo al desarrollo económico y social de la región de forma conjunta.*

Objetivos específicos:

##### 1. Fomento a la actividad económica.

Estrategias: 1.1. Ubicar a Culiacán como Ciudad Capital, en el fomento económico. 1.2. Fomentar y potencializar las actividades económicas productivas locales y el desarrollo económico regional. 1.3. Impulsar a la pesca y acuicultura como actividades preponderantes del municipio, con potencial para generar desarrollo en las comunidades donde se llevan a cabo. 1.4. Promover la exportación de los productos locales. 1.5. Colaborar en la atracción de inversión nacional y extranjera. 1.6. Coadyuvar con diversas instancias para promover el consumo de los productos locales del municipio y de la región. 1.7. Apoyar, informar y acompañar a los diferentes emprendedores durante su proceso de solicitud y registro. 1.8. Incentivar la ocupación productiva, generación de nuevas empresas y empleos. 1.9. Mejorar los niveles de competitividad y productividad del municipio, mediante de un crecimiento sostenido y sostenible para que las diversas oportunidades de desarrollo en materia económica sean accesibles para todos los sectores productivos de manera ordenada y eficiente. 1.10. Mejorar los servicios de atención que se brindan al ciudadano, mediante trámites en línea, trámites en un solo lugar y con respuestas a corto tiempo. 1.11. Establecer un sistema de orientación, trámites y servicios en línea para la atención de sindicaturas. 1.12. Vinculación y acceso a programas y apoyos de financiamiento para empresas y ciudadanos de forma personalizada a fin de cubrir las necesidades de los solicitantes. 1.13. Llevar a cabo los proyectos y programas que busquen incentivar el desarrollo, modernización y competitividad de los diferentes sectores productivos del municipio, con especial atención en las micro y pequeñas empresas.

##### 2. Empleo y emprendimiento.

Estrategias: 2.1. Promover la colocación de empleo y colaborar con la creación de nuevas fuentes de empleo. 2.2. Apoyar a los emprendedores que busquen desarrollar ideas de negocio con beneficio social, cultural y económico. 2.3. Brindar los espacios para la promoción a las empresas que quieran dar a conocer sus vacantes para reclutar personal. 2.4. Coordinar los diferentes talleres de empleabilidad en apoyo a la cultura emprendedora. 2.5. Acercar las vacantes de empleo a las comunidades y sindicaturas para reducir gastos de búsqueda de empleo y mejorar sus condiciones de vida. 2.6. Promover la capacitación, el desarrollo de habilidades y actitudes, a través de cursos a emprendedores, empresarios y personas en búsqueda de empleo. 2.7. Preparar y capacitar a personas con capacidades diferentes, mediante cursos especiales, para

insertarlas en el medio laboral.

### **Análisis y vinculación con el proyecto**

El proyecto planea generar nuevas tácticas utilizando la tecnología disponible para aprovechar los desechos de la acuicultura, en específico del cultivo de camarón.

Para llevarlo a cabo se requiere de una fuerte inversión para la operación del presente proyecto, se generarán empleos directos, además de los empleos indirectos con los proveedores de servicios.

Se buscare en todas sus etapas buenas prácticas ambientales, y programas de manejo y restauración para las zonas con vegetación de manglar o importantes dentro del sistema ambiental.

### **III.3 Información sectorial.**

#### **Actividad acuícola en México**

La acuicultura o acicultura es el conjunto de técnicas para crianza, con fines comerciales, de especies como peces y crustáceos, por ejemplo el camarón, en agua salada o dulce, estas técnicas buscan replicar las condiciones naturales de estas especies. En el mundo, en el año de 2017 se produjeron entre 2.9 y 3.5 millones de toneladas (Mendoza-Escamilla, 2018).

En México la producción de camarón, de acuerdo con el Instituto Nacional de Pesca (2013), inició en el tecnológico de Monterey Campus Guaymas, al experimentar con el camarón café (*Farafntepenaues californiensis*) y con las investigaciones con camarón blanco (*L. vannamei*) realizadas por la Universidad de Sonora a principios de la década de los 70's hasta la segunda mitad de la década de los 80's, dónde se inicia los cultivos comerciales. Desde ese tiempo fue incrementando el volumen de producción, así como las instalaciones de producción, principalmente en los estados de Sinaloa, Sonora y Nayarit.

La primera granja de camarones comenzó a producir en 1982, de acuerdo con el presidente de la Asociación de Productores de Ahome. En Sinaloa la producción de cultivo de camarón fue positiva hasta 1994-1998, posteriormente se presentaron problemas de enfermedades que limitaron la producción, así como en otra regiones (Valenzuela-Quiñónez, López-Limón y Aragón-Noriega, 2004; Instituto Nacional de Pesca, 2013).

México es el séptimo productor de camarones en el mundo, y Sinaloa fue el mayor productor nacional en 2017, con 81,355 toneladas (Mendoza-Escamilla, 2018).

La acuicultura de camarón se lleva a cabo en 14 estados de la República Mexicana, y esta actividad evita que los camarones sean capturado en el mar y se afecte su ecosistema natural (Mendoza-Escamilla, 2018).

#### **Importancia de la actividad en Sinaloa**

En el estado de Sinaloa la actividad acuícola, en especial la camaronicultura, es una actividad que se considera como importante en el estado por lo siguiente:

Es una importante fuente de empleos en las comunidades costeras, lo que produce una reducción en la migración a las zonas urbanas y disminuye el esfuerzo pesquero.

Ofrece empleos en regiones con pocas oportunidades de obtener uno (8,015 empleos directos).

Esta actividad es una importante generadora de divisas.

Representa la parte vital de la cadena productiva.

Por lo que se refiere a la producción de larva de camarón, Sinaloa siempre ha sido líder en la producción de postlarva de camarón, insumo vital de la camaronicultura.

De acuerdo con datos de la Industria Acuícola (2011), Sinaloa tiene una capacidad instalada superior a 3,000 millones de postlarvas mensuales en alrededor de 22 unidades de producción. Del 100% de la producción de larva en Sinaloa, el 55% es para autoconsumo y el restante se comercializada a estados como Sonora, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Campeche y Tabasco.

### III.4 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

#### III.4.1. Listado de Instrumento Normativos

##### Leyes

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ley de Aguas Nacionales

Ley General de Vida Silvestre

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

##### Reglamentos

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

Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental

Reglamentos de la Ley de Aguas Nacionales

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y NOM'S de aplicación  
Artículo 5.

Son facultades de la Federación:

X.- La evaluación del Impacto Ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes. Se presenta la actual manifestación para la Evaluación de Impacto Ambiental mediante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Jalisco para obtener autorización en materia ambiental para el desarrollo del proyecto.

Artículo 28.

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar

desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Artículo 30.

Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

#### Artículos relacionados.

Artículos 15, 17 y 19. Relacionados con las políticas ambientales y la planeación y el uso de los ordenamiento ecológicos del territorio.

Artículos 28, 29, 30, 35 Bis 1 y 36. Relativos a la evaluación del impacto ambiental y el cumplimiento de los criterios, parámetros y lineamientos establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas.

Artículo 5, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 19, 27, 28, 51 y 53 del Reglamento en materia de Impacto Ambiental que regulan el proceso de elaboración y presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental.

NOM –138- SEMARNAT/SS-2003.

Artículos 79, 80, 81, 87 y 87 Bis. Relacionados con la preservación y aprovechamiento de la vida silvestre.

NOM-059-SEMARNAT-2001.

NOM-015-SEMARNAP/SAGAR/1997.

Artículos 98, 99, 100 y 101. Relacionadas con la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo.

Artículos 110 y 111 Bis. Donde se desprenden las medidas legales para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Artículos 16, 17, 18, 19, 25, 28, 31, 32 del Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, donde se establece los trámites, obligaciones y prohibiciones

relacionadas con las emisiones contaminantes a la atmósfera, tanto de fuentes fijas como fuentes móviles de jurisdicción federal.

NOM-041-SEMARNAT-1999,

NOM-045-SEMARNAT-1996.

Artículo 120. En materia de prevención de la contaminación del agua señala que quedarían sujetas a la regulación federal o local la actividad de aplicación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

Artículos 134, 135, 136, 139, 140 y 143. Regulaciones encaminadas a prevenir y controlar la contaminación del suelo. El artículo 134 establece que la utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar.

El Artículo 143 estipula que los plaguicidas, fertilizantes y demás materiales peligrosos, quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas que se expidan en el ámbito. Así como el Reglamento de esta ley establecerá la regulación de las actividades relacionadas con estos materiales, incluyendo la disposición final de los residuos, empaques y envases vacíos, medidas para evitar efectos adversos en los ecosistemas y los procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes.

Artículo 147. Disposición que prevé la regulación de las actividades consideradas altamente riesgosas y la prevención de accidentes.

Artículos 150, 151, 151 Bis y 152 Bis normatividad que regula el manejo de los residuos peligrosos.

Artículos 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23 y 24 del Reglamento en materia de Residuos Peligrosos que regulan el manejo, almacenamiento, clasificación, transporte y disposición final de los mismos, así como lo demás relativo y aplicable al Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

NOM-052-SEMARNAT-1993.

NOM-054-SEMARNAT-1993.

NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

#### *Análisis y vinculación con el proyecto*

Mediante la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental, se da pleno cumplimiento a lo ordenado por las disposiciones vigentes en relación a la evaluación del impacto

ambiental.

En relación con las políticas ambientales y la planeación, se hace uso de los diferentes ordenamientos ecológicos del territorio y los planes parciales de desarrollo urbano.

En todas aquellas etapas y lugares del proyecto en donde habrá generación de residuos, el almacenamiento, manejo y disposición final de los mismos se realizará en apego a la normatividad vigente.

Las diferentes etapas del proyecto dan pleno cumplimiento con lo dispuesto por la normatividad en materia de vida silvestre (prevención de incendios, suministro de víveres necesarios para la alimentación de los trabajadores, restricción de derribo de vegetación, prohibición de cacería y extracción de especies), así como a las obligaciones normativas en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera y prevención de contaminación de suelos.

Asimismo, en aquellas etapas en que se utilizarán sustancias consideradas riesgosas y se generarán residuos peligrosos, se dará cumplimiento a lo dispuesto en la legislación vigente.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y NOM'S de aplicación

Esta ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Esta ley fue publicada en el D.O.F. el 8 de octubre de 2003 y entró en vigor el 1 de enero de 2004.

Artículos 19, 21, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 45, 46, 47, 48, 67, 68 y 69, disposiciones que establecen las obligaciones relacionadas con la generación, almacenamiento temporal, transportación y disposición final de los residuos, tanto peligrosos como sólidos urbanos y de manejo especial.

#### Análisis y vinculación al proyecto

El proyecto en todas sus etapas contempla acciones y medidas de mitigación tendientes a dar cabal cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia de prevención y gestión integral de los residuos.

Ley general de vida silvestre y NOM's de Aplicación

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.

En virtud a que el área del proyecto, colinda con una comunidad de Manglar y solo se encuentran ejemplares de Mangle *Conocarpus erecta* (Mangle Botoncillo) y *Avicenia germinans* (mangle negro). fuera del área del proyecto respetando el límite de 100 metros que establece la NOM 022 SEMARNAT se cumple con el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.

Los detalles de las no modificaciones de las características bióticas y abióticas para la comunidad del Mangle se presentan en el apartado de detalle de la NOM 022 SEMARNAT donde se establecen los criterios técnicos que demuestran el cuidado que se tendrá a la comunidad del Manglar.

Artículos 18, 19, 20, 29, 30, 31, 36, 56, 57, 58, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90 y 91, disposiciones que prevén las obligaciones legales con fines de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, particularmente aquellas relacionadas en las especies y poblaciones en riesgo y prioritaria para su conservación, trato digno y respetuoso de la fauna y lo relacionado con el aprovechamiento extractivo de la fauna y flora silvestre.

#### Análisis y vinculación al proyecto

El proyecto se encuentra diseñado de tal manera que se asegure el cumplimiento de las disposiciones en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres por lo que se han previsto acciones y medidas de mitigación.

#### Ley de Aguas Nacionales, su reglamento y NOM's de aplicación

Esta ley publicada en el D.O.F. el 29 de abril de 2004, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr el desarrollo integral sustentable.

La administración de los cauces de las corrientes de aguas nacionales y la zona federal correspondiente a los cauces de las corrientes queda a cargo de la Comisión Nacional del Agua, de acuerdo a lo estipulado en el título noveno, artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículos 7, 16, 20, 21 Bis, 23, 24 y 25, 28, 29, 29 Bis, 29 Bis I, 78, 79, 80 y 81, 85, 88, 88 Bis, 96 Bis, que establecen los criterios de utilidad pública y de aprovechamiento sustentable del agua, así como la regulación para el trámite y obtención de los permisos y títulos de concesión.

En su art. 85 marca que las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales

en cualquier uso o actividad serán responsables de mantener el equilibrio en los ecosistemas vitales.

En cuanto al reglamento, en el título séptimo.- prevención y control de la contaminación del agua, capítulo único en su Artículo 134 establece que las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

En su Artículo 150 estipula que, en el ámbito de su competencia, promoverá las medidas preventivas y de control para evitar la contaminación de las aguas superficiales o las del subsuelo por materiales y residuos peligrosos.

Análisis y vinculación con el proyecto:

En la presente Manifestación de Impacto Ambiental se presentan las obras y actividades a ejecutarse con el proyecto, donde se prevén medidas de mitigación tendientes a cumplir con los criterios establecidos en la legislación.

Reglamento de la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que se realice la evaluación de la obra o proyecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La secretaria proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.

Artículo 14. Cuando la realización de una obra o actividades que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso de suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

El documento presenta los términos señalados en este artículo, incluyendo la información de

ambos proyectos.

#### Análisis y vinculación con el proyecto

El proyecto presenta a través de la presente manifestación de impacto ambiental la evaluación de los impactos ambientales esperados por el proyecto en materia de actividades realizadas en asentamientos costeros.

#### Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Título Séptimo. - Prevención y control de la Contaminación de las Aguas Capítulo Único Artículo 133. Para los efectos de las fracciones IV, V y VII, del artículo 86 de la "Ley", "La Comisión" ejercerá las facultades que corresponden a la autoridad federal en materia de prevención y control de la contaminación del agua, conforme a lo establecido en la propia "Ley" y en este "Reglamento", así como en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto aquéllas que conforme a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y otras disposiciones legales, estén atribuidas a otra dependencia.

Artículo 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Artículo 135. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento; II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente.

III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;

IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;

V. Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente;

VI. Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no

estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado;

VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;

VIII. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento";

IX. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;

X. Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables, y XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias.

Análisis y vinculación con el proyecto:

Se realizarán monitoreos de la calidad del agua, midiendo los parámetros que establece la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, para ello se contratará los servicios de un laboratorio externo que se encuentre acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA), para dar certeza en los resultados obtenidos.

#### III.4.2. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Normas Oficiales Mexicanas de injerencia directa al proyecto

NOM-003-SEMARNAT-1997.- Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público.

Vinculación: En virtud de que se propone de operación del proyecto con un consumo de agua mayor al 90% de recirculación y que el agua excedente se rehusara para el riego de áreas verdes del mismo proyecto.

NOM-022-SEMARNAT-2003.- Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Vinculación: En virtud de que se cita dentro de esta Manifestación la existencia de un ecosistema manglar adyacente al predio en estudio, y aun cuando no existe un plan de manejo para este humedal se establecerán medidas de cumplimiento obligatorio por parte del promovente a cada una de las especificaciones aplicables al proyecto.

NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan

gasolina como combustible.

Vinculación: se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmosfera, y/o se contratará una empresa foránea que se encuentre con la acreditación de la SEMADES para la revisión y emisión de holograma de afinación controlada.

NOM-045-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.

Vinculación: Dado que el funcionamiento de los motores de la maquinaria pesada y de las bombas genera emisiones a la atmósfera, estas deberán sujetarse a una verificación. La verificación será efectuada por un prestador de servicios especializado en este tipo de equipos, el cual emitirá un documento en el que especifique que las emisiones de la maquinaria están dentro o no de los límites permitidos por la presente norma, con esta verificación se busca minimizar los efectos de contaminación al medio y/o se establecer acciones correctivas.

NOM-050-SEMARNAT-1993. En cuanto a Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Vinculación: Se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmosfera.

NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Vinculación: En virtud en que dentro de la etapa de construcción y operación del desarrollo se generaran residuos peligrosos productos del mantenimiento, como botes vacíos de pintura, tinner, brochas inservibles etc. por lo que su manejo deberá ser de manera independiente a los residuos domésticos y urbanos.

NOM-059-SEMARNAT-2001. 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.

Vinculación: Esta Norma se aplica en el proyecto para la identificación de las especies presentes sujetas a protección especial, de igual manera la extracción de pie de crías, plantas madre y propágulos del medio natural con fines de reforestación de áreas dentro del mismo predio como compensación ambiental por el daño provocado.

NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Vinculación: La presente norma oficial es de observancia para aprovechamientos forestales, sin embargo, se observarán y aplicarán aquellas especificaciones que apliquen al proyecto.

NOM-061-SEMARNAT-994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos

ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.

Vinculación: Al igual que la anterior esta Norma es de observancia obligatoria en los aprovechamientos forestales, sin embargo, se observarán y aplicarán aquellas especificaciones que apliquen al proyecto como la disposición 4.2.3 la cual establece realizar actividades de limpia y saneamiento y de prevención de incendios en las franjas de protección de vegetación Natural.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Especifica los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Vinculación: Se relaciona con el proyecto debido al funcionamiento de motores de la maquinaria pesada y de bombas. La generación de ruido, se disipará en el medio al tratarse de un área abierta, pasando desapercibido su efecto. Se llevará a cabo la medición del ruido para determinar sus decibeles y detectar cualquier anomalía que se presente para proceder a resolver el problema ya sea a través de aplicar servicio a la maquinaria o equipo que lo requiera; lo anterior con el fin de evitar afectar la salud del personal de las áreas de generación del ruido y áreas de trabajo anexas, además de evitar afectar severamente a la fauna silvestre. Se establecerán de ser necesario medidas correctivas o preventivas para lograr una salud ambiental en el trabajo y el menor impacto posible sobre la fauna silvestre.

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

### IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

Para comprender las implicaciones del proyecto, mismo que se presentó en apartados anteriores, es necesario situarlo, no solamente de manera espacial sino también conforme a su entorno, en donde se especifican y explican los factores ambientales, bióticos y abióticos que se ven involucrados.

Lo anterior brinda un panorama de los impactos ambientales que podrían llegar a presentarse y sus medidas, así como de la complejidad del proyecto y las articulaciones que pueden presentarse conforme a los elementos y factores que involucra. Asimismo, es un recurso que puede fortalecer las medidas que pueden llegar a implementarse, así como visualizar otros aspectos que quizás en un principio no se habían considerado.

Conforme a lo antes mencionado y de acuerdo con los requisitos establecidos para este tipo de proyecto, se ha analizado rigurosamente el medio en el cual se encuentra el sitio del proyecto, a partir de ello se delimitó el Sistema Ambiental (SA) el cual funge como una herramienta de suma importancia dentro de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), ya que a partir de la superficie establecida se pueden vincular y determinar los impactos y factores involucrados de manera más eficiente y exacta, así como las medidas a implementar o cualquier otro aspecto a considerar.

#### IV.1.1 METODOLOGÍA DE LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Debido a las características que conlleva cada proyecto y las distintas características del medio donde estos se establecen, el procedimiento y criterios de delimitación serán distintos para cada sitio que se analice. Ello asegura la posible adaptabilidad del proyecto conforme a su entorno y otorga una visión más detallada de las características del lugar y las implicaciones vinculadas al proyecto.

La metodología de la delimitación del Sistema Ambiental es siempre única, se adapta conforme al proyecto y la información disponible para el análisis del mismo. Consecuentemente el análisis riguroso de ambos elementos conforma los criterios para determinar qué características deben considerarse en la demarcación del sistema.

Una vez establecidas las características, elementos y criterios a considerar se debe proceder a

plasmar la información vinculada con el proyecto espacialmente, ello a través de la realización de cartografía que incluya todas las capas de información geográfica predeterminada por el estudio previo y su vinculación al proyecto. Lo cual como resultado otorga una superficie delimitada sobre la cual se realizará la evaluación de impacto ambiental correspondiente.

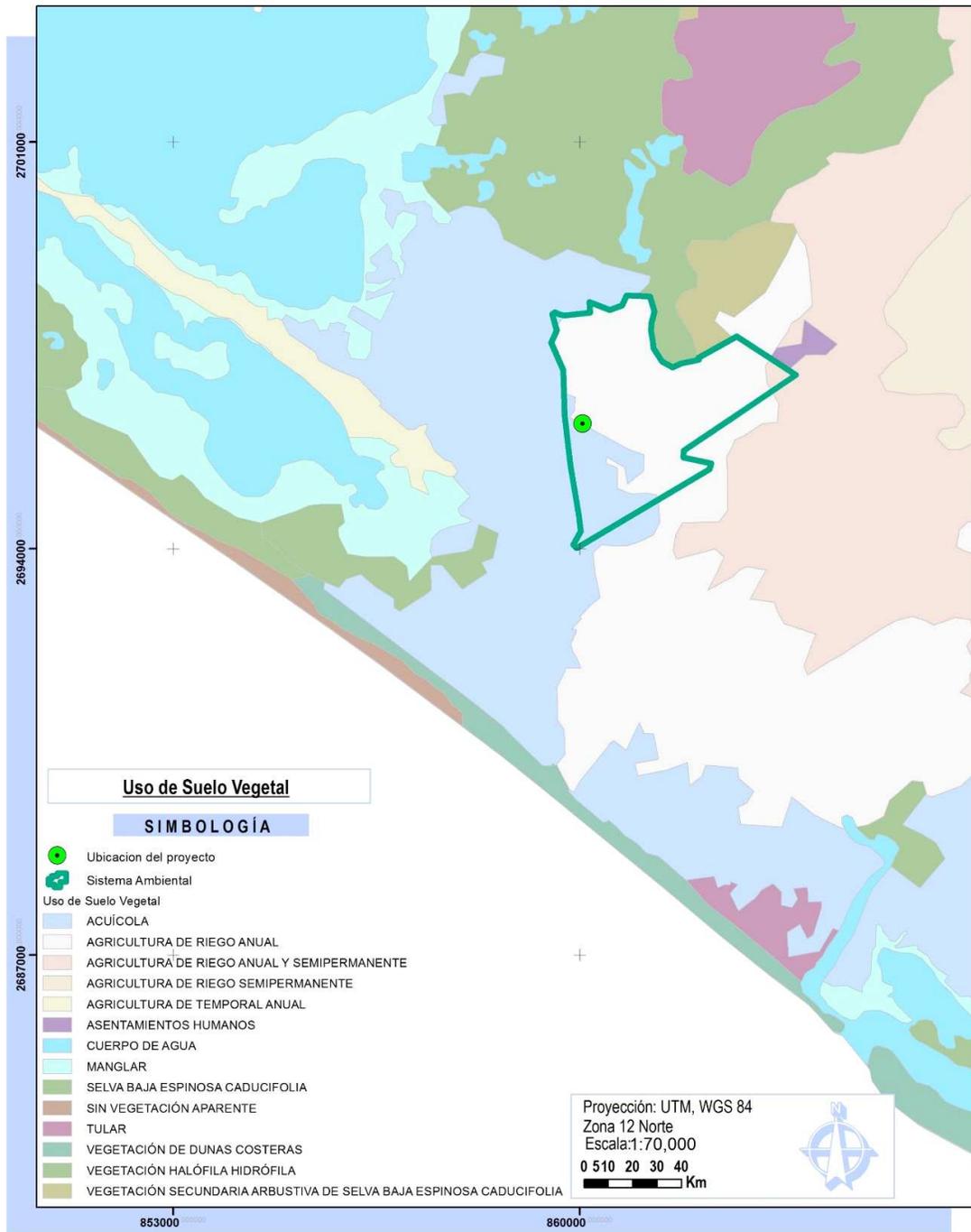
En este caso la delimitación del polígono que se ha definido como Sistema Ambiental (SA), se estableció a partir del conjunto de las capas de información geográfica y los aspectos en relación con el Uso de Suelo y Vegetación, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, al igual que las carreteras, canales y acueductos presentes en el sitio en cuestión. Para su mayor comprensión cada elemento se explicará a continuación.

### **Uso de suelo y vegetación**

Los tipos de vegetación comprenden los elementos particulares de la vida animal y vegetal de cierta zona, por lo tanto, el uso de suelo y vegetación es un elemento de suma importancia para el análisis de las comunidades vegetales y recursos naturales, así como el monitoreo de la cubierta vegetal de México y las principales actividades que pueden llegar a desarrollarse en ésta. Gracias a ella se pueden identificar las características agrícolas, los cultivos que pueden presentarse, tipos de ganadería, actividades forestales, al igual que la condición en que se encuentra dicha cubierta, entre otras características relevantes de ésta.

Como se ha mencionado previamente la información referente al uso de suelo y vegetación es un elemento de suma importancia conforma a la delimitación del sistema ambiental. En este caso se ha utilizado dicha capa para determinar el límite noroeste y parte del oeste del SA, ello debido a que estos son fronteras ya establecidas conforme a otras características de dicha capa. Esto puede consultarse en el CROQUIS IV. 1.

Cabe mencionar que la mayoría de la superficie del Sistema Ambiental se cataloga con un uso de suelo destinado a la agricultura de riego anual, mientras que la otra porción, la cual se ubica en dirección suroeste se identifica como acuícola. Alrededor del SA se puede observar en el este agricultura de riego anual y semipermanente, en la zona norte se visualiza asentamientos humanos, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación halófila hidrófila.



CROQUIS IV.1. Capa de información geográfica referente al Uso de suelo y vegetación para la delimitación del Sistema Ambiental.

Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Como segundo factor determinante para la delimitación del Sistema Ambiental se ha considerado el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), la cual identifica las áreas dentro del territorio mexicano conforme a las características de las poblaciones de aves encontradas en distintos sitios. En dicha capa se pueden identificar las características bióticas y abióticas, el listado faunístico de las especies registradas en cada sitio, la abundancia de las mismas y la estacionalidad del área. Además, se mencionan las especies determinadas como amenazadas por la ley mexicana y las que se clasifican como endémicas.

La capa de información antes mencionada es una herramienta que posee el objetivo de otorgar información relevante para la toma de decisiones respecto a temas relacionados con la conservación de especies y/o ecosistemas, así como influir en la implementación de cualquier proyecto o actividad conforme al entorno en el cual se llevarán a cabo.

La superficie que se ha determinado como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) ha sido utilizada como referente para determinar el límite este del Sistema Ambiental, el cual funge como la finalización de dicha AICA. Lo anterior puede consultarse en el CROQUIS IV.2.

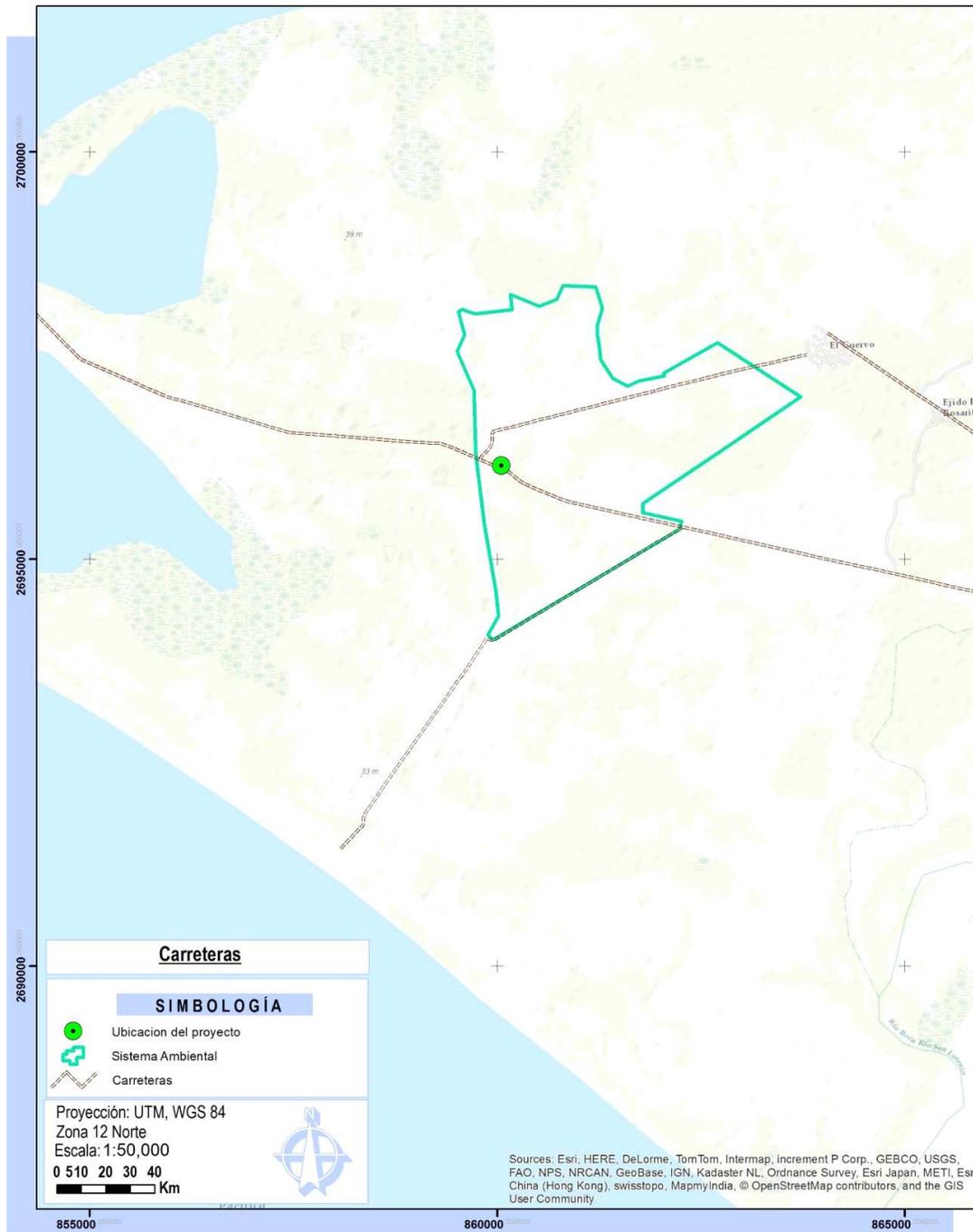


CROQUIS IV.2. Capa de información geográfica referente al Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) para la delimitación del Sistema Ambiental.

Carreteras

Los caminos, carreteras y demás vías de acceso son límites dentro de un territorio, y en ocasiones estos pueden también tomarse como referencia para la delimitación de una zona. Tal es el presente caso, en el que una cartería que sirve como límite éste del SA.

Dicha vía de acuerdo con la información disponible se encuentra pavimentada y se ha determinado como de tránsito libre y en operación. La carretera en cuestión conecta a la localidad urbana de El Dorado con la localidad rural de Santa Martha, la cual se localiza en dirección este conforme al sitio del proyecto. Para el mayor entendimiento de lo anterior puede consultarse el CROQUIS IV.3.



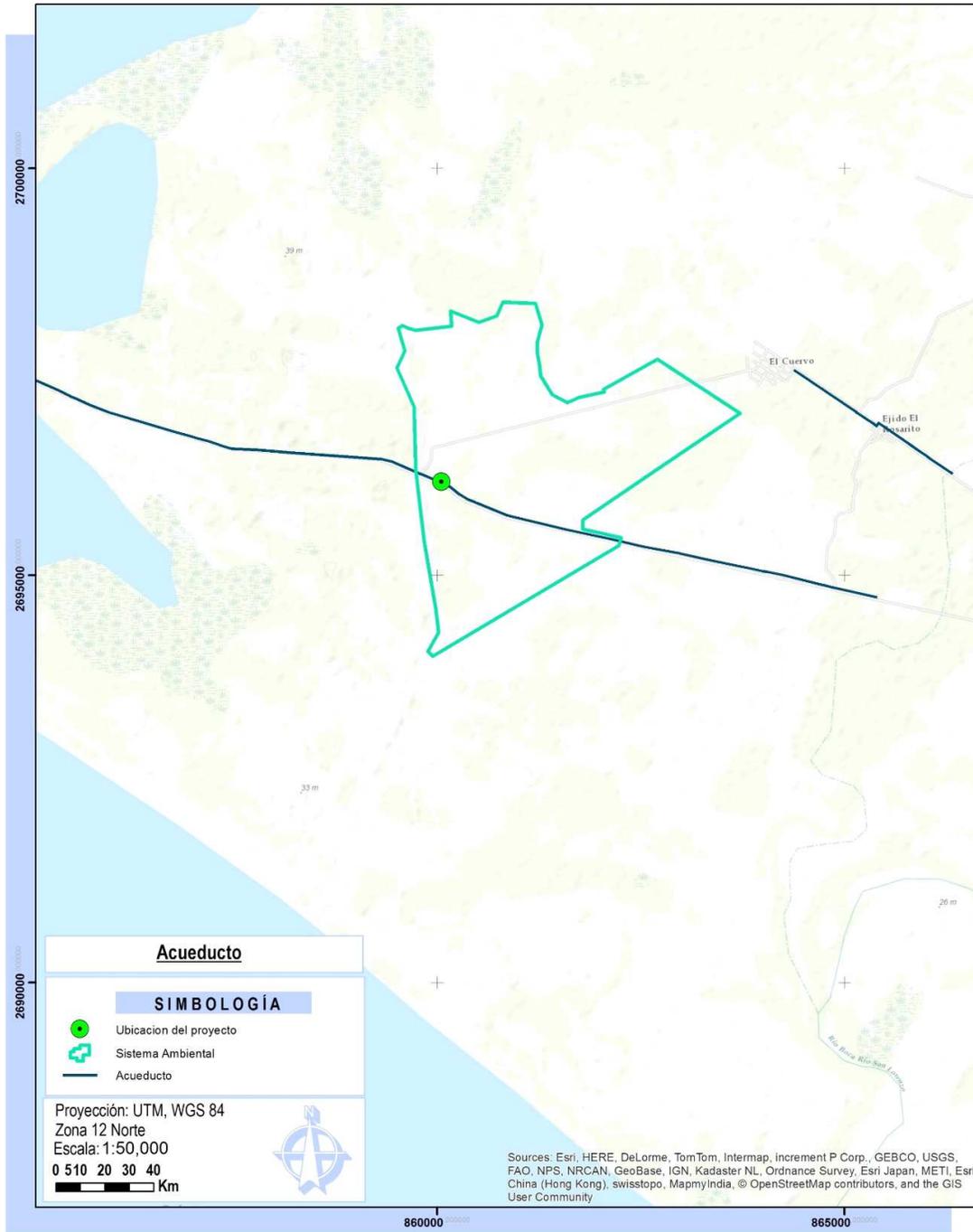
CROQUIS IV.3. Capa de información geográfica referente a la red de carreteras para la delimitación del Sistema Ambiental.

Infraestructura hidráulica

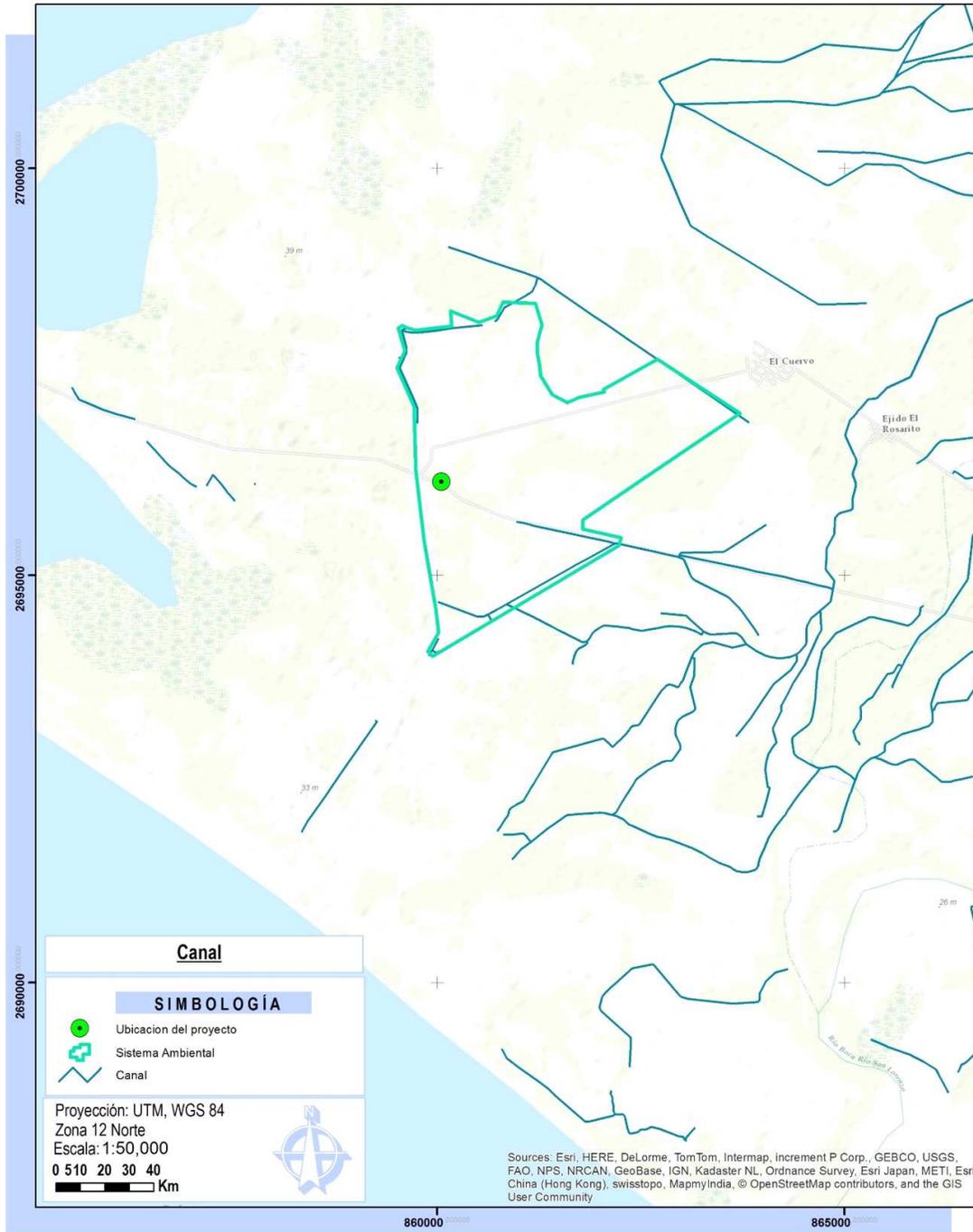
El último criterio que se consideró para la delimitación del Sistema ambiental son las obras hidráulicas presentes en los alrededores del sitio del proyecto. Debido a la importancia que estas construcciones representan conforme al uso y manejo del agua, ya que tienen la finalidad de dirigir cierto caudal a un sitio en específico.

En este caso se incluyó un acueducto subterráneo que atraviesa por el Sistema Ambiental en dirección este-oeste (CROQUIS IV.4). Asimismo, se ha considerado distintos canales presentes alrededor del sitio de estudio, dichas infraestructuras se han utilizado para establecer parte de los límites en sentido norte, sur y sureste (CROQUIS IV.5Error: no se encontró el origen de la referencia).

Así mismo, se consideró para delimitar el lado oeste un canal de llamada que atraviesa el área contigua de donde se ubica el proyecto (CROQUIS IV.6Error: no se encontró el origen de la referencia). Dicha construcción posee el objetivo de captar agua a partir de la escorrentía presente en la zona, para después proporcionar un flujo que abastecer un lugar en específico. Para el mayor entendimiento de lo antes explicado pueden consultarse los croquis que aparecen a continuación.



CROQUIS IV.4. Capa de información geográfica referente a acueductos para la delimitación del Sistema Ambiental.



CROQUIS IV.5. Capa de información geográfica referente a los canales para la delimitación del Sistema Ambiental.



CROQUIS IV. 6. Capa de información geográfica referente al canal de llamada para la delimitación del sistema ambiental.

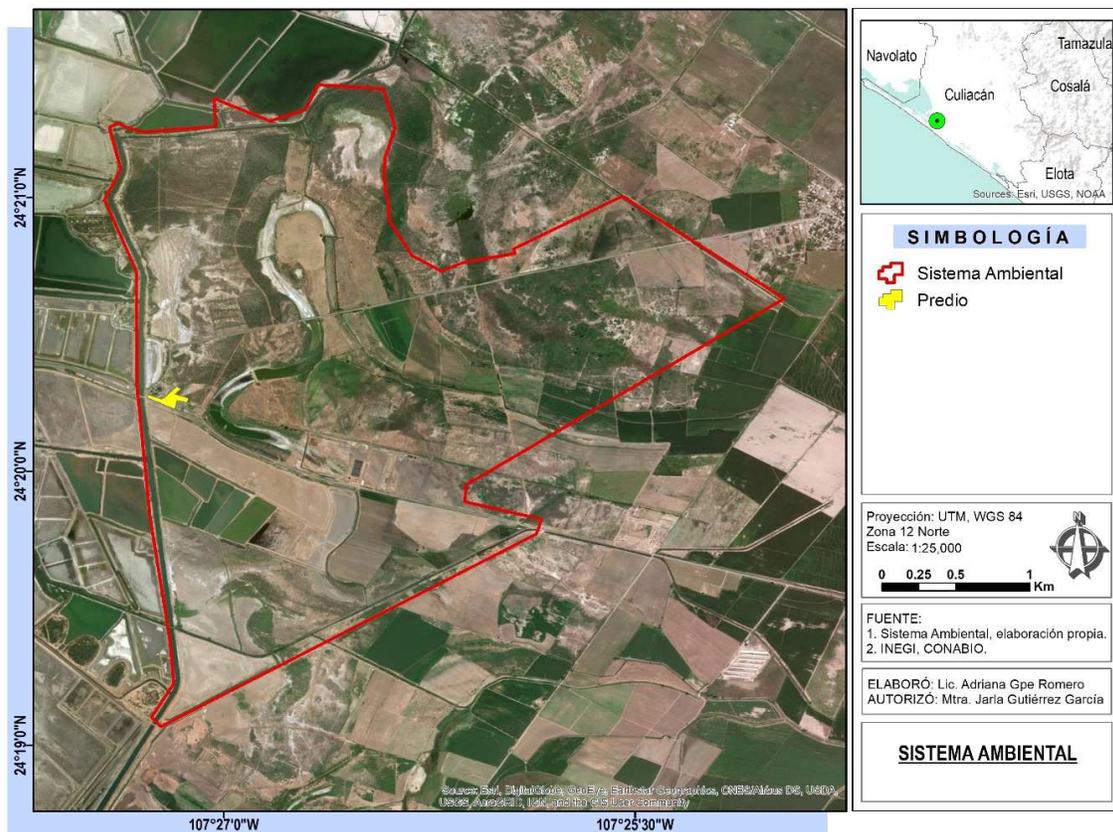
De acuerdo con las capas de información geográficas analizadas previamente, el polígono final que corresponde al Sistema Ambiental cubre un área de 898.28 hectáreas, las características geomorfológicas brindan elementos que determinan una superficie que se puede resumir como homogénea, debido a que no se observan cambios bruscos en el paisaje, ni elevaciones

considerables en el mismo.

Conforme a los límites del Sistema en sentido Norte este se encuentra determinado por el Uso de Suelo y Vegetación, en su mayoría denominado como de Agricultura de Riego Anual y una pequeña porción de agricultura de riego anual semipermanente del lado este. Asimismo, la parte este se demarca a partir de la presencia de un canal.

En dirección Sur el SA se ha definido a partir de la presencia de ciertos canales y el límite que confiere el canal de llamada que atraviesa por la zona cerca al sitio de estudio. Cabe mencionar que estos poseen una intersección en dicho sentido, la cual se ha determinado como el límite en el extremo sur del SA. Aunado a la información anterior se ha considerado cierta porción de una carretera colindante al lugar en cuestión para la determinación de las fronteras de dicha superficie.

En la porción Este del SA se ha tomado como principal referencia el AICAS sobre la cual se encuentra el sitio de proyecto, además de la carretera y los canales previamente mencionados. Por último, en sentido Oeste el área se ha definido a partir de la ruta que sigue el canal de llamada. A partir de dichas especificaciones se ha delimitado el SA, el cual puede observarse en el Mapa IV.1.

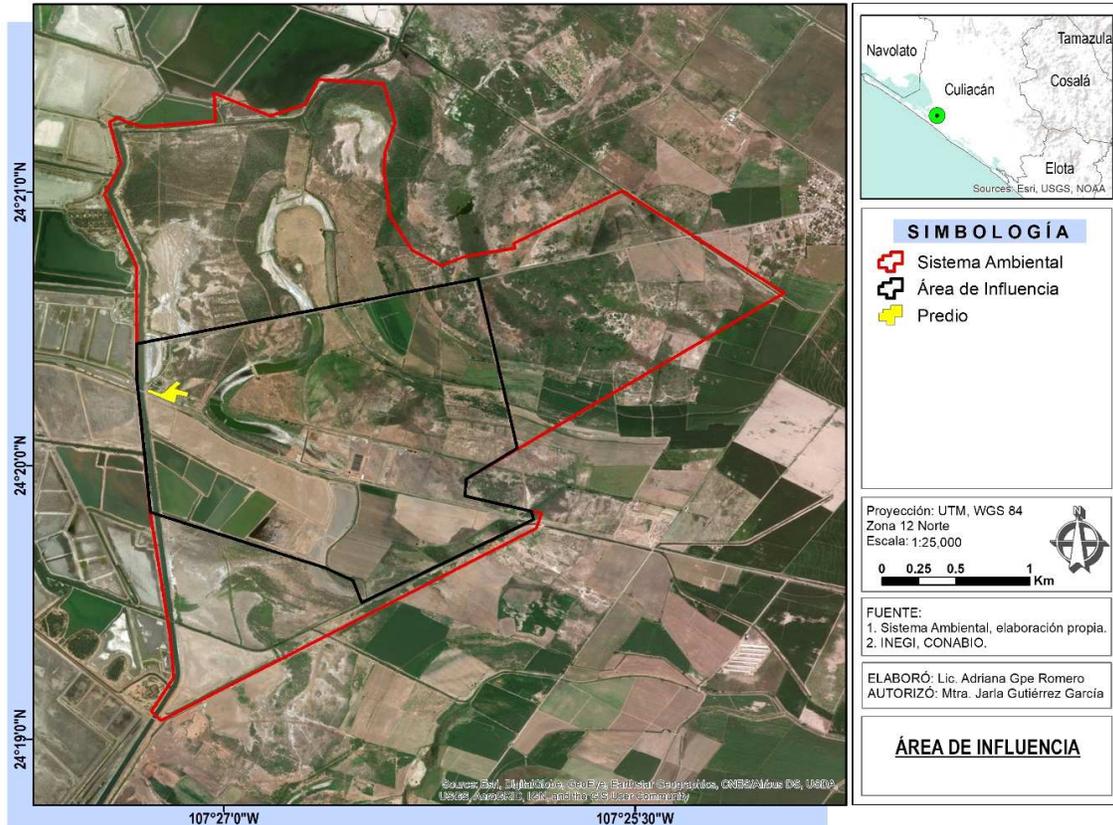


#### IV.1.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

La implementación de las medidas e impactos ambientales parten de la delimitación del Sistema Ambiental, más dentro del estudio debe considerarse el Área de Influencia (AI), la cual abarca la superficie en la que se presentaran los distintos impactos ambientales y sus correspondientes medidas de mitigación. Consecuentemente además de delimitar el SA se debe realizar una metodología similar para determinar la zona que abarca el AI.

El Área de Influencia es el territorio donde potencialmente podrían manifestarse los impactos del proyecto sobre la totalidad del medio ambiente o sobre alguno de sus componentes naturales, sociales o económicos. Para ello se han considerado principalmente las zonas donde se construirá o aplicará el proyecto.

La metodología para la delimitación del Área de Influencia fue similar a la implementada para la creación del polígono que abarca el Sistema Ambiental, la cual consiste principalmente en el análisis de las distintas capas de información geográficas disponibles para el sitio y su relevancia conforme al proyecto. En este caso se han considerado el Uso de Suelo y Vegetación, carreteras, acueductos, canal de llamada y el AICAS. A partir del estudio de las mismas se ha delimitado un polígono que abarca 364.06 hectáreas para el AI y representa el 41% aproximadamente del Sistema Ambiental.



Mapa IV.2. Delimitación del Área de Influencia.

## IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### IV.2.1 Aspectos abióticos

Para tener una mejor comprensión del medio que ha sido afectado por la obra del proyecto y sus actividades relacionadas, es de suma importancia definir y analizar las características que presenta el Sistema Ambiental, esto conforme a las diferentes capas de información geográfica y bibliografía disponible. En los siguientes apartados se expone la información referente a los elementos abióticos del sistema en cuestión.

#### IV.2.1.1. CLIMA

El clima es de los principales elementos que define las dinámicas ecosistémicas que se suscitan en dicho espacio, así como las actividades humanas que pueden llegar a desarrollarse en el mismo. Esto debido a que elementos como la temperatura, la humedad, la lluvia y el viento ocasionan influencia en el medio en el medio físico y biológico, especialmente en la vegetación, agricultura, etcétera.

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de unidades climatológicas de INEGI (2008), la zona donde se localiza el proyecto presenta un clima seco cálido con lluvias en verano y precipitación invernal, el cual se identifica con la clave de BS<sub>0</sub>(h') hw, de acuerdo a la clasificación de Köppen y modificada por García en 1984.

Conforme a la modificación en la clasificación climática que se realizó en 2004 por García, el clima seco cálido presenta una temperatura media anual entre 18°C y 22°C, dentro de la categoría de climas secos el que se denomina como BS se presenta más cercano al límite de los climas muy secos (BW). En lo que refiere a las temperaturas más altas el mismo autor menciona los meses de abril y mayo como los que alcanzan mayores temperaturas.

La denominación BS<sub>0</sub> (h') hw se distingue por la presencia de lluvias en verano como en invierno. Conforme a lo descrito por García, los meses con mayor precipitación son junio, julio y septiembre, siguiéndoles los meses de mayo, agosto y octubre; de igual manera los meses de enero y noviembre llegan a presentar lluvias con menor cantidad de precipitación. Por otra parte la vegetación que subsiste bajo a estas características climáticas consiste de asociaciones entre cactáceas, matorrales espinosos o inerme, así como otras especies del tipo.

La distribución del clima seco cálido, con lluvias en verano y precipitación invernal en la región mexicana, se presenta en la parte norte de la Altiplanicie mexicana, así como en los declives de la Sierra Madre Occidental que se elevan hasta la llanura del Pacífico, al norte del paralelo 23° norte, y en la porción central y noroeste de la península de Baja California. Asimismo el clima BS<sub>0</sub> (h') hw puede encontrarse en las zonas interiores del centro y sur del país que se encuentran menos expuestas a la influencia de los vientos húmedos del mar, como sucede en algunas porciones de la parte sur de la Altiplanicie, en regiones de la parte más baja de la Cuenca del Balsas y en las cuencas altas de los ríos Verde, Mixteco, Tlapaneco, Papaloapan y Tehuantepec .

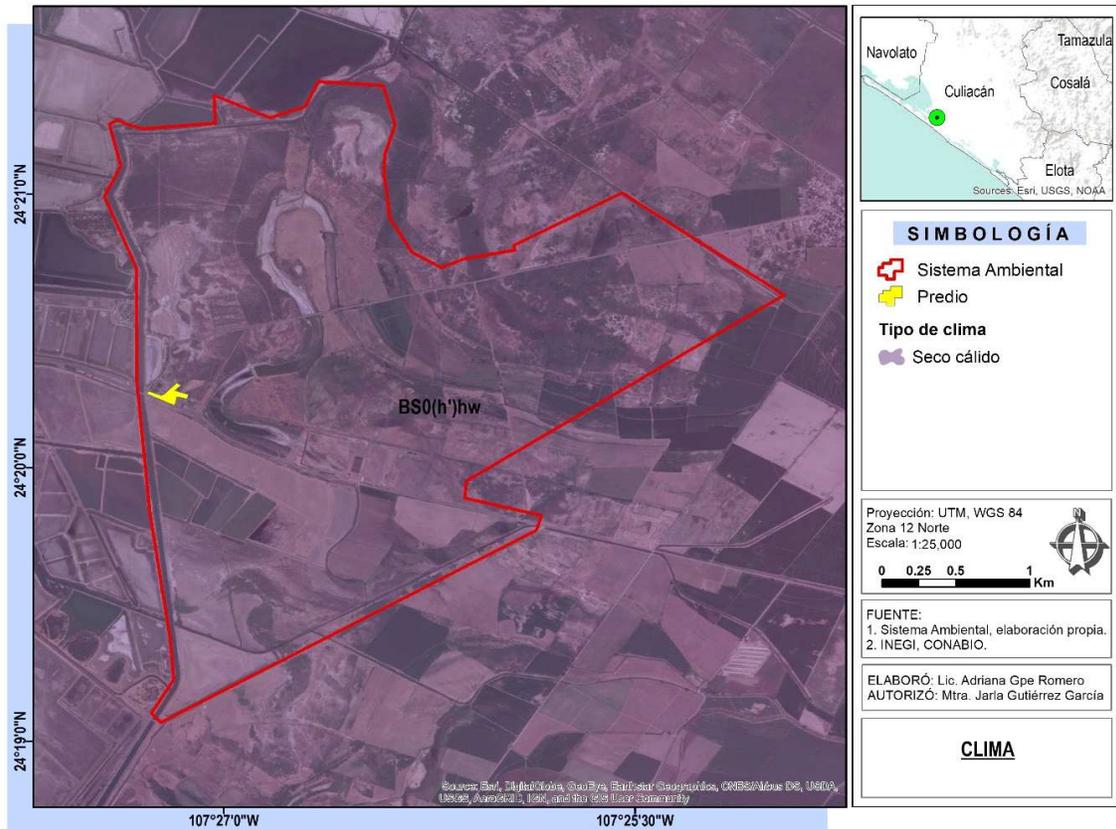




Figura IV.1. Estación Meteorológica Automática (EMA) El Dorado y localización del predio.

La información que se presenta es del registro de 1970 a 2018, documento actualizado en 2020. De acuerdo con ésta información se puede observar que la temperatura promedio reportada es de 25.7 °C; mientras que el valor máximo para dicha variable es de 30.6°C, se asocia a los meses de julio y agosto, siguiendo setiembre el cual registra 30.1°C. En lo que refiere a los mínimos de temperatura promedio, enero se distingue por presentar la menor magnitud, 20.4°C, mientras que diciembre y febrero presentan 21.1°C y 21.2°C.

Por otro lado, la temperatura máxima anual es de 33.4°C, siendo sus máximos el mes de julio y agosto con 35.7°C, siguiéndole los meses de septiembre, octubre y junio con 35.2°C, 34.9°C y 34.5°C respectivamente.

En lo que concierne a la temperatura mínima anual su magnitud alcanza los 25.5°C, mientras que las mínimas reportadas para este elemento se registraron entre 12.2°C y 12.6°C, siendo el mes de enero el más frío, mientras que le sigue febrero con 12.6°C y diciembre con 13.1°C. Para comprender la oscilación de los distintos elementos antes mencionados se puede consultar el Gráfico IV.1.

Gráfico IV.1. Temperatura máxima, promedio y mínima reportadas por la Estación

### Meteorológica Automática (EMA) El Dorado durante el periodo de 1970 a 2018.

La precipitación promedio anual registrada por la EMA 25161 es de 1.4 mm. Por otro parte, la precipitación máxima mensual corresponde al mes de septiembre con 278 mm, al cual le sigue octubre con 221.5 mm, junio con 170 mm y julio con 128.1 mm de precipitación. Por otro lado el mes más seco corresponde a mayo, con tan sólo 4 mm.

### Gráfico IV.2. Precipitación promedio y máxima reportada por la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Dorado durante el periodo de 1970 a 2018.

A partir de una comparación de los datos de temperatura y precipitación promedio de la EMA 25161, para el periodo de 1970 a 2018, se puede concluir que en los meses de mayor temperatura la presencia de precipitación es más frecuente, al contrario con los meses más fríos donde la precipitación presenta precipitación menor. Esto se puede observar en el Gráfico IV.3.

### Gráfico IV.3. Precipitación y temperatura promedio reportadas por la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Dorado durante el periodo de 1970 a 2018.

Entre las demás características de la zona en cuestión se ha determinado una evaporación total normal de 1,736.3 mm. En lo que concierne a otro tipo de fenómenos meteorológicos la presencia de niebla es poco común y la de granizo no ha llegado a registrarse (Tabla IV.1. Error: no se encontró el origen de la referencia). Consecuentemente la actividad del proyecto no será por estos cambios.

Tabla IV.1. Reporte de la presencia de niebla y granizo por la Estación Meteorológica Automática (Ema) El Dorado durante el periodo de 1951 a 2010.

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Niebla	1.4	0.9	1.0	1.1	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3	7.6
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Conforme a los datos registrados por el Sistemas Meteorológico Nacional se definió en la zona de Culiacán vientos con dirección oeste. Alrededor del sitio no existen actividades, obras o edificaciones que puedan provocar un cambio a dicho elemento, por lo tanto aunado a las características del mismo este no representa una amenaza para el proyecto en cuestión.

## IV.2.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La geología juega un papel crucial dentro del ambientes ya que este elemento posee repercute en la conservación de suelos, ciclos geoquímicos, ordenación del territorio, restauración de espacios degradados, el ciclo hidrológico, entre otros aspectos que repercuten en la sostenibilidad de las

dinámicas ecosistémicas. Por lo tanto, es de suma importancia el comprender las características relacionadas con dicha unidad, especialmente cuando se considera la implementación de algún proyecto en áreas que podrían llegar a presentar un potencial minero o hidráulico, e inclusive si es que llegan a presentar con cierta sismicidad o cualquier otro parámetro considerado como relevante.

En el caso del Estado de Sinaloa éste se compone en su mayoría por suelo y rocas ígneas extrusivas, encontrándose a su vez regiones compuestas primordialmente de rocas sedimentarias, intrusivas y en una pequeña porción rocas metamórficas (INEGI, 2016). Dichas características se derivan de la Sierra Madre Occidental, la cual tiene su origen en las actividades magmáticas acontecidas durante mediados del terciario, en el oligoceno y mioceno, lo cual ha provocado que se identifique como una región elevada con tobas riolíticas y andesíticas.

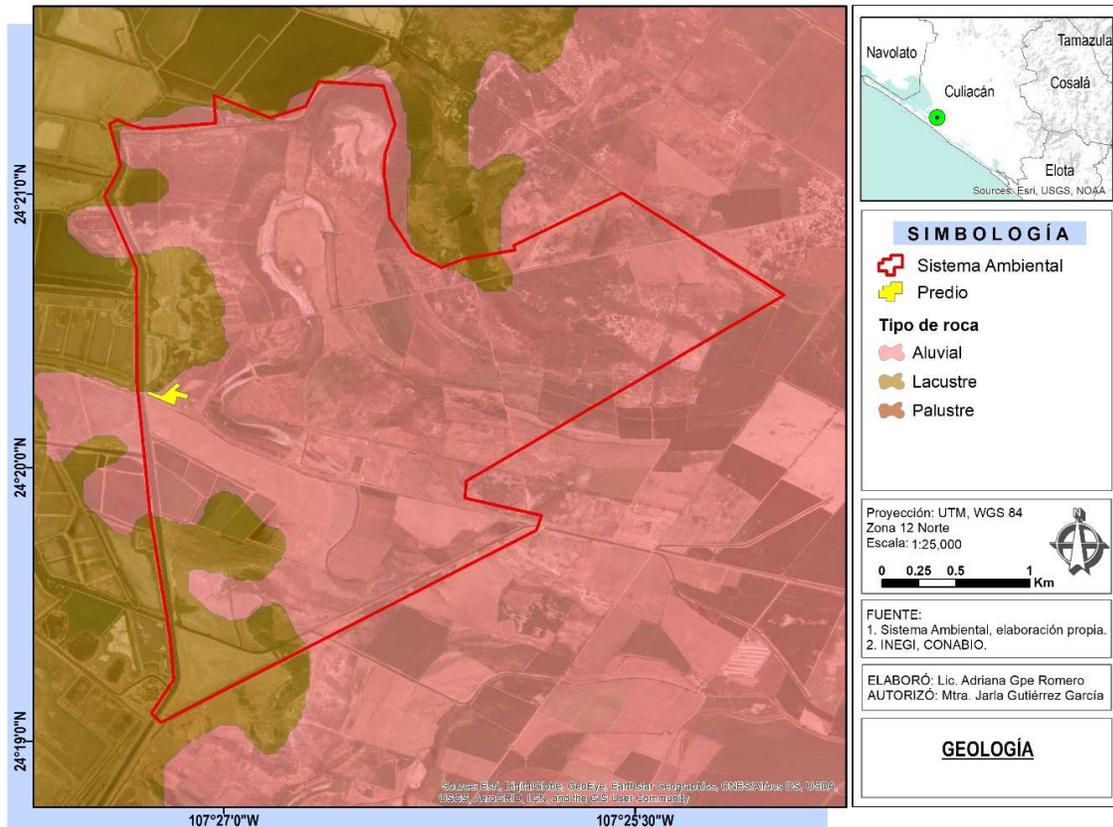
El Estado de Sinaloa se identifica con el lado oeste de la Sierra Madre Occidental la cual se encuentra bajo un nivel elevado de erosión y por el mismo pasan diversos ríos que drenan a la zona montañosa, inclusive estos llegan a interrumpirse por la presencia de aluviones, los cuales a parecen al sur del estado gracias a los ríos y material erosivo que han arrastrado y que en consecuencia han llegado a producir barras, bahías y lagunas costeras (INAFED, s.f.).

Conforme a la información elaborada por INEGI, representada en el Mapa IV.4., la zona dentro del Sistema Ambiental presenta dos tipos de estructuras geológicas. Una de ellas consiste en depósitos aluviales los cuales abarcan la mayor porción del sistema (754.07 hectáreas), otra parte del SA se clasifica como lacustre (144.20 hectáreas), ésta se extiende en prácticamente toda la longitud de norte a sur del extremo oeste.

El depósito aluvial se forma a partir de materiales sueltos, los cuales provienen de rocas preexistentes y que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. Asimismo, estos se caracterizan por no presentar modificaciones por agentes externos como lo puede ser el agua o clima, al igual se llegan a localizar en áreas ligeramente inclinadas, planicies costeras o valles interiores donde el manto freático se encuentra cerca de la superficie y el drenaje se clasifica como pobre. Este tipo de suelo destaca por su alta productividad la cual permite la implementación de agricultura intensiva y mecanizada, así como el uso de riego.

Por otra parte, el depósito lacustre se conforma a partir de sedimentos derivados del intemperismo de las rocas preexistentes que son depositados en ambientes acuosos. Los suelos que llega a formar se componen de materiales finos y suelen ser profundos. Estos se encuentran distribuidos en superficies planas o ligeramente depresionadas, al igual que el depósito aluvial el drenaje que llegan a presentar suele ser pobre.

Cabe mencionar que ambos depósitos se denominan como recientes, ello debido a su pertenencia a la era cenozoica y el periodo cuaternario. La primera se identifica por ser la última era geológica definida, además de considerarse como una etapa de cambio radical en la Tierra tras haber acontecido distintas catástrofes. Por su parte, el periodo cuaternario es una subdivisión temporal respecto a dicha era.



Mapa IV.4. Geología del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

### Fenómenos geológicos

Dentro del Sistema Ambiental no reporta algún fenómeno geológico, las entidades de este tipo más cercanas son un conjunto de fracturas en dirección este conforme al sitio a aproximadamente 38.9 km. Este conjunto se conforma por 4 formaciones, las cuales poseen una longitud que varía desde los 2.3 km hasta los 3.3 km, asimismo todas se denominan como definidas. Al igual, a 43.2 km en dirección este con cierto gradiente en sentido sur se encuentra una falla, la cual se denomina como de tipo normal y presenta una longitud de 8.8 km. Esta se clasifica como definida y se ha identificado con un movimiento vertical hacia la izquierda.

Además de dicha falla se posee un registro de un colapso en la colonia Glorieta Cuauhtémoc en la localidad de Culiacán, ello debido a un descenso del nivel freático de 20 metros lo que ocasionó una afectación a la infraestructura urbana, a pesar de ello la intensidad de dicho fenómeno se categorizó como baja. Cabe mencionar que se especula fue ocasionado por el exceso de humedad debido a lluvias reportadas en días anteriores al suceso.

Puede conjeturarse que ambos se encuentran a una distancia suficiente como para determinar que el sitio del proyecto no presenta algún riesgo conforme a los mismos o algún otro fenómeno geológico. A pesar de ello el proyecto contará con el protocolo de seguridad necesario en caso de que lleguen a presentarse otro tipo de eventos o afectaciones dentro de esta categoría, tal es el

caso de sismos o hundimientos.

### Rocas

De acuerdo con la información geográfica disponible en el portal de INEGI no se especifica algún tipo de roca dentro del sitio ya que dicha característica se determina como “No Aplica” (N/A). Probablemente ello se deba a las formaciones geológicas que se encuentran en el sitio, las cuales como se ha mencionado antes se derivan de un proceso sedimentario del arrastre de otros materiales rocosos.

### Fisiografía y topofomas

El Sistema Ambiental del proyecto se encuentra localizado dentro de la provincia fisiográfica de la Llanura costera del Pacífico (Ilustración IV. 1.) la cual es una prolongación meridional del Desierto de Sonora y se extiende aproximadamente 800 km a lo largo del Océano Pacífico, entre su litoral y el pie de la Sierra Madre Occidental. Dicha provincia abarca los estados de Nayarit y Sinaloa, en el caso del último mencionado resaltan sedimentos muy anchos diseminados en la costa, extendiéndose en la llanura el material desintegrado llegando inclusive hasta el mar y formando una ancha plataforma continental (Ordoñez, 1941).



Ilustración IV.3. Provincias fisiográficas de México.

Asimismo, de acuerdo con Ordoñez (1941) la llanura en cuestión se caracteriza por corrientes volcánicas locales que han rejuvenecido tanto en la antigua topografía como en la madura, lo cual ha ocasionado un cambio en la fisonomía local. Además, pequeños deltas en el interior de la costa se han transformado pantanos o lagunas, los cuales se cortan frente al mar por barras

arenosas y largos cordones litorales, lo anterior extendiéndose por toda la provincia.

Como se ha resaltado anteriormente, las características geológicas brindan a esta provincia fertilidad por lo tanto el territorio que abarca se determina con una importante riqueza agrícola, ello aunado a las demás características del paisaje, las cuales permite la implementación de sistemas de riego. Además, se especula la presencia de diferentes distritos mineros que aún no han sido explotados o explorados con exhaustividad, tal es el caso de yacimientos de minerales de plomo, plata y cobre.

Entre las peculiaridades geomorfológicas se puede mencionar que la presencia de las grandes bahías en esta provincia se atribuye a valles sumergidos. Asimismo, en dicha zona se pueden encontrar extensos depósitos de sal, especialmente cuando se trata de lagunas y albúferas. Por último, terrazas o angostas plataformas pueden visualizarse frente al Océano Pacífico, especialmente al oriente y sur de esta faja (Ordoñez, 1941). La información anterior puede consultarse en la Ilustración IV.1 y el Mapa IV. 5.

El Sistema Ambiental pertenece a su vez a la subprovincia fisiográfica denominada como la Llanura costera y deltas de Sonora y Sinaloa, la cual abarca se delimita a partir de la planicie costera hasta la estribación de las montañas, donde se comprende desde el parteaguas de las Sierras de Bacatete hasta los límites entre las cuencas de los ríos San Lorenzo y Elota al norte de Mazatlán y al oriente con el Mar de Cortés.

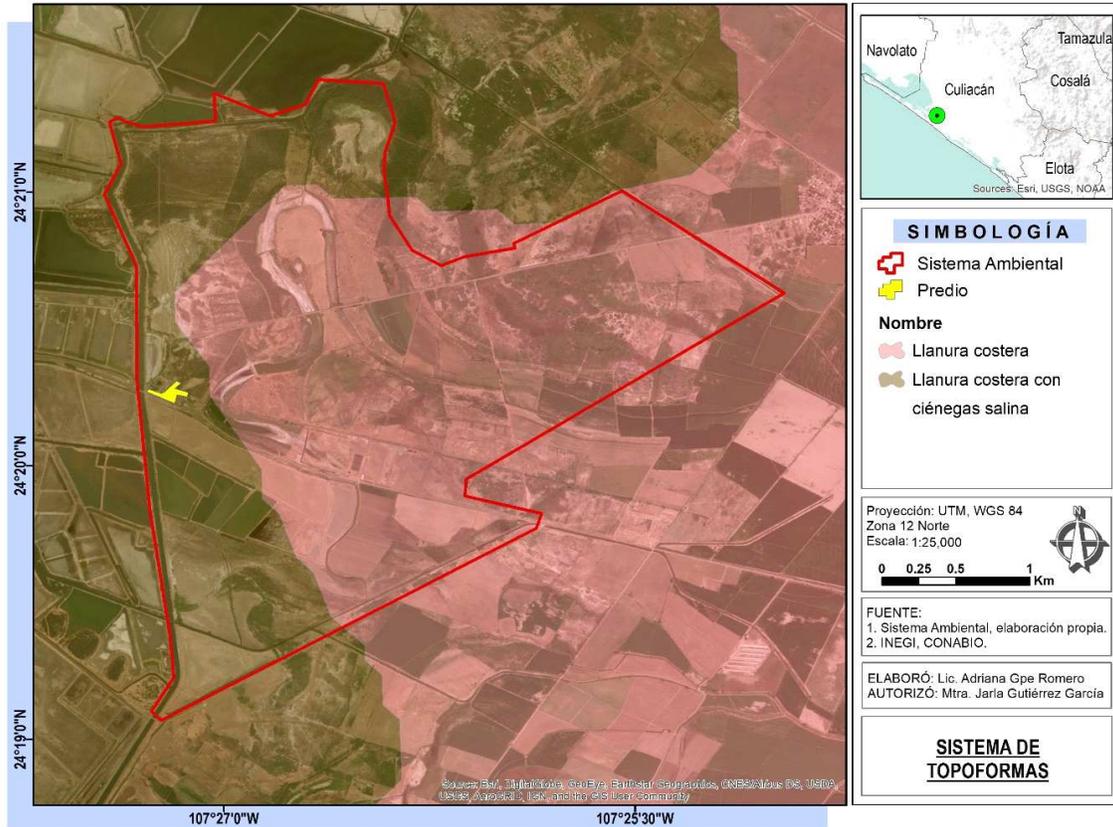
Asimismo, de acuerdo con INEGI la subprovincia se divide en las cuencas bajas de los Ríos Yaqui y Mayo, las cuencas bajas de los Ríos Fuerte, Sinaloa y Mocorito, y las cuencas bajas de los Ríos Culiacán y San Lorenzo. Como se ha mencionado antes esta zona se encuentra cercana a la Sierra Madre Occidental, por lo tanto, esta subprovincia abarca desde la planicie costera hasta las estribaciones de las primeras alturas del paisaje, al igual a dicha región se le denomina como Trópico Seco.

Las topoformas se refieren al aspecto o estructura que adquiere el relieve de un sitio es específico, ejemplo de ellas son las Sierras, Mesetas, Valles o Llanura, entre otras. En el caso del Sistema Ambiental en cuestión el mismo se encuentra dividido en dos topoformas, siendo la que abarca la mayor parte la Llanura Costera ( 579.35 hectáreas), extendiéndose en menor proporción en sentido sur, y la llanura costera con Ciénegas salinas, la cual ocupa 318.91 hectáreas en dirección oeste. Esta última formación consiste en zonas poco profundas y generalmente planas, donde puede inundarse o en todo caso depositarse agua y estancarse de manera permanente o intermitente, además puede llegar a presentarse vegetación densa. Ambas topoformas pueden consultarse en el Mapa IV.6.



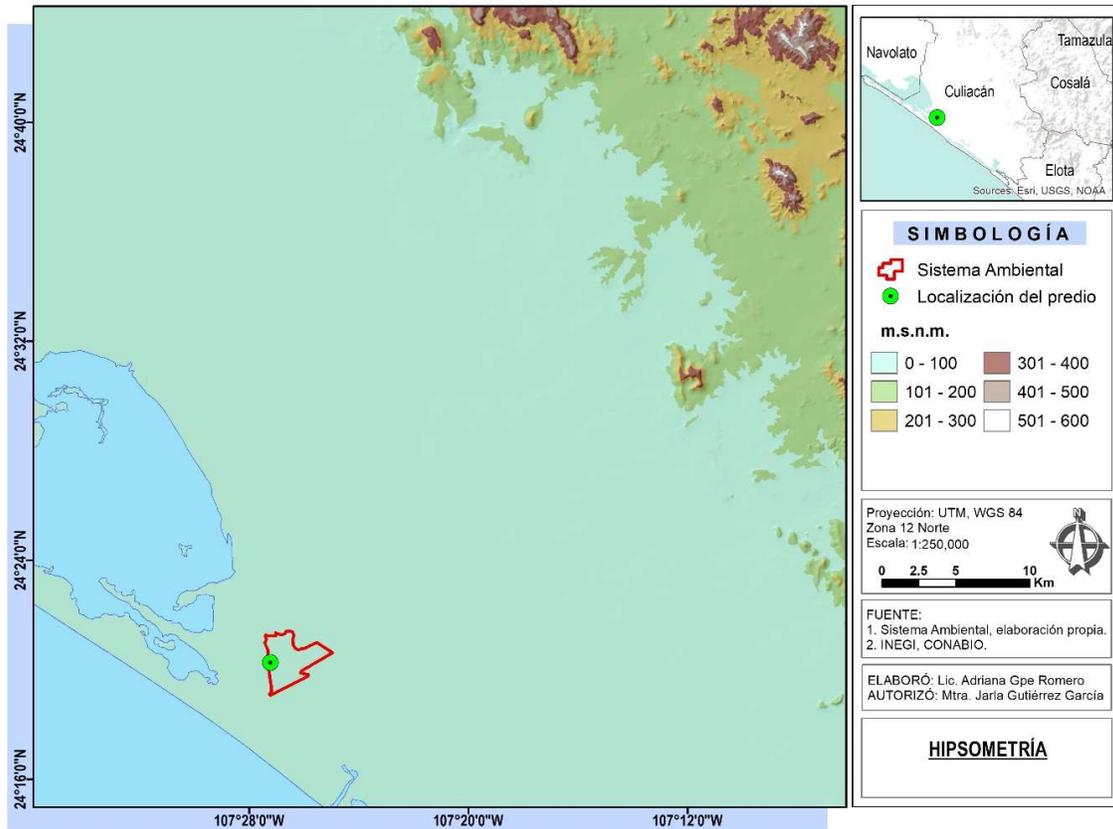
Mapa IV.5. Subprovincia fisiográfica del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

Las topoformas se refieren al aspecto o estructura que adquiere el relieve de un sitio específico, ejemplo de ellas son las Sierras, Mesetas, Valles o Llanura, entre otras. En el caso del Sistema Ambiental en cuestión el mismo se encuentra dividido en dos topoformas, siendo la que abarca la mayor parte la Llanura Costera ( 579.35 hectáreas), extendiéndose en menor proporción en sentido sur, y la llanura costera con Ciénegas salinas, la cual ocupa 318.91 hectáreas en dirección oeste. Esta última formación consiste en zonas poco profundas y generalmente planas, donde puede inundarse o en todo caso depositarse agua y estancarse de manera permanente o intermitente, además puede llegar a presentarse vegetación densa. Ambas topoformas pueden consultarse en el Mapa IV.6.



Mapa IV.6. Sistema de topoformas del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

Las características antes mencionadas pueden al igual visualizarse a través del modelo de elevación (Mapa IV. 7). Como se puede observar la zona en cuestión presenta un paisaje caracterizado por la homogeneidad, no presenta accidentes o elevaciones sobresalientes, el SA se encuentra en una superficie plana, es decir, una llanura.



Mapa IV.7. Hipsometría del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

### IV.2.1.3. EDAFOLOGÍA

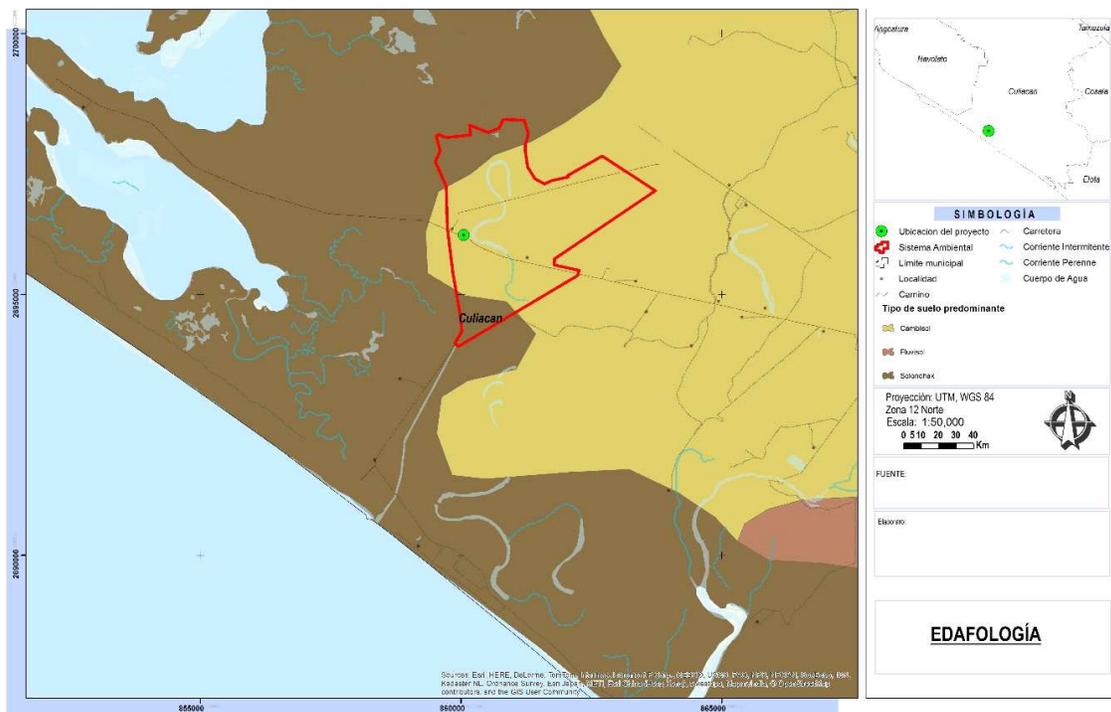
El estudio del suelo determina los minerales a partir de los cuales se encuentra compuesto, otorgando así una noción de la interacción de los organismos vegetales y animales, aire, agua, entre otros factores bióticos o abióticos que han ocasionado su conformación. Lo anterior proporciona al suelo ciertas características para mantener hábitats, ecosistemas e inclusive permite que ciertas actividades productivas, como la agricultura, puedan desarrollarse en el mismo.

En el caso del Sistema Ambiental determinado para el proyecto el tipo de suelo predominante es Cambisol eútrico el cual abarca una porción de 711.8 hectáreas (Mapa IV.8). Este suelo se identifica como joven y poco desarrollado, asimismo se caracteriza por presentar un subsuelo con terrones formados por vestigios de roca subyacente, al igual se pueden observar acumulaciones pequeñas de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso (INEGI, 2004).

De acuerdo con INEGI (2004), los sitios donde se encuentra el suelo Cambisol pueden utilizarse para diversas actividades productivas, dependiendo del clima del lugar. Es importante mencionar que dicha clasificación posee de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Por otra parte, el que se categorice como eútrico indica que se trata de un suelo ligeramente ácido a alcalino.

La otra porción del Sistema Ambiental se compone por un suelo Solonchak gléyico el cual abarca 139.5 hectáreas aproximadamente (Mapa IV.8). En este caso el suelo Solonchak se caracteriza por presentarse en zonas donde se acumula salitre, tal es el caso de lagunas costeras y lechos de lagos, inclusive partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Consecuentemente posee un alto contenido de sales, ya se forma homogénea o en ciertas porciones del mismo, asimismo debido a lo anterior la vegetación que en él se encuentra es de tipo halófila (INEGI, 2004).

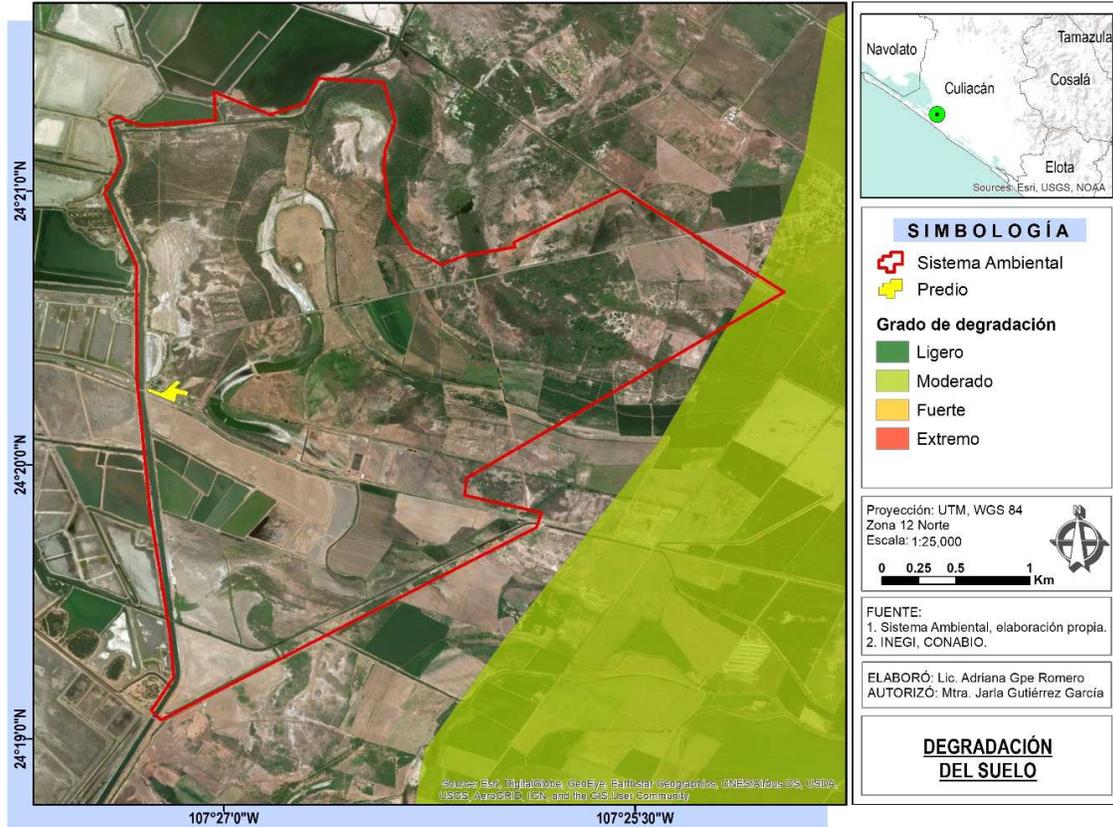
Debido a las características de salinidad el uso productivo en regiones donde se encuentra el suelo Solonchak se ve limitado. Respecto a su denominación como gléyico hace referencia a un suelo pantanoso, el cual se distingue por presentar una capa saturada de agua por lo menos en una época del año. La apariencia de dicha capa es el color gris, verde o azulado y que en ocasiones puede presentar tonos rojizos cuando se expone al aire. Esta subunidad de suelo suele localizarse en depresiones o llanuras, y contrario al eútrico, el gléyico es poco susceptible a la erosión (INEGI, 2004).



**Mapa IV.8. Edafología del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.**

De acuerdo con la FAO (2017) la degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo, la cual provoca una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios dentro de cierto ecosistema. En el caso del área de estudio una porción del mismo se categoriza bajo este fenómeno. Su grado es moderado y abarca un área de 3.84 hectáreas, además se caracteriza como una degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, ello causado por actividades agrícolas. En lo que refiere al resto del polígono del Sistema Ambiental no se posee información

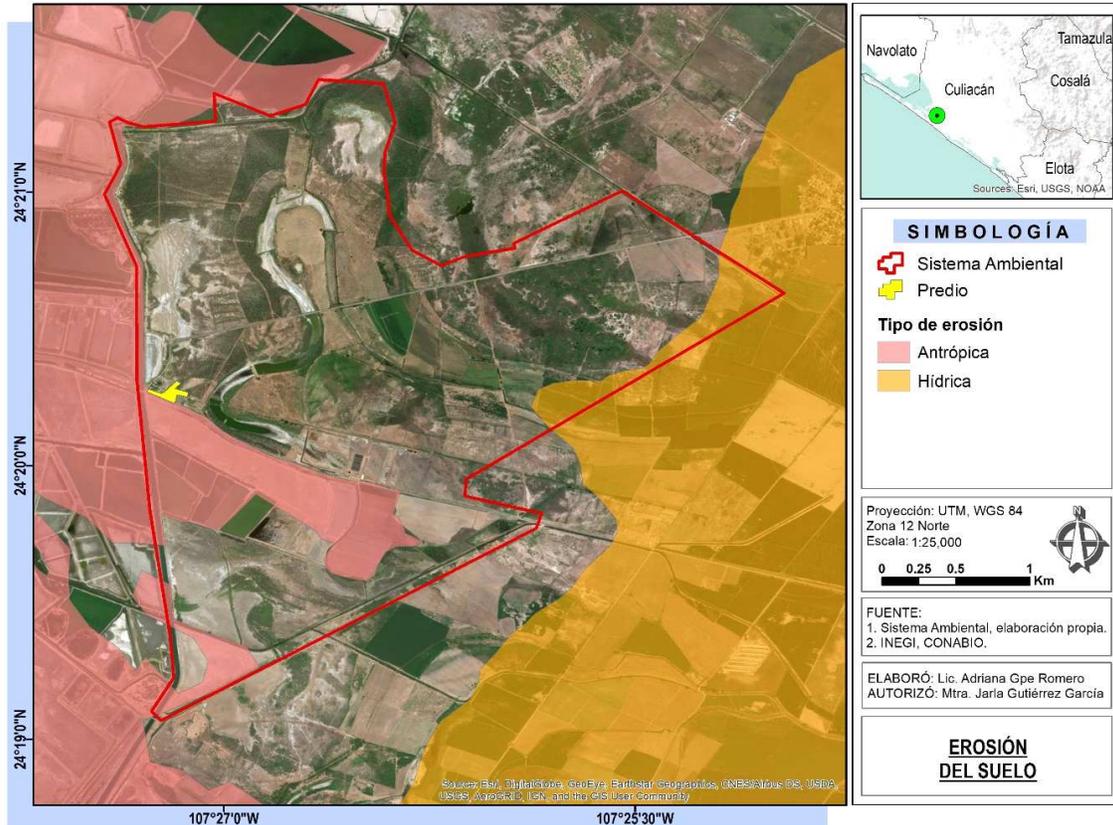
disponible respecto a algún grado de degradación.



Mapa IV.9. Degradación del suelo del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

La erosión del suelo es un término que es frecuentemente confundido con el adjudicado a la degradación del mismo, por lo tanto es de relevancia aclarar que el primero mencionado hace referencia a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del suelo. Cabe mencionar que este es uno de los efectos más visibles de la degradación del suelo, y suele identificarse en las zonas montañosas como un proceso natural, asimismo las repercusiones de este pueden empeorar cuando a su vez se implementan malas prácticas de manejo (FAO, 2017).

En el caso del SA se identifican dos tipos de erosión antropogénica e hídrica. La primera abarca 117.2 hectáreas del sistema ambiental, se localiza en el lado izquierdo, especialmente en la parte sur del SA. El siguiente tipo de erosión abarca 30.32 de hectárea del SA, la erosión es de tipo hídrica, el factor de erosión es laminar y se presenta en grado leve (Mapa.IV.10).



Mapa IV.10. Erosión del suelo del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

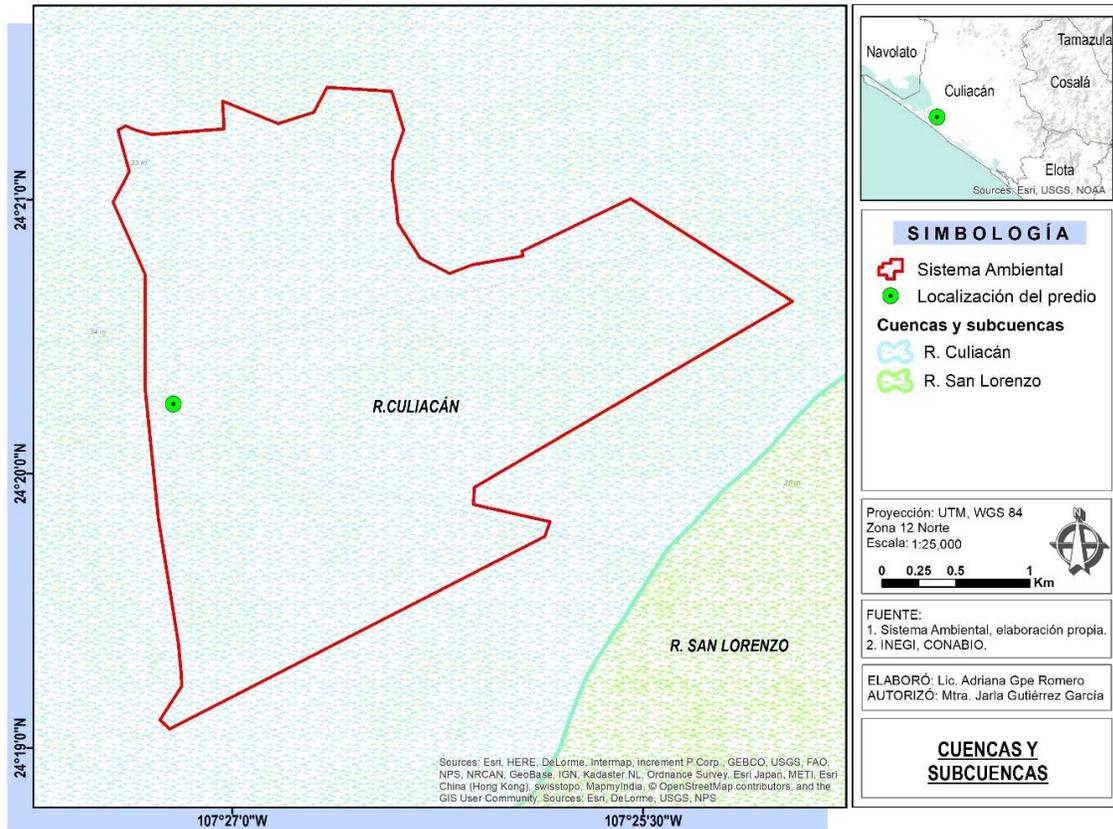
#### IV.2.1.4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la Región Hidrográfica 10 que se nombra como Sinaloa. El SA se localiza dentro de la cuenca exorreica Río Culiacán (Clave: 1007), la cual abarca los estados de Chihuahua, Durango y Sinaloa, comprende desde las presas de Adolfo López Mateos y Sanalona hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. La cuenca se ha catalogado con un drenaje de tipo angulado con una pendiente considerada como media a baja. En total abarca un área de 19150.49 km<sup>2</sup> de los cuales 9143.49 km<sup>2</sup> corresponden al estado de Sinaloa (INEGI, 1995).

De acuerdo con INEGI (1995) la cuenca antes mencionada tiene como mayor afluente el Río Culiacán, el cual se conforma a su vez de los ríos Humaya y Tamazula, los cuales tienen como punto de unión la ciudad de Culiacán, estos desembocan en el Golfo de California después de un recorrido de 82.2 km y una pendiente media de 0.05%, así como una dirección general de este-oeste.

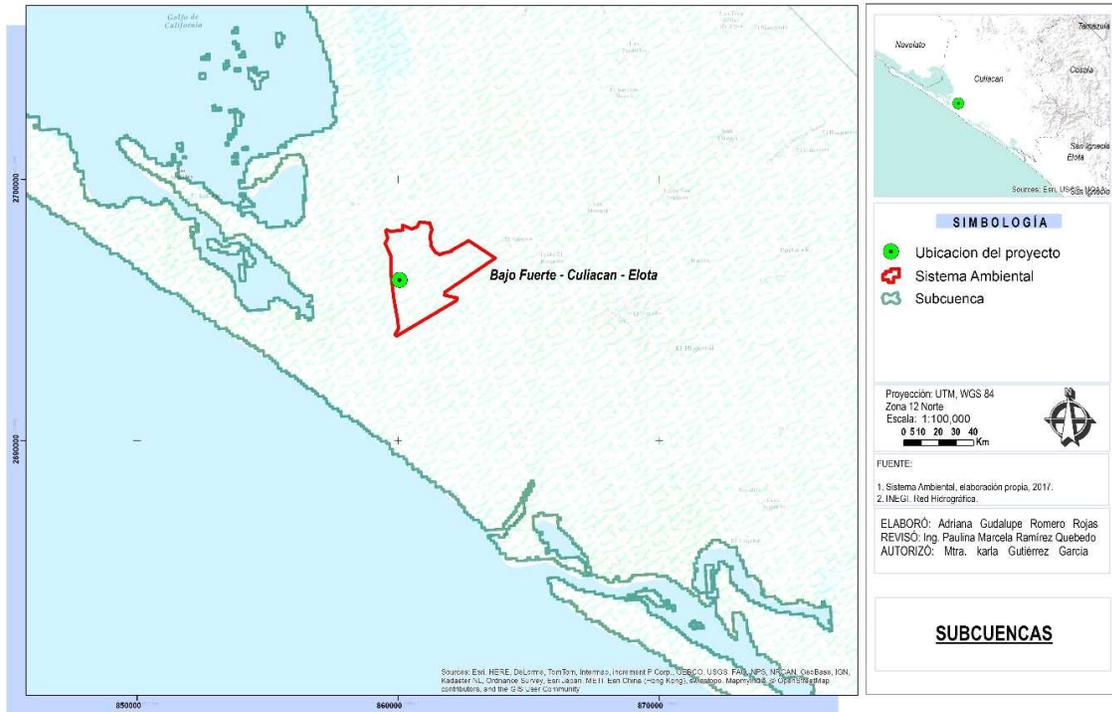
Así mismo, el SA se localiza dentro de la subcuenca hidrográfica del Río Culiacán (Mapa IV.11), la cual se constituye de 3167.78 km<sup>2</sup> y se ha denominado como de tipo abierta y con un drenaje

destinado al mar.

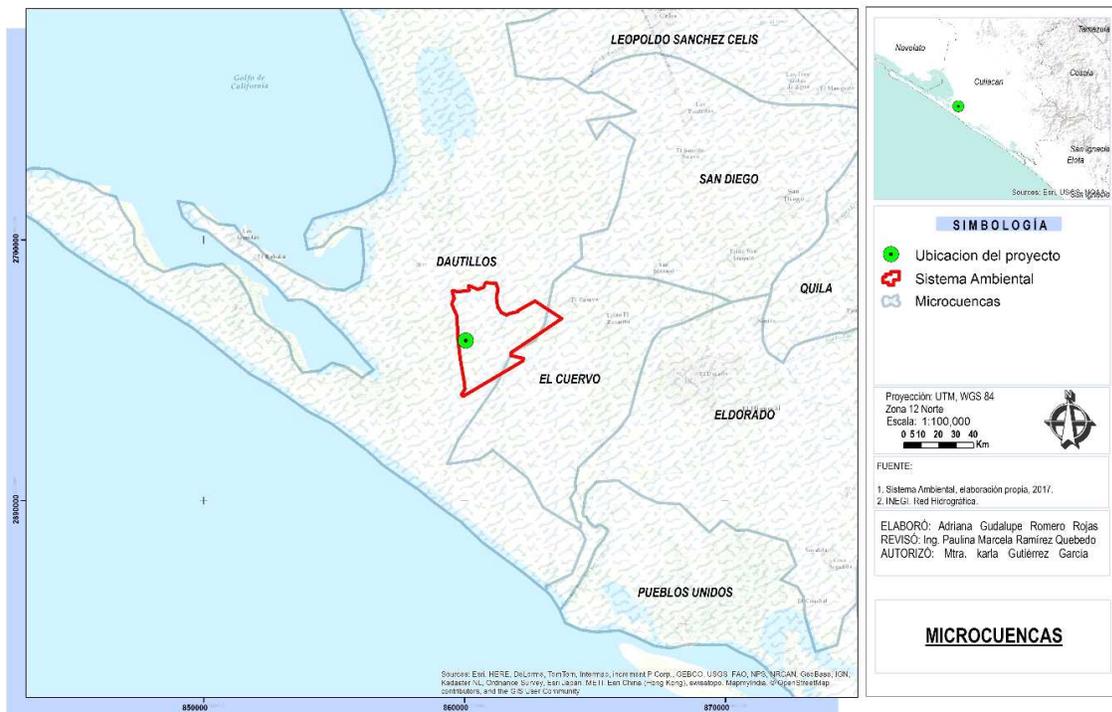


Mapa IV.11. Cuencas y subcuencas hidrográficas del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

Por otra parte, el SA pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa III la cual se denomina como Pacífico Norte, de la cual abarca la cuenca hidrológica Culiacán, la subcuenca hidrológica Bajo Fuerte – Culiacán – Elota (Mapa IV.12), y dos microcuencas (Mapa IV.13), siendo el área que abarca en su mayoría perteneciente microcuenca Dautillos con 848.57 hectáreas, la superficie restante, 49.7 hectáreas, se encuentra la microcuenca El Cuervo.



Mapa IV.12. Subcuenca hidrológica del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

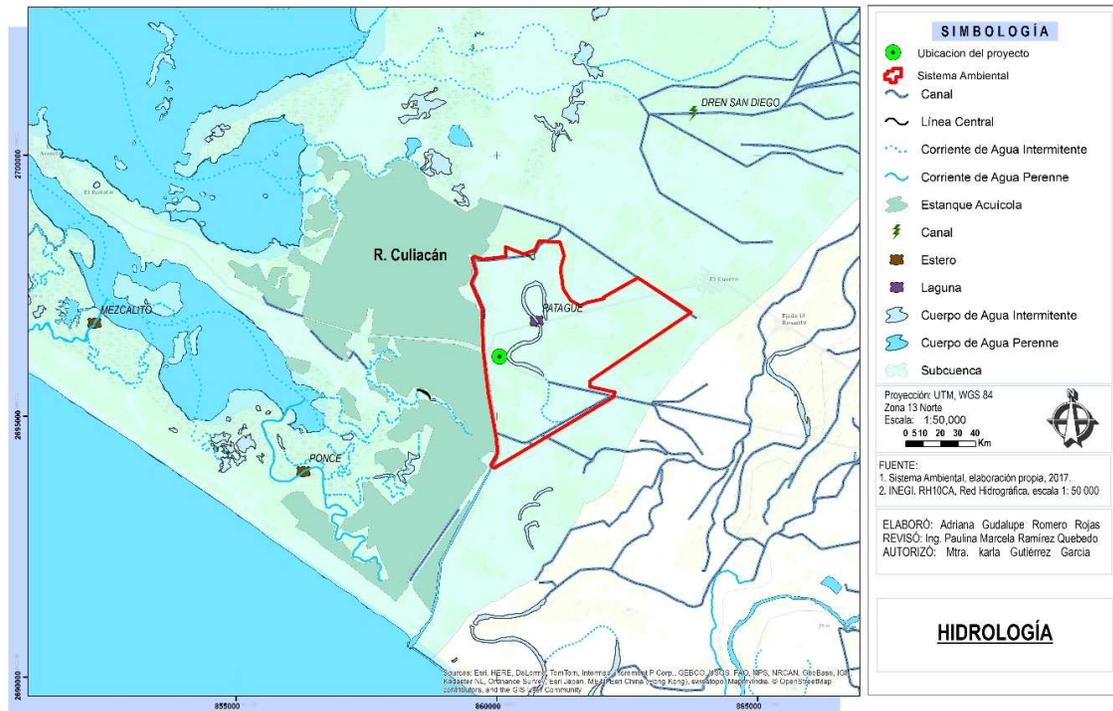


Mapa IV.13. Microcuencas hidrológicas del Sistema Ambiental y la ubicación del predio

## del proyecto.

En lo que refiere a los cuerpos de agua presentes en el SA, se cuenta con la Laguna Patague, la cual de acuerdo con la información geográfica publicada por INEGI se clasifica como forma litoral, dicho cuerpo se localiza en el noroeste, casi al centro del SA. Además, en un extremo del límite noroeste se registra un cuerpo de agua intermitente. Asimismo, la superficie de estudio se encuentra contigua a varios cuerpos de agua perenne, dos de ellos se ubican al noroeste, sobrepasando el límite del SA, por otra parte el extremo oeste, de norte a sur, se compone de un cordón litoral y una albufera que se extienden en dirección oeste.

De igual manera, ya fuera del SA se puede observar en la parte norte el canal Dren San Diego, este se clasifica como un servicio o instalación. En dirección norte se encuentra el estero Ponce categorizado como una forma litoral, misma que rodean ciertas corrientes, en su mayoría intermitentes, abarcando el norte, oeste y sur. Las corrientes perennes son el Estero Ponce y el Estero Mezcalito, ambos considerados como formas litorales. Toda la información anterior puede consultarse en el Mapa IV. 14.



Mapa IV.14. Hidrología del Sistema Ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

### IV.2.1.5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

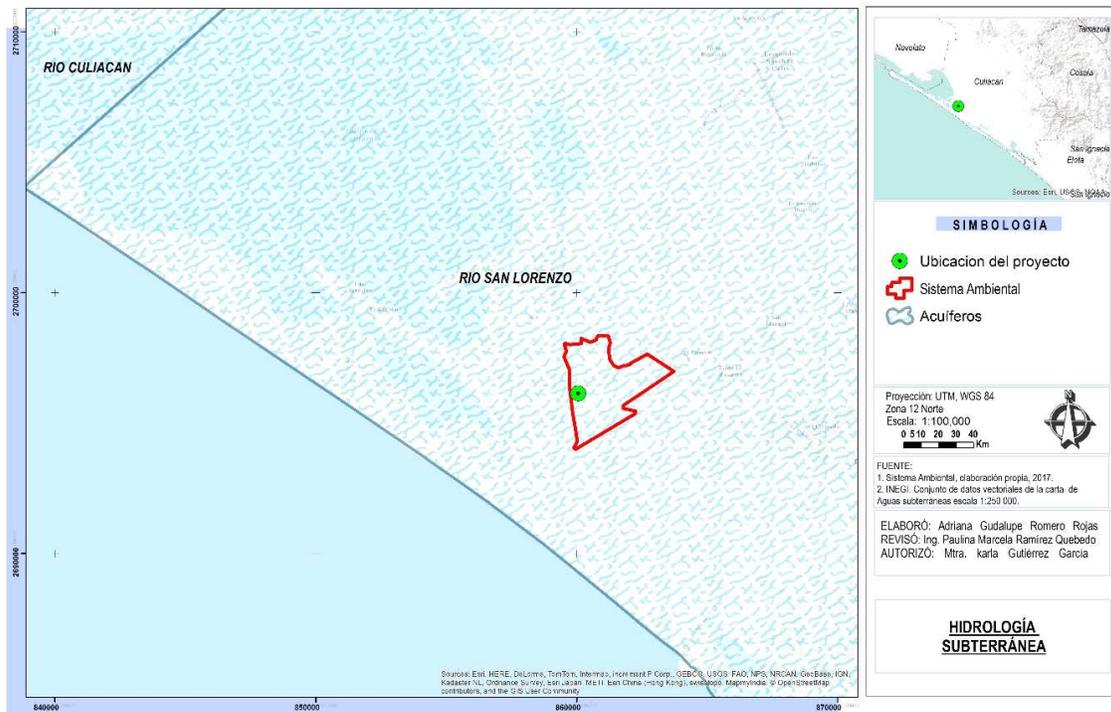
El acuífero donde se encuentra el SA se llama Río San Lorenzo (Mapa IV. 15), pertenece a la subregión hidrológica Ríos Elotla, Piaxtla y San Lorenzo. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2020) la recarga del acuífero es de 335.00 hm<sup>3</sup> anuales, una descarga natural comprometida de 188 hm<sup>3</sup>/año y un volumen de extracción de 131.28 hm<sup>3</sup>/año. De esta manera,

la disponibilidad anual de agua es de 15.72 hm<sup>3</sup> al año. El acuífero no presenta sobreexplotación, intrusión o salinización.

Las aguas subterráneas del acuífero San Lorenzo se utilizan principalmente en módulos de riego, por propietarios de pozos particulares de uso agrícola, y por servicio público urbano de los grandes centros de población. Se han registrado otros usos que no poseen todavía concesión y que son de tipo irregular (CONAGUA, 2015).

De acuerdo con CONAGUA (2015), los principales escurrimientos en la zona del acuífero corresponden al río San Lorenzo y los arroyos El Viche, Tacuichamona y Chiqueritos. Se calcula aproximadamente que el volumen ecológico que debe protegerse para este acuífero debe ser de 68.26 mm<sup>3</sup>/año, esto con el objetivo de conservar el equilibrio del ecosistema localizado en la desembocadura del río San Lorenzo.

En lo que refiere a la calidad del agua el acuífero, esta presenta distintos tipos de agua de acuerdo al lugar donde se ha realizado un muestreo por parte de CONAGUA. El agua del río, así como la ubicada en sus proximidades, es cálcico-bicarbonatada, mientras que, en la zona de explotación acuífera, que se localiza en Jacola, las muestras cercanas con la línea de costa son cálcico-cloruradas. Por otra parte, a aguas arriba a la altura del trazo de la línea del ferrocarril son de la familia cálcico-bicarbonatada (CONAGUA, 2015)



Mapa IV. 15. Acuífero del sistema ambiental y la ubicación del predio del proyecto.

## IV.2.2 Aspectos bióticos

## IV.2.2.1. FLORA

El estado de Sinaloa se ubica en una zona de transición ecológica, en la que convergen la Provincia de la Sierra Madre Occidental, la Provincia de la Planicie Costera del Noroeste de la Región Xeroftica Mexicana y la Provincia de la Costa Pacífica de la Región Caribeña del Reino Neotropical; situación que propicia una riqueza vegetal importante (Vega-Aviña, 2000). En los 656 Km de litoral que se encuentran en el estado el 69.1% (80,597 ha) se encuentra ocupado por manglar (CONABIO, S.A.).

Clasificando el territorio del estado de Sinaloa según su forma y posición geográfica, se le puede dividir en tres grandes zonas, entre las que destaca, la Llanura Costera, zona donde se ubica el proyecto, y la cual se describe a continuación:

Zona llanura costera: se localiza a lo largo de la parte occidental del territorio, disminuyendo su extensión de Norte a Sur, debido a la disposición de la zona montañosa. Las pendientes en esta región son menores del 5%, ocupando el 46% del total de la superficie del Estado. (Plan Estatal de desarrollo urbano de Sinaloa 2007-20020). Dicha zona de Llanura Costera, se encuentra compuesta por los ecosistemas de dunas costeras, manglares y playas de arenas y rocosas.

Por su parte, el municipio de Culiacán, municipio donde recae el proyecto, se encuentra en la región central del estado de Sinaloa, en el municipio la vegetación dominante es la selva baja caducifolia, existiendo también bosque de encino y de pino-encino en el norte del municipio en la sierra Madre.

En la zona central del municipio se encuentra la llanura cuyo principal uso es agrícola, fuente de la producción primaria de la región. En el área costera se encuentra vegetación halófila y manglar. (INAFED, 2010).

### Tipos de vegetación y su distribución

De manera más específica, con base en información de INEGI, Serie VI Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 (2017), el Sistema Ambiental presenta principalmente un uso de suelo Agrícola repartido entre Agricultura de Riego Anual, con un 77%, y Agricultura de Riego Anual y Semipermanente con un 2%. Así mismo, el uso de suelo de aprovechamiento Acuícola también está presente abarcando un 22% del Sistema Ambiental. Lo anterior se puede observar en la Tabla IV.2 y Gráfico IV.4.

De acuerdo con lo anterior, destaca que no se reporta la existencia de alguna comunidad vegetal para el Sistema Ambiental, esto permite inferir la dinámica en el cambio del uso de suelo de la zona en términos de las actividades de aprovechamiento actuales, condición que se abordará más adelante.

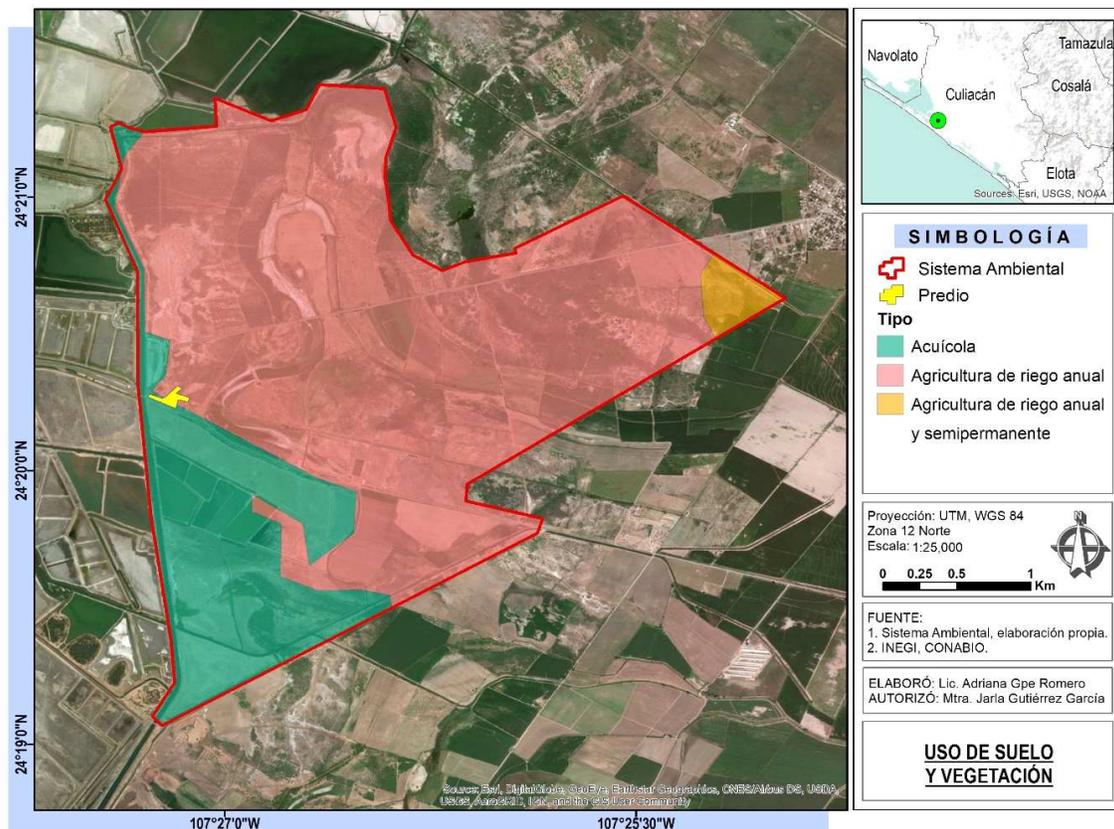
**Tabla IV.2. Uso del suelo y vegetación del Sistema Ambiental.**

Tipo	Superficie (Ha)	Porcentaje
Acuícola	192.91	21.51%

Agricultura de riego anual	689.14	76.71%
Agricultura de riego anual y semipermanente	15.93	1.78%
		100%

Gráfico IV.4. Uso del suelo y vegetación del Sistema Ambiental.

En el mapa siguiente se puede observar que el proyecto recae en el uso de suelo de aprovechamiento Acuícola, el cual se extiende hacia el sur del Sistema Ambiental, por su parte, la Agricultura de riego anual se distribuye hacia el norte y este, y la Agricultura de riego anual y semipermanente ocupa solo una pequeña porción al noreste del SA.



Mapa IV. 16. Uso del suelo y vegetación del Sistema Ambiental.

#### Descripción de los Usos de Suelo y Vegetación

##### Agricultura de Riego Anual y Semipermanente (TA y TAS)

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la

aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional, principalmente en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa y en la región del Bajío.

#### Aprovechamiento acuícola

Superficie dedicada al cultivo de especies acuáticas de acuerdo con un fin productivo que incluye:

**Acuicultura:** La información que se presenta en este tema se refiere a actividad que se dedica a la acuicultura, entendida ésta como el cultivo de animales y plantas en el agua. En esta actividad se incluyen peces, reptiles, anfibios, crustáceos, moluscos, plantas y algas, su utilización puede ser para alimento, o bien, para otras actividades que realice el hombre (recreación, estudio, obtención de productos) o para su conservación y protección. En este sentido, en la Información de Uso del Suelo se incluyen las siguientes instalaciones:

**Piscifactorías:** Instalaciones para la producción de crías peces en estanques, jaulas o en canales de corriente rápida, para su consumo.

**Granjas acuícolas:** Instalaciones dedicadas a la producción de crustáceos, como el camarón.

#### Riqueza florística

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se encontró que Vega-Aviña (2001) reporta en cuanto a riqueza de plantas vasculares para el estado de Sinaloa un total de 2792 especies de plantas, repartidas en 987 géneros y 202 familias.

La riqueza en el municipio de Culiacán (especificado entre paréntesis) contempla un total de 1445 especies, repartidas en 623 géneros y 145 familias, tabla siguiente. Destaca la presencia de 162 taxa endémicos, dos de ellos con área restringida al municipio.

Vega-Aviña et al.: Endemismo Regional en la Flora del Municipio de Culiacán, Sinaloa

##### Listado florístico obtenido con bases bibliográficas para Sinaloa y Culiacán

Grupo taxonómico	Familias	Géneros	Especies
<b>Pteridophyta</b>	15 (8)	39 (13)	120(32)
<b>Gymnospermae</b>	4 (2)	6(2)	19(2)
<b>Liliopsida</b>	28 (22)	142 (91)	359(205)
<b>(Monocotyledoneae)</b>			
<b>Magnoliopsida</b>	155 (113)	791 (517)	2294(1206)
<b>(Dicotyledoneae)</b>			
<b>Total</b>	202 (145)	987 (623)	2792(1445)

## Listado florístico potencial obtenido con bases bibliográficas

En cuanto a la flora potencial para el Sistema Ambiental se revisó el trabajo de Jiménez-Orocio (2014), en el cual, se reporta que la flora presente en las costas de la entidad corresponde principalmente a 12 especies.

### Listado florístico obtenido con bases bibliográficas para las costas de Sinaloa

Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Zona de playa-duna</b>		
Nyctaginaceae	<i>Abronia marítima</i>	Alfombrilla
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Bejuco de mar, churrystate de playa
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum.</i>	Verdolaga de playa
<b>Matorral y selva espinosa</b>		
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Mandimbo
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite
Malvaceae	<i>Hibiscus pernambucensis</i>	Hibisco
Fabaceae	<i>Caesalpinia bonduc</i>	Haba de mar
Phytolaccaceae	<i>Stegnosperma cubense</i>	Bejuco negro
Boraginaceae	<i>Tournefortia densiflora</i>	Bejuco prieto
<b>Zona de manglar</b>		
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco o merecillo
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo

## Flora incluida en la NOM 059 SEMARNAT 2010

### Especies reportadas para el Sistema Ambiental

En la siguiente tabla se nombran las especies catalogadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 reportadas para el área de estudio.

### Especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el área de estudio

Especies en peligro de extinción	Especies amenazadas	Especies sujetas a protección especial
	<i>Avicennia germinans</i> (Mangle Negro)	<i>Stenocereus martinezii</i> (pitayo de Martínez)
	<i>Rhizophora mangle</i> (Mangle Rojo)	
	<i>Laguncularia racemosa</i> (Mangle blanco)	
	<i>Conocarpus erectus</i> (Mangle botoncillo)	

## Metodología de muestreo de la vegetación específica en la zona del laboratorio

### Listado florístico

El objetivo del estudio florístico fue obtener un listado representativo de la flora del sitio del laboratorio, para ello se realizó una visita al sitio en el mes marzo 2017), en la cual se realizó mediante recorridos a pie una colecta botánica a través de la zona del proyecto.

Así mismo, se determinaron los tipos de vegetación presentes en el área, partiendo de los elementos florísticos dominantes, con el fin de conocer su distribución y reconocer y explicar las posibles variaciones, así como el estado de conservación. Se identificaron las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010 que pudieran encontrarse dentro de la zona, con el objetivo de proponer medidas de protección y mitigación precisas, para la conservación de dichas especies.

### Estudio Ecológico

Para la obtención de datos ecológicos de las diferentes comunidades vegetales dentro de la zona del proyecto, se establecieron cuadrantes de 25m x 25m (400m<sup>2</sup>), en cada cuadrante se tomaron datos del estrato arbustivo y herbáceo como: diámetro a la altura del pecho (DAP), dos diámetros de cobertura de la copa, así como, altura de cada uno de los individuos. Para todos los sitios de muestreo se recabó información sobre coordenadas geográficas, así como impactos ambientales sobresalientes.





Se estimaron los cálculos correspondientes a: densidad relativa, frecuencia (absoluta y relativa), dominancia y cobertura o área basal. Así mismo, a partir de estos cálculos se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada una de las especies arbustivas y herbáceas (Flores, 2004).

En seguida se muestran las ecuaciones utilizadas para cada uno de los cálculos, (Flores, 2004):

*Densidad relativa (abundancia) (A):*

$$A = \frac{N}{T} \times 100$$

Donde:

**N** = Número de individuos de cada especie

**T** = Total de individuos.

Ecuación II. 1 : Densidad relativa.

*Frecuencia absoluta (F):*

$$F = \frac{P_o}{NP_o} \times 100$$

Donde:

**P<sub>o</sub>** = Número de puntos de ocurrencia de la especie.

**NP<sub>o</sub>** = Número total de puntos.

Ecuación II. 2 : Frecuencia absoluta.

Frecuencia relativa (Fr):

$$Fr = \frac{F}{\sum F} \times 100$$

Donde:

**F** = Frecuencia absoluta.

**∑F** = Sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

Ecuación II. 3: Frecuencia relativa.

*Dominancia relativa (Dr):*

$$Dr = \frac{Ae}{At} \times 100$$

Donde:

**Ae** = Área basal de cada especie.

**At** = Área basal del total de especies.

Ecuación II. 4. Dominancia relativa.

### *Índice de Valor de Importancia (IVI):*

$$IP = A + Fr + Dr$$

Donde:

**A** = Densidad relativa.

**Fr** = Frecuencia relativa.

**R** = Dominancia relativa.

Ecuación II. 5 : Índice de Valor de Importancia

### **Resultados**

#### **Tipos de vegetación identificados en el Sistema Ambiental**

Si bien INEGI, dentro de la escala 1:250,000 de la cobertura de Uso de Suelo y Vegetación Serie V (2010), no reporta comunidades vegetales para el SA, con base en el recorrido realizado en campo, fue posible identificar que el Sistema Ambiental del proyecto, al ubicarse sobre una llanura costera, que se caracteriza por ser una extensión de terreno prácticamente plana, así mismo, por ser un área sujeta a diferentes condiciones de salinidad, permite que se desarrollen diferentes comunidades vegetales como son: Vegetación Halófila, Vegetación de Dunas Costeras (Arbustiva y Arbórea) y Manglar. Así mismo, el uso de suelo de Aprovechamiento Acuícola (granjas de cultivo de camarón) y Agricultura de Riego también están presentes.

Es importante mencionar que algunas de las superficies que actualmente están cubiertas por vegetación, anteriormente fueron usadas como predios agrícolas, los cuales al dejarse de utilizar se han repoblado de forma natural, como parte del proceso dinámico de sucesión ecológica. Por su parte, el ecosistema de manglar, que actualmente dentro del SA se distribuye en las inmediaciones de la Laguna Patagué, ubicada al este del proyecto, ha sido seriamente impactado en la zona, distribuyéndose de manera discontinua dentro del SA, presentando una conectividad baja, debido principalmente a los impactos generados por la intensa actividad de las granjas dedicadas al cultivo de camarón.

A continuación, se describen los tipos de vegetación identificados durante el trabajo de campo, de acuerdo a la clasificación de INEGI.

#### Vegetación Halófila (VH)

La constituyen comunidades vegetales herbáceas o arbustivas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales en cualquier parte del país, es común en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas.

Esta comunidad se caracteriza por especies de baja altura, por la dominancia de pastos

rizomatosos y tallos rígidos, además de una escasa cobertura de especies arbustivas. Esta vegetación se desarrolla en zonas donde los factores climáticos y geológicos dieron origen a áreas salinas. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex spp.*), romerito (*Suaeda spp.*), hierba reuma (*Frankenia spp.*) y lavanda (*Limonium spp.*). Otras especies capaces de soportar estas condiciones son verdolaga (*Sesuvium spp.*), zacate tobozo (*Hilaria spp.*), zacate (*Eragrostis obtusiflora*), entre varias más. Son comunes las asociaciones de *Atriplex spp.*, *Suaeda spp.*, *Frankenia spp.*, entre otras.

Este tipo de vegetación, característico de suelos con alto contenido de sales solubles, puede asumir formas diversas, florística, fisonómica y ecológicamente diferentes, pues pueden dominar en ellas formas herbáceas, arbustivas y aun arbóreas. Tal hecho se debe, al menos en parte, a que en los suelos salinos se presentan en condiciones climáticas variadas y además, a que también las características edáficas varían tanto en lo que concierne a la cantidad y tipos de sales, como a la reacción pH, textura, permeabilidad, cantidad de agua disponible, etcétera.

Los suelos con exceso de sales son comunes en las partes bajas de las cuencas endorreicas. Salvo muy raras excepciones, se trata de suelos profundos, de origen aluvial, que varían desde muy arcillosos, como es el caso de la mayor parte de los fondos de antiguos lagos.

Con respecto a la composición florística de las comunidades halófilas, es interesante señalar que al mismo tiempo que incluyen géneros y especies de distribución muy vasta, algunos casi cosmopolitas, tampoco son raros en ellas los endemismos. Las familias mejor representadas son Gramineae y Chenopodiaceae, mereciendo mención especial las Frankeniaceae, cuyos miembros llegan a ser muy importantes en el noroeste de México. La succulencia es una característica frecuente en las halófitas de familias diferentes, así como la reproducción vegetativa y la alta presión osmótica.

#### Dunas costeras (VU)

Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton spp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros.

#### Manglar (VM)

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos

y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros. En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

### Listado florístico obtenido en campo para el Sistema Ambiental

La flora identificada en campo, dentro del recorrido realizado por el SA, se compone de un total de 16 especies, repartidas en 13 familias y 15 géneros distintos. Entre las familias que presentan dos especies encontramos a Cactaceae, Cappareaceae y Chenopodiaceae.

Listado florístico obtenido en campo para el Sistema Ambiental

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Endemismo	NOM-059 SEMARNAT 2010
Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i>	Palo verde, frutilla	árbol		
Asteraceae	<i>Brickellia sp.</i>		arbusto		
Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Saladilla	herbácea		
Cactaceae	<i>Stenocereus alamosensis</i>	Pitayo sina	árbol	Endémica	
Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Cardón	árbol		
Cappareaceae	<i>Capparis flexuosa</i>	Mostacilla, palo barba de indio	arbusto		
Cappareaceae	<i>Capparis sp.</i>		arbusto		
Chenopodiaceae	<i>Atriplex barclayana</i>	Chamizo	herbácea		
Chenopodiaceae	<i>Suaeda ramosissima</i>	Romerito	herbácea		
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	árbol	No endémica	Amenazada
Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	Huupa, mezquite	árbol		
Malvaceae	<i>Gossypium aridum</i>	Algodón	arbusto		
Solanaceae	<i>Lycium brevipes</i>	Desierto del baja-espina	arbusto		
Tamarecaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamarindo rosa	arbusto		
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	árbol	No endémica	Amenazada
Zygophillaceae	<i>Guaiacum coulterii</i>	Guayacán, palo santo	árbol	No endémica	Amenazada

## Flora incluida en la NOM-059 SEMARNAT 2010 para el Sistema Ambiental

Se registraron dentro del SA, tres especies de flora que se encuentran incluidas en la NOM-059 SEMARNAT 2010, todas bajo la categoría de Amenazadas. Dos de ellas conforman la vegetación de Manglar (mangle botoncillo y mangle negro), mientras que el guayacán es considerada una especie de interés comercial.

Flora incluida en la NOM 059 SEMARNAT 2010 para el Sistema Ambiental

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059 SEMARNAT 2010
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Amenazada
Verbenaceae	<i>Avicenia germinans</i>	Mangle negro	Amenazada
Zygophillaceae	<i>Guaiacum coulterii</i>	Guayacán, palo santo	Amenazada

Es importante mencionar que **el proyecto no afectará dentro de su etapa operativa** ningún individuo de ninguna de estas tres especies, sin embargo, se proponen medidas de mitigación, con la finalidad contribuir a su conservación. Así mismo, el proyecto cumplirá con la NOM-022 SEMARNAT 2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

### Tipos de vegetación identificados en el área contigua al predio del laboratorio

En los alrededores del predio del laboratorio la vegetación presente corresponde en su totalidad a Vegetación Halófila. Comunidad que se desarrolla debido a que el predio es una zona baja donde se acumulan sales provenientes de las zonas con pendientes ligeramente mayores ubicadas al norte del SA.

A continuación, se muestran algunas imágenes de la Vegetación Halófila presente en las inmediaciones del predio del laboratorio. Las especies registradas son características de esta asociación vegetal, las cuales se enlistan enseguida.



#### Listado florístico obtenido en campo para el predio del proyecto

Se registraron un total de 5 especies en la zona contigua al laboratorio, repartidas en 3 familias y 5 géneros diferentes. Todas estas taxas se caracterizan por ser especies representativas de la Vegetación Halófila.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Endemismo	NOM-059 SEMARNAT 2010
Bataceae	<i>Batis marítima</i>	Saladilla	herbácea		
Tamarecaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamarindo rosa	árbol-arbusto		
Chenopodiaceae	<i>Atriplex barclayana</i>	Chamizo	herbácea		
Chenopodiaceae	<i>Suaeda ramosissima</i>	Romerito	herbácea		
Chenopodiaceae	<i>Salicornia spp.</i>		herbácea		



Especie *Batis marítima* conocida como saladilla. Fotografía tomada en la zona contigua al laboratorio.



Especie *Tamarix ramosissima* conocida como tamarindo rosa. Fotografía tomada en la zona contigua al laboratorio.



Especie *Atriplex barclayana* conocida como chamizo. Fotografía tomada en la zona contigua al laboratorio

#### IV.2.2.2. FAUNA

El Estado de Sinaloa ocupa el 11° lugar a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre. En esta entidad está representada casi el 44% de la avifauna que habita en México; el 35% de las especies de mamíferos voladores y el 14% de los mamíferos marinos presentes en el territorio nacional.

El inventario de fauna silvestre de la entidad consta de 855 especies distribuidas así: 117 especies de mamíferos, 487 de aves, 37 de anfibios, 114 reptiles y 100 de peces. De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 51 mamíferos, 13 anfibios, 46 reptiles y 82 aves .

Es importante resaltar que el sitio Naturalista ([www.naturalista.mx](http://www.naturalista.mx)) enlista para Sinaloa un total de 1,288 especies de animales, lo cual denota parte de la riqueza biológica que posee el estado. De manera más particular, se realizó un búsqueda bibliográfica de estudios o inventarios realizados para el estado de Sinaloa, a continuación de enlistan las especies reportadas por grupo zoológico, para sitios cercanos al proyecto, las cuales pueden considerarse como punto de partida para el Sistema Ambiental.

#### Fauna potencial reportada para el Sistema Ambiental

##### Aves

El límite oeste del Sistema Ambiental lo conforma el AICA Ensenada de Pabellones, a partir de la información recabada para su decreto, se reportan más de 300 especies de aves, de las cuales 235 se encuentran en la lista de aves neotropicales, 112 anidan en la zona. Esta área de conservación se caracteriza por ser una laguna costera de gran extensión con una amplia diversidad específica, comunicada con el mar por una estrecha apertura, con vegetación de manglar y tular (<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas>), en este sentido el Sistema Ambiental

comparte condiciones ambientales con dicha área.

Las poblaciones de anátidos (patos) en la zona han sido contabilizadas en los cientos de miles, incluyendo 23 especies de patos, entre los que destacan la especie endémica *Anas platyrhynchos* (Pato mexicano, o pato de collar) incluida en la categoría de Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010), y 9 especies de aves playeras, dos de las cuales se encuentran Amenazadas (*Charadrius alexandrinus* y *Calidris canutus*).

Asimismo es importante considerar especies que anidan en la zona como el pelícano café y diferentes especies de garzas, el águila pescadora y las fregatas.

#### Listado de anátidos y aves playeras del AICA Ensenada de Pabellones

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	
Anatidae	<i>A. americana</i>	Pato chalcuán	
Anatidae	<i>A. crecca</i>	Cerceta ala verde	
Anatidae	<i>A. platyrhynchos</i>	Pato mexicano, o pato de collar	Amenazada. Endémica
Anatidae	<i>A. discors</i>	Cerceta ala azul	
Anatidae	<i>A. strepera</i>	Pato friso	
Anatidae	<i>A. clypeata</i>	Pato cucharón norteño	
Anatidae	<i>A. clypeata</i>	Cerceta canela	
Anatidae	<i>Aythya afinis</i>		
Anatidae	<i>A. valisineria</i>	Pato coacoxtle	
Anatidae	<i>A. americana</i>	Pato cabeza roja	
Anatidae	<i>A. collaris</i>	Pato pico anillado	
Anatidae	<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	
Anatidae	<i>Chen caerulescens</i>	Ganso blanco	
<b>Aves playeras</b>			
Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo	
Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i>	chorlo nevado, chorlito patinegro, chorlito nivéo, chorlito frentiblanca	Amenazada no endémica.
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	
Scolopacidae	<i>Calidris canutus</i>	Playero canuto, o Gavilán bicolor	Amenazada no endémica
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	
Scolopacidae	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo	
Scolopacidae	<i>Aphriza virgata</i>	Playero roquero	
	sinonimia:		
	<i>Calidris virgata</i>		
<u>Scolopacidae</u>	<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	

**Scolopacidae**      *Limnodromus*      Costurero pico corto  
*griseus*

## Anfibios y reptiles

Para este grupo zoológico, de acuerdo al estudio publicado denominado The amphibians and reptiles of Sinaloa , encontramos que se reportan 61 especies y subespecies de anfibios y reptiles para a zona del bosque tropical espinoso del estado, entre estas especies destacan *Thamnophis cyrtopsis collaris* (Culebra lineada de bosque), *Crotalus basiliscus* (Cascabel del pacífico), ambas se encuentran dentro de la NOM-059 SEMARNAT 2010, como amenazada y sujeta a protección especial, respectivamente, la especie *Chelonia mydas* (tortuga verde) presenta una distribución potencial en las cercanías del área de estudio (CONABIO). A continuación se enlistan las especies más abundantes, según el estudio de R. W. McDiarmid, con base en las asociaciones vegetales similares que se presentan dentro del Sistema Ambiental y el rango de altitud de 0 a 400 msnm.

Listado de Anfibios y Reptiles para el Sistema Ambiental			
Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059- SEMARNAT-2010
Scaphiopodidae	<i>Scaphiopus couchii</i>	Sapo cavador	
Bufonidae	<i>Bufo kellogi</i>	Sapito mexicano	
	<i>Anaxyrus kelloggi</i>		
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus occidentalis</i>	Ranita hojarasca	
Bufonidae	<i>Bufo marinus</i>	Sapo gigante	
Bufonidae	<i>Bufo mazatlanensis</i>	Sapito pinto de Mazatlán	
Ranidae	<i>Lithobates pipiens</i>	Rana leopardo	
	<i>Rana pipiens</i>		
Ranidae	<i>Rana pipiens</i>		
Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda menor	
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del	
	<i>boulengeri</i>	noroeste	
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus lateralis</i>	Lagartija de árbol norteaña	
	<i>Cnemidophorus costatus</i>		
	<i>griseocephalus</i>		
Colubridae	<i>Leptodeira punctata</i>	Escombrera del occidente	
Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriónera roja	
	<i>piceus</i>		
	<i>Masticophis striolatus</i>		
	<i>Netrix v. valida</i>		
Colubridae	<i>Thamnophis cyrtopsis collaris</i>	Culebra lineada de bosque o culebra listonada cuello negro	Amenazada. No endémica
Viperidae	<i>Crotalus b. basiliscus</i>	Cascabel del pacífico, saye	Sujeta a Protección Especial. Endémica

## Mamíferos

De acuerdo al listado de registros de mamíferos silvestres y nativos del estado de Sinaloa, analizado por Hortelano-Moncada *et al* (2016), las especies asociadas al tipo de vegetación presentes en la zona de estudios se muestran en la siguiente tabla.

<b>Vegetación halófila y gipsófila</b>			
Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado según la NOM-059-SEMARNAT-2001
Molossidae	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Murciélago-cola suelta de bolsa	
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	
Heteromyidae	<i>Chaetodipus goldmani</i>	Ratón de abrazones de Goldman	
	<i>Chaetodipus pernix</i>	Ratón de abrazones sinaloense	
Geomyidae	<i>Thomomys bottae</i>	Tuza norteña	
Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera crespa	
<b>Selva baja perennifolia y subperennifolia espinoso</b>			
Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado según la NOM-059-SEMARNAT-2001
Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	
Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago gris de saco	
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	
Phyllostomidae	<i>Sturnira parvidens</i>	Murciélago de charreteras	
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	
Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago frugívoro	
Mormoopidae	<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo	
Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago-pescador mayor	
Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Miotis californiano	
Vespertilionida	<i>Myotis fortidens</i>	Miotis canelo	
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	
Procyonidae	<i>Nasua narica nelsoni</i>	Coatí tejón de Cozumel	Amenazada Endemica

Sciuridae	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	
Heteromyidae	<i>Liomys pictus</i>	Ratón espinoso pintado	
	<i>Chaetodipus goldmani</i>		
	<i>Chaetodipus pernix</i>		
Cricetidae	<i>Baiomys taylori</i>	Ratón-pigmeo norteño	
Cricetidae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata cambalachera mexicana	
Cricetidae	<i>Neotoma phenax</i>	Rata cambalachera sonorense	Sujeta a protección Especial. Endémica
Cricetidae	<i>Onychomys torridus</i>	Ratón-saltamontes sureño	
Cricetidae	<i>Peromyscus eremicus cedrosensis</i>	Ratón de cactus	Amenazada. Endémica
Cricetidae	<i>Peromyscus merriami</i>	Ratón de Merriam	
Cricetidae	<i>Peromyscus simulus</i>	Ratón Nayarita	
Cricetidae	<i>Peromyscus spicilegus</i>	Ratón de la Sierra Madre Occidental	
Cricetidae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón-cosechero leonado	
Cricetidae	<i>Oryzomys couesi (hay 4 subespecies)</i>	Rata arrozera de Coues	Amenazadas. Endémica
Cricetidae	<i>Sigmodon arizonae</i>	Rata algodónera de Arizona	
	<i>Sigmodon hispidus</i>		

Después de la revisión de bibliografía se encuentra que las especies expuestas en la siguiente tabla están dentro de la NOM059-SEMARNAT-2010.

Amenazada		Sujeta a protección especial	
<i>Choeronycteris mexicana</i>	(Murciélago trompudo). Distribución potencial	<i>Eschrichtius robustus</i>	(Ballena gris). Distribución conocida
<i>Leptonycteris curasoae</i>	(Murciélago hocicudo de curazao). Distribución conocida	<i>Neotoma phenax</i>	(Rata cambalachera sonorense). Distribución conocida
<i>Notiosorex crawfordi</i>	(Musaraña desértica norteña). Distribución conocida 70 KM		

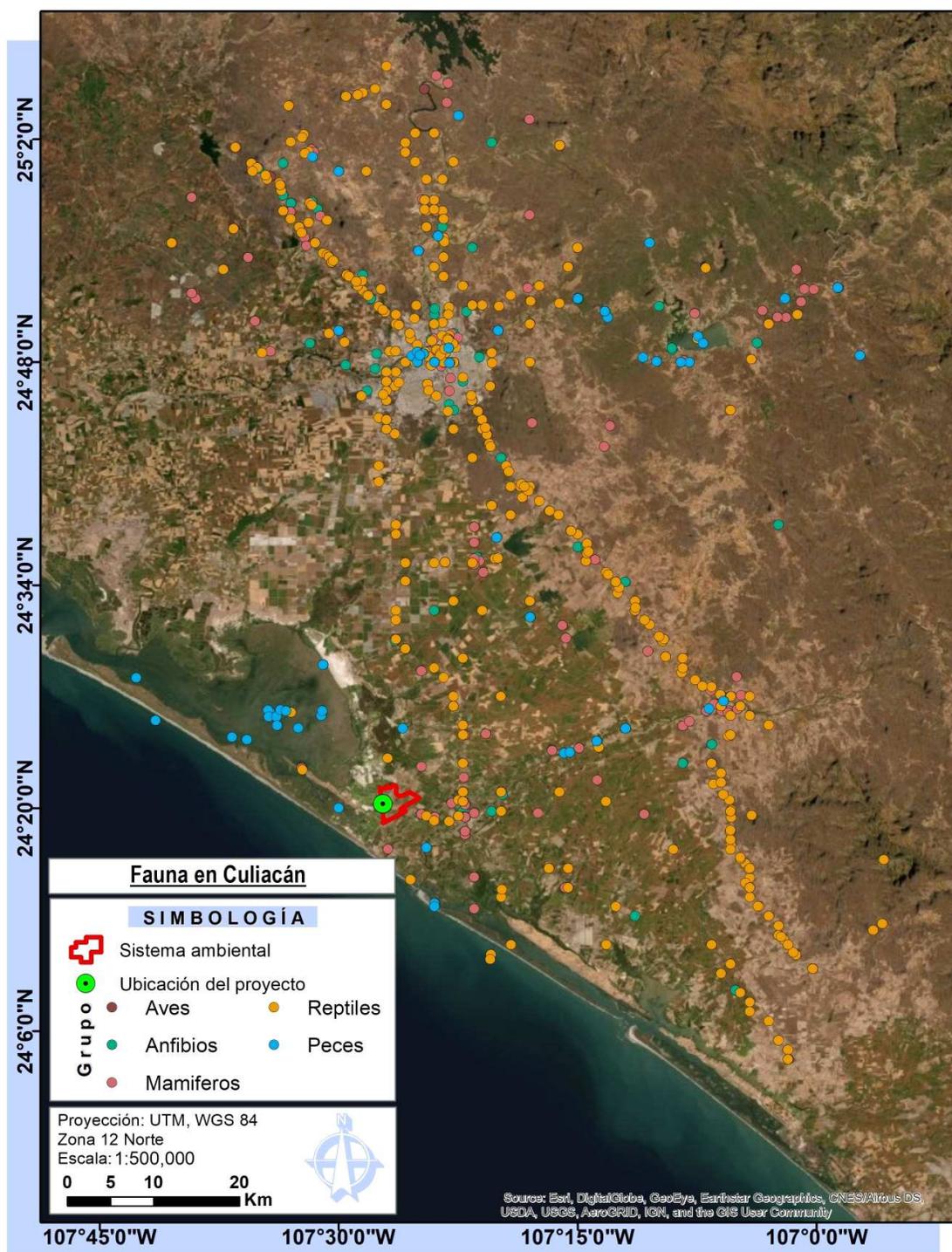
## Ictiofauna

Para la zona se tienen pocos registros de los componentes de la ictiofauna para la zona, sin embargo, se considera como ictiofauna característica de la cuenca del río Culiacán las siguientes especies

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado según la NOM-059-SEMARNAT-2001
<b>Gobiidae</b>	<i>Awaous transandeanus</i>	-	
<b>Clupeidae</b>	<i>Dorosoma smithi</i>	Sardina norteña	
<b>Hemiramphidae</b>	<i>Hyporhamphus rosae</i>	Pajarito californiano	
<b>Poeciliidae</b>	<i>Poeciliopsis latidens</i>	Guatopote del fuerte	Amenazada. Endémica
<b>Poeciliidae</b>	<i>Poeciliopsis prolífica</i>	Guatopote culiche	
<b>Poeciliidae</b>	<i>Poeciliopsis monacha</i> *	Guatopote del mayo	

\*se reporta como especie endémica

Así mismo con base en información descargada de la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, se realizó el mapa siguiente.



Croquis IV. 1. Registro de fauna en el municipio de Culiacán

IV.2.3 Paisaje

El concepto paisaje posee diversos significados, que cambian de acuerdo a las diferentes disciplinas, en la geografía, que fue donde prácticamente tuvo origen, ha tomado igualmente diversas interpretaciones, que varían de acuerdo a la corriente y la escuela donde se utiliza el término, sin embargo, se ha desarrollado el concepto de manera más amplia dentro de la geografía física compleja o geografía del paisaje (Mateo-Rodríguez, 2006, 2011; Mateo-Rodríguez y da Silva, 2002; Sochava, 1988).

En la geografía, el estudio del paisaje se ha orientado a dos grandes grupos, la concepción predominantemente biofísica y la socio-cultural, sin embargo, en ambas direcciones la visión del paisaje se enfoca en un análisis del todo (Mateo-Rodríguez, 2006, 2011; Mateo-Rodríguez y da Silva, 2007)

Bajo este contexto, el estudio del paisaje ha permitido la integración de estos componentes sociedad-naturaleza, considerando el paisaje como la conformación de elementos naturales y antropogénicos que se localizan en un espacio geográfico delimitado, en el cual estos elementos se encuentran en constante interacción lo que determina su estructura, funcionamiento y organización (Bollo-Manent, 2018; Mateo-Rodríguez y da Silva, 2007).

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él. No obstante, el tratamiento del paisaje encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, sin embargo, todos los modelos coinciden en tres apartados: la *visibilidad*, la *calidad paisajística*, y la *fragilidad* del paisaje.

Para la determinación del paisaje, primeramente, se realiza una segmentación del lugar en unidades que se diferencian, correspondientes a zonas del territorio con características homogéneas desde el punto de vista paisajístico. En este sentido, se tomó como referencia las unidades de paisaje físico-geográfico, las cuales son unidades homogéneas entre sí, se integran con los componentes naturales y antropogénicos de relieve, geología, edafología, clima, hidrología, cubierta vegetal y uso del suelo, estas unidades pertenecen a la ciencia de los paisajes, en la rama de la geografía física (Mateo, 2006).

Considerando la superficie que abarca el Sistema Ambiental, así como superficie aledaña, se puede observar la siguiente unidad de paisaje físico-geográfico:

Llanura costera en clima seco cálido, sin descomposición en grados de disección vertical; plana con pendientes  $<1^\circ$ ; formadas por depósitos aluviales y lacustres; sobre Cambisol y Solonchak; con agricultura de riego anual y semipermanente, y uso acuícola.

Esta unidad se aprecia en su totalidad desde el área donde se encuentra el proyecto. Se caracteriza por ser una zona plana, donde puede inundarse o en todo caso depositarse agua y estancarse de manera permanente o intermitente, además puede llegar a presentarse vegetación densa. Se presentan elementos de transición con cultivos y poblaciones rurales, así como actividades productivas. En otras palabras, se presenta un paisaje homogéneo, el cual no presenta accidentes o elevaciones sobresalientes, se idéntica como una superficie plana, tal y

como se define una llanura.

### IV.2.3.1. EVALUACIÓN DEL PAISAJE EN LA ZONA DEL PROYECTO

Los especialistas en la materia coinciden en establecer tres aspectos importantes para la evaluación del paisaje: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje (Pérez y Martí, 2001).

#### IV.2.3.1.1. Visibilidad

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación, pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno. A continuación se describe la visibilidad que tendría el observador, según la unidad en la cual se ubique.

##### *Unidad Llanura costera*

**Tabla VI.4. Evaluación de la visibilidad paisajística**

Aspecto a Evaluar	Característica	Factor Visual	Unidad Paisajística
Visibilidad	Densidad	Densidad de vegetación	En esta unidad la presencia de la vegetación se caracteriza principalmente por la vegetación halófila y de manglar, con presencia de elementos de actividades productivas.
	Áreas abiertas		Esta unidad es abierta y encontrándose vegetación de manglar con una altura que no sobrepasa los 5m, mezclada con actividades productivas.
	Orientación	Posición del observador	Al norte no se observan elevaciones topográficas Al sur no se observan elevaciones topográficas Al este no se observan elevaciones topográficas Al oeste no se observan elevaciones topográficas.
	Pendiente	Altitud de observación	Terreno plano

La visibilidad actual es abierta, durante el desarrollo de las actividades del proyecto los trabajadores tienen en todo momento una vista abierta incluso al moverse a través de los caminos que existen para arribar al sitio, Tabla IV. 4.

#### IV.2.3.1.2. Calidad paisajística

La calidad del paisaje está determinada por las características intrínsecas del sitio y la calidad visual del entorno inmediato, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural.

La escala de valores de la calidad del paisaje establecida para este caso es la siguiente (Pascual *et al*, 2003):

a) *Alta calidad* de paisaje cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales;

b) *Calidad moderada* de paisaje cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplana.

c) *Baja calidad* del paisaje cuando existe una gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

A continuación, se representa la calidad del paisaje y la descripción general de cada uno de sus criterios empleados para su evaluación.

*Unidad Llanura costera*

**Tabla IV. 5. Evaluación de la calidad paisajística.**

Aspecto a Evaluar	Característica	Factor Visual	Unidad Paisajística
Calidad paisajística	Características Intrínseca	Morfología, vegetación	Terreno plano con presencia de vegetación y actividades productivas
		Distancia de visión donde se aprecien detalles y coloraciones	Distancia y calidad de visión muy amplia al norte, sur, este y oeste.
	Calidad Visual	Fondo visual	Amplio y homogéneo

En la unidad Llanura Costera la calidad del paisaje es moderada, si partimos de que a pesar de la facilidad que tiene para ser visto desde diferentes ángulos, existen elementos de transición de actividades productivas, ver Tabla siguiente

IV2.3.1.1. Fragilidad

La fragilidad del paisaje consiste en la capacidad del mismo para absorber los cambios que se producen en el mismo. Los factores que integran la fragilidad paisajística son principalmente biofísicos (suelo, vegetación), morfológicos y la frecuentación humana (Pérez y Martí, *opcit*).

La evaluación de la fragilidad visual se determina de la siguiente manera:

a) un paisaje tiene *mayor fragilidad* visual cuando es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y por ende presenta un alto número de observadores potenciales, ya que existen grandes núcleos de población compacta, actividades productivas e infraestructura asociada y por el contrario,

b) un paisaje tiene *menor fragilidad* visual cuando carece o tiene limitadas vías de acceso, relieves pronunciados o abruptos, la superficie de la cuenca visual es pequeña y el número de observadores potenciales es limitado o nulo.

A continuación, se representa la fragilidad del paisaje y la descripción general de cada uno de sus criterios empleados para su evaluación.

*Unidad Llanura costera*

**Tabla IV. 1. Evaluación de la fragilidad paisajística.**

Aspecto a Evaluar	Característica	Factor Visual	Unidad Paisajística
Fragilidad del Paisaje	Biofísicos	Suelo	Vegetación y actividades productivas
	Frecuencia de percepción visual	Frecuencia humana	Baja presencia humana debido a la poca afluencia

En la unidad Llanura costera la fragilidad es relativamente alta ya que a pesar de tener pocos caminos de acceso estos son transitables fácilmente por vehículos automotores y por ser una zona con actividades productivas, ver Tabla IV. 6.

## IV.2.4 Medio socioeconómico

Al encontrarse el proyecto en una zona alejada de la urbanización se tomaron los aspectos socioeconómicos de la localidad más cercana al proyecto, en este caso El Dorado, así como la cabecera municipal de Culiacán, Culiacán Rosales.

Se procedió a obtener información de las poblaciones ya mencionadas para prever las probabilidades del impacto que el proyecto podría ocasionar en términos de la salud, educación, vivienda, entre otras, a la localidad de El Dorado.

### IV.2.4.1. DEMOGRAFÍA

#### IV.2.4.1.1. Grupos étnicos

La población indígena, en el que se contempla a las personas de 3 a 130 años de edad que hablan alguna lengua indígena, para el año 2020 en el estado de Sinaloa corresponde a 32,539 habitantes, para el municipio de Culiacán la población indígena es de 4,634, mientras que para la localidad El Dorado la población es de 11 y para la localidad de Culiacán de Rosales son 1,519 habitantes.

**Tabla IV.7. Población indígena.**

	Población indígena	Población total	Porcentaje
<b>El Dorado</b>	11	14,772	0.07%
<b>Culiacán de Rosales</b>	1,519	808,416	0.19%

Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda 2020.

#### IV.2.4.1.2. Evaluación demográfica

##### Tasa media anual de crecimiento

La tasa anual de crecimiento poblacional se muestra en la tabla siguiente (Tabla IV.8). Por su parte, la localidad El Dorado presentó una tasa de crecimiento media anual de 1.32 del año 1990 al año 2000, un decrecimiento medio anual de 0.38 para el periodo 2000 – 2010, y un crecimiento 1.19 del año 2010 al año 2020. Por el contrario, la cabecera municipal presentó un crecimiento continuo de 1990 a 2020, presentando una tasa de crecimiento mayor a 2.5 en este tiempo. En la Tabla IV.9 se puede observar la población total de estas dos localidades.

**Tabla IV.8. Tasa de Crecimiento poblacional.**

Periodo	Tasa (%)	
	El Dorado	Culiacán Rosales
<b>1990-2000</b>	1.32	3.03
<b>2000-2010</b>	-0.28	2.50
<b>2010-2020</b>	1.19	2.71

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 1990, 2000, 2010 y 2020.

**Tabla IV.9. Población total**

Periodo	Total población	
	El Dorado	Culiacán Rosales
<b>1990</b>	11,991	415,046
<b>2000</b>	13,575	540,823
<b>2010</b>	13,197	675,773
<b>2020</b>	14,772	808,416

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 1990, 2000, 2010 y 2020.

### Población por grupos de edad

La población por grupos de edad para las dos localidades se puede observar en la Tabla IV.10. Como se puede ver, ambas localidades se caracterizan por tener más del 60% de la población en el rango de edad de 15 a 64 años.

**Tabla IV.10. Población por grupos de edad**

Rango de edades	El Dorado	Porcentaje	Culiacán Rosales	Porcentaje
<b>0 - 14</b>	3,645	24.81%	19,4778	24.13%
<b>15 - 64</b>	9,602	65.36%	55,4365	68.69%
<b>65 y más</b>	1,443	9.82%	57,942	7.18%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

### Población por sexo

En ambas localidades se puede observar mayor población femenina, presentando el 50.88% en El Dorado y 51.49% en Culiacán de Rosales (Tabla IV.11). Así mismo, se puede ver en la Tabla IV.12 que por cada 100 hombres hay 103.58 mujeres en El Dorado, mientras que por cada 100 hombres en Culiacán de Rosales hay 106.14 mujeres.

**Tabla IV.11. Población por sexo**

Sexo	El Dorado	Culiacán Rosales
<b>Mujeres</b>	50.88%	51.49%
<b>Hombres</b>	49.12%	48.51%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

**Tabla IV.12. Relación por sexo**

Relación	El Dorado	Culiacán Rosales
<b>Por cada 100 hombres</b>	103.58 mujeres	106.14 mujeres

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

#### IV.2.4.1.3. Características socio-económicas

### Características económicas de la población

Por lo que se refiere a las características económicas de la población de las localidades, en ambos casos, alrededor de la mitad de la población total es económicamente activa, de esta población económicamente activa aproximadamente el 99% se encuentra ocupada (Tabla IV.13).

**Tabla IV.13. Características económicas de la población**

Población	El Dorado	Culiacán Rosales
<b>Económicamente activa</b>	7,095	414,951

<b>No económicamente activa</b>	4,651	235,703
<b>Ocupada</b>	7,035	409,027
<b>Desocupada</b>	60	5,924

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

### Actividades económicas

De acuerdo al censo económico de INEGI del año 2019, las principales actividades económicas del municipio de Culiacán se encuentran en el sector terciario, en donde sobresalen: el comercio al por menor, otros servicios excepto actividades gubernamentales y servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos (Tabla IV.14)

**Tabla IV.14. Características económicas de la población del municipio de Culiacán.**

Actividad económica	Porcentaje en el municipio
Comercio al por menor	36.27%
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	18.81%
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	12.54%
Industrias manufactureras	9.54%
Servicios de salud y de asistencia social	6.43%
Comercio al por mayor	4.37%
Servicios profesionales, científicos y técnicos	2.64%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1.88%
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	1.43%
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	1.24%
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1.12%
Servicios educativos	1.09%
Servicios financieros y de seguros	1.05%
Construcción	0.86%
Transportes, correos y almacenamiento	0.45%
Información en medios masivos	0.21%
Minería	0.05%
Corporativos	0.02%
Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	0.003%

Fuente: INEGI. Censo económico, 2019.

En el municipio la actividad económica que predomina en la población es el sector terciario, seguido por el sector secundario y por último el sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, caza, entre otras). Entre las actividades que se observan están:

Agricultura: a localidad El Dorado destina gran parte de su superficie terrestre a la producción de maíz y caña de azúcar, seguido por la producción de frijol. También se

producen alimentos como el tomate, el sorgo y hortalizas, pero estos no son muy representativos en la actividad agrícola.

Ganadería: El Dorado posee prácticas de gran importancia de cría y explotación de animales en sectores bovinos y porcinos. También se desarrolla prácticas de cría de aves y de ganado caprino y ovino, pero estos no son tan representativos.

Industria: la actividad industrial principal y representativa de la región es la producción de azúcar, pero también se han desarrollado a menor escala la industria de la construcción y la producción de licor de caña.

Pesca: actualmente las cooperativas pesqueras del municipio se dedican a la captura de camarón, tiburón, jaiba y algunas especies de escama.

Turismo: el municipio cuenta con una gran extensión de playas de carácter turístico que se concentran en las playas de la península de Lucenilla, Ponce, La Boca, La Puntilla y la Isla de Quevedo, así como los campos pesqueros de Las Arenitas, El Conchal y el Río San Lorenzo. Además, El Dorado cuenta con actividades de cacería deportiva de pato canadiense, fiestas de Semana Santa y el mes de marzo son los festejos de la fundación de la villa que llegan a ser atractivos turísticos del lugar.

Comercio: en el estado de Sinaloa el comercio es el sector más importante ya que aporta el 23,1% del PIB en el 2014 (INEGI, 2016)

Servicios: el estado presta servicios turísticos, técnicos, personales y de mantenimiento

## IV.2.4.2. CARACTERÍSTICAS SOCIOCULTURALES

### IV.2.4.2.1. Educación

#### Analfabetismo

En esta categoría se encuentran las personas de 15 años y más que no saben leer y escribir. De acuerdo con el censo de población y vivienda de 2020, alrededor del 3% de la población de 15 años y más de la localidad El Dorado presenta analfabetismo. Por su parte, la localidad de Culiacán Rosales presenta un porcentaje de analfabetismo de 1.57%.

Tabla IV.15. Analfabetismo

Población	El Dorado	Culiacán Rosales
Personas de 15 años y más que no saben leer y escribir	386	9,595
Porcentaje de analfabetismo en la localidad	3.49%	1.57%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

### Grado promedio de escolaridad

El grado promedio de escolaridad es el resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 años y más, entre las personas de este mismo grupo de edad. En la Tabla IV. 13 se puede observar que el grado promedio cursado más bajo se encuentra en la localidad El Dorado (9.95), el cual es muy similar al grado promedio del estado de Sinaloa (10.22). Por otra parte, se puede observar que el grado promedio más alto es en la localidad de Culiacán Rosales (11.75), cabecera municipal de Culiacán.

En general se presenta una población promedio que termino la secundaria y tiene estudios medios superiores truncos.

**Tabla IV.16. Grado de escolaridad**

Sitio	Grado promedio
El Dorado	9.95
Culiacán Rosales	11.75
Culiacán (municipio)	11.06
Sinaloa (estado)	10.22

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

#### IV.2.4.2.2. Religión

Con base en el censo de población y vivienda de INEGI del 2020, se puede observar en la Tabla IV.17 que más del 79% de la población de las localidades de El Dorado y Culiacán Rosales tiene una religión católica. Le sigue en proporción las personas que indicaron no tener algún tipo de religión y las personas protestante/Cristiano evangélico, en donde se incluye: protestante, pentecostal, iglesia del Dios vivo, columna y apoyo de la verdad, la luz del mundo, cristiana, evangélica, iglesia de Jesucristo de los santos de los últimos días (mormón) entre otras.

**Tabla IV.17. Religión**

Rango de edades	El Dorado	Porcentaje	Culiacán Rosales	Porcentaje
Católica	13287	90.49%	640149	79.41%
Protestante/Cristiano evangélico	637	4.34%	67285	8.35%
Otra religión	1	0.01%	576	0.07%
Sin religión	758	5.16%	98172	12.18%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

#### IV.2.4.2.3. Historia

La localidad más cercana a al SA, con la que se cuenta con un tipo de información, es El Dorado. Fue fundado el 28 de marzo de 1900 por José Joaquín Ygno. Redo y de Balmaceda. Existe una leyenda conocida como La leyenda de El Dorado, nace como un lugar mítico que se suponía que tenía grandes reservas de oro y que fue buscado por los conquistadores españoles e ingleses con gran empeño, atraídos por la idea del lugar, muriendo muchos en el intento por descubrir la ciudad (Lozano, 2015).

#### IV.2.4.2.4. Actividades y atractivos culturales y turísticos

En la localidad El Dorado se cuenta con atractivos costeros como:

- Playa Pone, la cual cuenta con un oleaje ideal para practicar surf y pesca; el canal de llamada que abastece de agua de mar a las granjas de camarón, mismo que se utiliza para sitio recreativo meterse al agua; así mismo, a la orilla de mar se encuentran restaurantes de mariscos.
- Boca de Río San Lorenzo, el cual es un lugar en el que los habitantes y turistas disfrutan de la arena y el sol, además que desde ese punto se puede ver cómo se une el río al mar.
- Las Arenitas y El Robalar, los cuales son pueblos en los que se puede degustar de platillos basados en productos de sus aguas.

Por lo que se refiere a los atractivos culturales, en la localidad de El Dorado se tiene:

- La Iglesia del Sagrado Corazón de Jesús, data del año de 1910.
- La creencia al ánima del Callejón a la cual los habitantes le tienen mucha fe, pues mencionan que concede favores. Según los habitantes es el alma de un muchacho, que en forma imprudencial fue asesinado en 1917 por la calle México de la localidad, donde ahora existe un monumento en su honor.
- Paseo en Arañas, una tradición arraigada que obliga a los visitantes a trasladarse en carretas jaladas por un caballo o mula para conocer los alrededores.

#### IV.2.5. Diagnóstico ambiental

##### IV.2.5.1. Integración del inventario ambiental

El diagnóstico ambiental para este Sistema Ambiental se puede abordar de diferentes aristas, dos de las cuales son el cambio de uso de suelo y la fragilidad de los ecosistemas que dentro del mismo se desarrollan. Los cambios y modificaciones más importantes para el funcionamiento de los elementos bióticos y abióticos se llevan en los cambios de uso de suelo y vegetación que tiene el Sistema Ambiental, debido a las actividades productivas sin planeación sobre el territorio,

principalmente actividades acuícolas, las cuales traen consigo el movimiento de los flujos hídricos, arrastre de sedimentos, contaminación, reducción de espacios para flora y fauna y el decremento en los servicios ambientales.

Considerando los diferentes elementos bióticos y abióticos presentados en la caracterización del Sistema Ambiental, tenemos el siguiente diagnóstico:

El clima del Sistema Ambiental no presenta cambios importantes, ya que las dimensiones de este no son factor principal para el cambio de clima en la región, sin embargo, los cambios en el uso de suelo del SA si pueden derivan en pequeñas modificaciones de humedad, que ocasione que las especies de fauna, principalmente, se desplacen hacia otros sitios.

La topografía del Sistema Ambiental al ser homogénea se encuentra integrada de manera uniforme sin alteraciones importantes, que hagan que se modifiquen los patrones de escorrentía o el aumento en la erosión del suelo. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el SA presenta erosión hídrica de tipo laminar, aunque esta es de grado leve, se debe considerar en la erosión del suelo el uso de agroquímicos y otras sustancias tóxicas dentro de las actividades productivas de la zona.

La hidrología del Sistema Ambiental presenta cambios dentro del comportamiento de flora y fauna asociado a los ecosistemas de manglar, ya que los cuerpos de agua litorales que alimentan los esteros han sido modificados. En este sentido, los cambios en el uso de suelo, la construcción y posterior abandono de granjas camaroneras, la extracción de agua de pozo hace que se vean modificados los parámetros de balance hídrico que mantiene en equilibrio el SA.

La hidrología subterránea se mantiene en un cambio y riesgo constante, ya que el abandono de las granjas camaroneras, así como tierras de cultivo que dejan de usarse, provocan la salinización del acuífero, por lo tanto, la tierra queda con suelos que pueden mantener ciertos niveles de salinidad, acidez, sustancias químicas tóxicas que pueden inhabilitar la tierra para otros usos.

Finalmente, otro de los elementos importantes en el Sistema Ambiental, para este diagnóstico ambiental, es el análisis de uso de suelo y vegetación, con lo cual se puede evaluar los cambios que se han dado en el equilibrio de la zona, así como ver los espacios con mayor vulnerabilidad al cambio de vegetación.

Partiendo de lo anterior, se revisaron las Series I, III, V y IV de uso de suelo y vegetación de INEGI, escala 1:250,000 para el Sistema Ambiental, las cuales corresponden a los años 1980, 2005, 2010 y 2017, respectivamente.

En la tabla siguiente se muestran los tipos de uso de suelo y vegetación que se encuentran en el Sistema Ambiental, de 1980 a 2017, en donde se pueden apreciar los cambios que se dieron en cada uno de las superficies de comunidades de vegetación.

Se puede observar que el cambio más significativo fue en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa, la cual solo se encontraba en más de la mitad del SA en 1980 y 2005, pero

para 2010 esta cobertura desapareció. Así mismo, paso con la vegetación halófila, la cual dejo de estar presente en el SA igual a partir de 2010. Con las pérdidas de cobertura vegetal, en el año de 2010 hubo un incremento en el uso agrícola y acuícola, usos que abarcan todo el Sistema Ambiental. Para los años de 2010 al 2017, no hubo cambios identificados.

**Tabla IV.18. Comportamiento del Uso de Suelo y Vegetación para el Sistema Ambiental.**

Tipo vegetación y uso de suelo	1980	2005	2010	2017
Acuícola	-----	92.73	193.17	193.17
Agricultura	118.5	16	705.11	705.11
Vegetación halófila	35.74	110.15	-----	-----
Vegetación Secundaria	651.38	687.86	-----	-----
Arbustiva de Selva Baja				
Espinosa				
Desprovisto de vegetación	91.13	-----	-----	-----
Total	898.28	898.28	898.28	898.28

Fuente: elaboración propia con base en las cartas de uso de suelo y vegetación, serie I, III, V y VI, de INEGI.

Con base en esta información, se aplicaron algunos indicadores para comprender mejor los cambios que presentaron los usos de suelo y la vegetación en este periodo. Los indicadores que se aplicaron son: Índice de antropización, el cual indica el grado de antropización de un espacio, en donde se considera antropización como la apropiación de un espacio por la actividad humana, en relación con su superficie total del área a estudiar. Se obtiene al dividir la superficie antropizada (uso del suelo) entre la superficie total. Los valores que se obtienen van de 0 a 1, donde cero es nula antropización y 1 antropización absoluta (Palacio-Prieto et al., 2004).

El segundo indicador es el de Riqueza natural, como su nombre lo dice, hace referencia a la cobertura natural que presenta un espacio, en relación a la superficie total. Se considera cobertura natural a la cubierta vegetal tanto primaria como secundaria. Se obtiene al dividir la superficie de vegetación natural entre la superficie total. Los valores que se obtienen van de 0 a 1, donde cero es nula riqueza natural y 1 riqueza natural absoluta (Palacio-Prieto et al., 2004).

Después de aplicar estos indicadores, se puede observar que de 1980 a 2017 hubo presencia de antropización en el SA, sin embargo, hubo un punto de cambio muy fuerte de 2005 a 2010, de tener una presencia antrópica el SA de 0.12 pasó a ser 1 en 2010, es decir, a partir del 2010 todo el SA ya se encontraba antropizado.

De manera contraria, el grado más alto de riqueza natural fue durante los años de 1980 a 2005, así mismo, este periodo fue el único que presento riqueza natural.

**Tabla IV.19. Comportamiento del Uso de Suelo y Vegetación para el Sistema Ambiental.**

Indicador / Índice	1980	2005	2010	2017
Índice de antropización	0.13	0.12	1	1
Riqueza natural	0.76	0.89	0	0

Fuente: elaboración propia con base en Palacio-Prieto et al., 2004; y las cartas de uso de suelo y

vegetación, serie I, III, V y VI, de INEGI.

Es importante resaltar que estos indicadores se aplicaron con base en insumos a escala 1:250 000, por lo que los resultados representan información a esta escala, lo cual puede variar si aplican a escala más detallada.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN, Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

En el presente capítulo se exponen los impactos ambientales que son susceptibles de presentarse por las diversas actividades del proyecto “Laboratorio de producción de larva y postlarva de camarón blanco”, en lo que corresponde a las etapas de operación y mantenimiento.

Se siguen los lineamientos metodológicos de la guía de evaluaciones de impacto ambiental del sector pecuario modalidad particular, donde el enfoque de valoración se centra en la identificación de los indicadores de impacto como elementos clave para entender las dimensiones de afectación por la operación del proyecto.

### V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Para que una evaluación de los impactos ambientales sea adecuada, deben considerarse los impactos tanto negativos como positivos (FAO, 2012), su magnitud, importancia y significancia (Leopold et al., 1971). En este sentido, se han desarrollado diversos métodos que implican unidades de valoración, tanto cualitativas como cuantitativas.

Los métodos se pueden dividir por su estructura, en métodos ad hoc y métodos formales, los primeros son aquellos que se diseñan y se ajustan a los requerimientos del proyecto, es decir, se establece un esquema particular en cada proyecto. Por su parte, los métodos formales ya se encuentran estructurados, y son éstos, los que han sido ampliamente utilizados en la valoración de los impactos ambientales (Jain y Stacey, 1977 en Yáñez-Vargas, 2008), puesto que se han depurado y construido sobre bases sólidas respecto a la evaluación de los impactos ambientales.

#### V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO.

Cada factor ambiental es interpretado a través de indicadores ambientales, que son patrones generales que permiten determinar el estado del sistema ambiental y entender sus relaciones (Espinosa, 2002), en este caso con las actividades del proyecto. En este trabajo, se tomaron en cuenta los factores e indicadores ambientales que se encuentran en el área de estudio y que potencialmente describen los efectos tanto negativos como positivos de las actividades del proyecto; se consideraron los indicadores descritos en el Sistema Nacional de Indicadores Ambientales:

**Tabla V. 1 Indicadores utilizados para evaluar los impactos ambientales y los factores sobre los que inciden.**

<b>Medio</b>	<b>Factor</b>	<b>Indicadores seleccionados</b>
<b>Abiótico</b>	Aire	Ruido Partículas suspendidas Generación de gases

<b>Abiótico</b>	Aire	Ruido
		Partículas suspendidas
		Generación de gases
	Suelo	Composición fisicoquímica
	Agua superficial	Calidad o disponibilidad
	Agua subterránea	Calidad o disponibilidad
<b>Biocenosis</b>	Paisaje	Naturalidad
	Vegetación	Cobertura
		Individuos
	Fauna	Hábitat
		Individuos
<b>Socioeconómico</b>	Actividades económicas locales	Generación y mantenimiento de empleos
	Desarrollo científico y tecnológico	Operación de un laboratorio de larva y postlarva de camarón

Cada uno de los indicadores de la tabla anterior, mantienen una relación directa con las actividades del proyecto durante cada una de sus etapas. Por esto, es importante además de la identificación de dichos indicadores, las actividades que se prevean para el proyecto, así como su relación con los factores ambientales y sus indicadores; esto será la base para determinar la importancia y la significancia de los impactos, incluso permitirá definir la estrategia para la mitigación de los mismos.

A continuación, se presenta la relación de los factores, los indicadores y las actividades del proyecto en cada una de sus etapas, así como el carácter del impacto (benéfico o adverso):

**Tabla V. 2 Matriz simple de causa-efecto de los impactos ambientales benéficos (B) y adversos (A) para las actividades de cada una de las etapas del proyecto.**

Medio	Factor	Indicadores seleccionados	Operación y mantenimiento							
			O	M	G	T	G	M	M	
			p	a	n	e	r	e	a	o
			e	t	e	n	a	n	n	n
			r	n	i	e	t	e	e	i
			a	m	i	r	a	r	j	t
			c	e	n	a	m	a	o	o
			i	t	o	c	i	c	i	r
			ó	g	e	i	e	i	n	e
			n	n	e	ó	n	ó	t	o
			d	r	a	n	t	n	e	d
			e	d	e	d	o	d	g	e
			l	l	o	s	e	d	e	r
			l	t	a	e	e	r	a	s
			a	n	q	f	e	e	l	u
			b	u	e	l	f	s	d	e
			o	s	y	u	l	i	e	l
			r	e	q	e	u	d	r	o
			a	u	i	n	e	u	e	y
			t	p	o	t	n	o	s	a
			o			e	t	s	i	g
			r			s	e	s	d	u
			i			s	ó	u	a	
			o							

<b>Abiótico</b>	Aire	Ruido	A	A					
		Partículas suspendidas	A	A					
		Generación de gases	A		A	B	A	B	
	Suelo	Composición fisicoquímica			A	B		B	B
		Agua superficial	Calidad o disponibilidad	A		A	B		B
<b>Biótico</b>	Agua subterránea	Disponibilidad						B	
	Paisaje	Naturalidad	A	A					
	Vegetación	Cobertura							
		Individuos							
	Fauna	Hábitat							
<b>Socioeconómico</b>	Actividades económicas locales	Individuos	A	A					
		Generación y mantenimiento de empleos	B						
	Desarrollo científico y tecnológico	Operación de un laboratorio de larva y postlarva de camarón							

#### V.1.2 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

Se describen a continuación los indicadores ambientales identificados para cada factor y a determinación de la magnitud de los impactos (intensidad):

##### Aire

###### Generación de ruido

El ruido es definido como cualquier sonido indeseable que se encuentra en función de cada receptor (NMX-AA-040-1976), sin embargo, existen ciertos niveles de ruido que no deben ser rebasados, ya que implicarían daños a la salud humana y a la estabilidad ambiental.

Dentro de los ruidos que pueden ser producidos se encuentran los producidos por la operación del equipo de bombeo. A pesar de que los efectos serán temporales, estos serán recurrentes durante el tiempo de operación, sin embargo, el ruido no sobrepasará los niveles establecidos de la norma correspondiente, ya que solo se prevé el ruido provocado de la operación de bombas. En este sentido, el impacto a la atmosfera se considera que será adverso no significativo.

###### Generación de polvos (partículas suspendidas)

Las partículas suspendidas o material particulado se definen como la mezcla compleja de sustancias en estado líquido o sólido que se encuentran suspendidas en la atmósfera (NOM-025-SSA1-2014). Estas sustancias se clasifican de acuerdo a su diámetro aerodinámico como menores o iguales a 10 micras (PM10), en menores o iguales a 2.5 (PM2.5) y menores o iguales a 0.1

micras (PM0.1). En el proyecto se prevé principalmente la emisión de partículas del suelo (PM10) liberadas al aire, por la emisión temporal de polvos por el tráfico de los vehículos por caminos de terracería. Sin embargo, e impacto de este suceso se considera que será adverso no significativo.

#### Generación de gases

La emisión de gases es uno de los impactos negativos que se presenta durante toda la etapa de operación en el uso de vehículos de transporte, operación de bombas y la generación de efluentes y otros residuos.

Dentro de los gases que pueden ser emitidos, existen gases primarios que en combinación con otros elementos pueden ser especialmente dañinos para la salud humana y para el ambiente (SEMARNAT, 2013):

**Monóxido de carbono (CO)**, es el contaminante más abundante; el 70% proviene de vehículos. Es producido por la combustión incompleta de compuestos de carbono y su inestabilidad permite que se oxide y derive en CO<sub>2</sub>. Su principal efecto negativo en la salud es la limitación del transporte de oxígeno a las células.

**Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)**, son formados por la combustión del azufre proveniente del carbón y del petróleo. Mezclados con la humedad en el ambiente se transforman en aerosoles, incrementando la corrosión y produciendo lluvia ácida. Tienen un efecto irritante en las vías respiratorias.

**Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**, se generan por la combustión de productos fósiles. El NO se oxida para formar NO<sub>2</sub>, un precursor del esmog fotoquímico. Tiene el potencial de irritar las vías respiratorias y en altas concentraciones, puede ocasionar neumonía.

**Hidrocarburos (HC)**, se asocian con la mala combustión de los derivados del petróleo. Los compuestos de mayor interés son: los compuestos orgánicos volátiles, dioxinas, furanos, bifenilos policlorados y los hidrocarburos policíclicos aromáticos.

Para determinar la magnitud del impacto se consideraron tres gases principales y se valoraron de acuerdo a su emisión diaria:

**Tabla VIII. 3. Puntuación de las emisiones de gases primarios de acuerdo a su producción diaria.**

Gas emitido	Valoración			
	1 Punto	2 Puntos	3 Puntos	4 Puntos
CO Kg/día	<10	10 ≥ CO < 30	30 ≥ CO < 60	≥ 60
HC Kg/día	<5	5 ≥ HC < 10	10 ≥ HC < 15	≥ 15
NO <sub>x</sub> Kg/día	<20	20 ≥ NO <sub>x</sub> < 50	50 ≥ NO <sub>x</sub> < 80	≥ 80

**Baja:** hasta 3 Puntos

**Media:** entre 4 y 7 puntos

**Alta:** entre 8 y 12 Puntos

Con la experiencia de trabajos previos se hizo una valoración de la emisión de gases por algunos vehículos que serán utilizados en las diferentes etapas del proyecto:

**Tabla V. 3 Emisiones diarias (24 horas) previstas para fuentes móviles.**

No. de vehículos	Tipo de vehículo	CO Kg/día	HC Kg/día	NO <sub>x</sub> Kg/día
2	Camioneta tipo pick up	0.0376	0.0055	0.0174

Considerando una actividad diaria de ocho horas durante un año, se obtuvo el siguiente cálculo de emisiones:

**Tabla V. 4 Cálculo de emisiones de los vehículos utilizados durante la operación y mantenimiento del proyecto.**

No. de vehículos	Tipo de vehículo	CO Kg/año	HC Kg/año	NO <sub>x</sub> Kg/año
2	Camioneta tipo pick up	4.575	0.669	2.117
	Total	9.149	1.327	4.235

En total suman 3 puntos de los tres gases contaminantes, por lo que la magnitud del impacto se considera baja.

## **Suelo**

### Composición fisicoquímica del suelo

El factor suelo es uno de los más importantes del ecosistema, porque dependen de él otros factores ambientales, ya sea porque los sostiene (e.g. la vegetación), o porque su estabilidad significa el equilibrio para otros factores (e.g. sedimentación en arroyos).

Para evaluar la calidad del suelo es necesario valorar diversos elementos: físicos, químicos y biológicos. Por un lado, los indicadores físicos se relacionan a la función del suelo en la producción de vegetación por medios físicos: básicamente la estructura necesaria para proveer de agua a las plantas (e.g. estructura, densidad aparente, capacidad de infiltración); los indicadores químicos, son aquellos que tienen que ver con las relaciones suelo-planta por medios químicos, como la cantidad de nutrientes disponibles, el pH, materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico; y los factores biológicos se encuentran conformados por los organismos, sus subproductos y su papel en el reciclaje de nutrientes (Bautista et al., 2004).

Durante la operación y las acciones de mantenimiento se pueden generar impactos sobre el suelo. Por ejemplo, por una administración deficiente en el manejo de los materiales y residuos peligrosos durante su manejo en el laboratorio, podría ocasionar derrames accidentales que podrían afectar las características fisicoquímicas-biológicas del suelo. Por otra parte, los residuos sólidos pueden impactar las características fisicoquímicas del suelo, por ejemplo, si se llegarán a

crear depósitos de residuos sólidos al aire libre, provocando la emisión de olores y la penetración de lixiviados contaminado el suelo, sin embargo, se tendrá un control y manejo de los residuos sólidos generados.

Las lagunas de oxidación podrían traer impactos negativos en la calidad del suelo si se hace un mal manejo, operación y mantenimiento de las mismas, o por las condiciones físico-geográficas de estas, por ejemplo, la posible infiltración y por ende modificación fisicoquímica por el agua o sustancias que se infiltran. Dentro del predio se cuenta con dos lagunas de oxidación en las cuales se tomarán las medidas necesarias para reducir o anular impactos negativos en el suelo y acuífero de la zona.

Dadas las acciones de prevención para evitar la afectación de las características fisicoquímicas del suelo, y por lo tanto, su calidad, por medio del manejo integral de residuos y manejo de afluentes, se considera un factor benéfico y compensatorio.

## **Agua**

### Detrimiento en la calidad y la disponibilidad de agua superficial

La calidad del agua puede verse afectada por la generación de residuos sólidos y la generación de efluentes debido a la operación del laboratorio, para estas actividades se advierte una intensidad baja en los impactos compensatorios por el manejo de residuos sólidos, el monitoreo del suelo y el agua; así como una intensidad media en el impacto negativo debido a la generación de efluentes, en esta caso, el tratamiento en las lagunas de oxidación es fundamental para disminuir el impacto, y además, se deberán atender las normas oficiales mexicanas en materia de descarga y reciclaje de agua.

También se contempla un impacto de intensidad baja en la disponibilidad del agua, ya que este recurso es necesario para la operación del laboratorio, en el llenado de estanques.

### Disminución de la disponibilidad de agua subterránea

Para este factor es necesario considerar la disponibilidad media anual del acuífero sobre el que se encuentra el proyecto y la superficie que se verá afectada por el mismo; de tal manera que la magnitud del impacto se determina de la siguiente manera:

**Baja:** La superficie de captación de agua sufrirá de cambio de uso de suelo en una proporción menor al 50% de la superficie del proyecto, además de que no se impedirá el encauzamiento de las corrientes superficiales hasta las zonas de captación de agua.

**Media:** La superficie de captación de agua sufrirá de cambio de uso de suelo en una proporción mayor al 50% de la superficie del proyecto, sin embargo, no se impedirá el encauzamiento de las corrientes superficiales hasta las zonas de captación de agua.

**Alta:** La superficie de captación de agua sufrirá de cambio de uso de suelo en una proporción mayor al 50% a la superficie del proyecto, además de que se impedirá el encauzamiento de las corrientes superficiales hasta las zonas de captación de agua.

En este caso, el proyecto corresponde el acuífero del Río San Lorenzo (2505), el cual tiene una

disponibilidad anual de 15.72 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2020). En el espacio de las instalaciones no se impide el encauzamiento de las corrientes superficiales a las zonas de captación, por lo que se considera una magnitud de impacto media.

Por otra parte, dentro del predio se cuenta con lagunas de oxidación las cuales podrían traer impactos negativos en la calidad y disponibilidad de acuíferos si se hace un mal manejo, operación y mantenimiento de las lagunas, o por las condiciones físico-geográficas de las mismas, por ejemplo, evaporación del efluente y desprendimiento de sustancias u olores al aire, así como contaminación de acuíferos por infiltración.

Por otra parte, estas instalaciones también traen consigo acciones positivas como: operación y mantenimiento simple, el bajo consumo de energía y costos de operación, la remoción eficiente de bacterias patógenas, protozoarios, amortiguamiento de cargas orgánicas y de posibles compuestos tóxicos, o incluso el poder establecer un sistema de cultivo de algas proteicas para la producción de animales. Dentro del predio se cuenta con dos lagunas de oxidación, en las cuales se tomarán las medidas necesarias para reducir o anular impactos negativos en el acuífero de la zona, por lo que se considera una magnitud de impacto media.

## Paisaje

### Modificación de la naturalidad del paisaje

El paisaje se encuentra moldeado por elementos abióticos y bióticos que determinan su estructura y le dan características específicas que se moldean a través del tiempo. Sin embargo, bajo la influencia de las actividades antrópicas, ya sea por las actividades productivas o la extensión de las áreas urbanas, la dinámica del paisaje se ha ido transformando y su naturalidad se ha estado perdiendo.

El índice de naturalidad es un instrumento que permite la valoración en gradientes de los cambios en el paisaje, bajo el entendimiento de que algo natural es lo opuesto a la transformación artificial, o en términos más específicos, no tiene influencia antrópica (infraestructura, inserción de elementos ajenos al sistema, manipulación de elementos naturales, ente otros; Machado, 2004).

**Tabla V. 5 Valorización de la naturalidad del paisaje (Machado, 2004).**

Nivel de naturalidad		Descripción
10	<b>Sistema natural virgen</b>	Sólo procesos y elementos naturales. Presencia inapreciable o anecdótica de elementos antrópicos. Sin o con contaminación físico-química del exterior, totalmente irrelevante.
9	<b>Sistema natural</b>	Presencia de pocos elementos biológicos exóticos (sin efectos cualitativos); infraestructura artificial mínima o removible. Contaminación físico-química ausente o no significativa.
8	<b>Sistema sub-natural</b>	Eventual presencia extendida de especies exóticas silvestres no dominantes (bajo impacto); elementos artificiales localizados, no extensivos. Contaminación ocasional procesada por el sistema (no supera su resiliencia). Fragmentación irrelevante. Eventual extracción menor de recursos renovables; dinámica natural apenas alterada.

7	<b>Sistema cuasi-natural</b>	Actividades antrópicas extensivas de bajo impacto físico; eventuales asentamientos dispersos, inconexos; especies exóticas asentadas, no dominantes: estructuras naturales modificadas pero no desvirtuadas (recolocación de elementos físicos o bióticos). Eventual extracción de elementos moderada. Poca alteración de la dinámica hídrica.
6	<b>Sistema semi-natural</b>	Infraestructura antrópica escasa o concentrada; eventual dominancia de especies exóticas. Elementos naturales sensiblemente mermados. Aporte ocasional de energía y extracción de elementos renovables o materiales no determinantes. Dinámica aún gobernada por procesos naturales. Incluye sistemas culturales abandonados en recuperación natural.
5	<b>Sistema cultural auto-sostenible</b>	Procesos condicionados por actividades extensivas del hombre; producción biológica no muy forzada. Especies naturales alteradas, ocasionalmente manejadas. Ninguna o poca presencia de construcciones o elementos artificiales. Ninguna o poca gestión del agua (pasiva).
4	<b>Sistema cultural asistido</b>	Infraestructuras y/o acondicionamiento del medio físico importantes; producción biológica forzada; aporte intenso de materia (generalmente contaminación asociada). Elementos naturales entremezclados, en mosaico o en corredores. Gestión activa del agua.
3	<b>Sistema muy intervenido</b>	Aún con áreas con producción biológica (naturales o cultivos) o mezcladas con infraestructuras y construcciones. Biodiversidad natural muy reducida; sus elementos bastante aislados (alta fragmentación). Dinámica hídrica manipulada. Geomorfología usualmente alterada; eventual eliminación de suelo edáfico.
2	<b>Sistema semi-transformado</b>	Producción biológica no dominante, desarticulada. Predominio de elementos construidos con eventual desarrollo en vertical. Intenso aporte externo de energía y materia (alimentos, agua). Intenso control antrópico del agua.
1	<b>Sistema transformado</b>	Gobiernan los procesos antrópicos. Clara dominancia de elementos artificiales; frecuente desarrollo en vertical, intensivo; presencia testimonial de elementos naturales. Dependencia total de aportes externos de materia y energía. Control absoluto del agua.

La magnitud del impacto se establece de la siguiente manera:

**Baja:** la diferencia de nivel de naturalidad está entre 0 y 3.

**Media:** la diferencia de nivel de naturalidad se encuentra entre 4 y 7.

**Alta:** la diferencia de nivel de naturalidad es mayor a 7.

El área del proyecto se localiza cerca de una carretera y de un canal de llamada, así mismo, las instalaciones ya se encuentran construidas, por lo que se considera un estado inicial del paisaje en el gradiente 3: sistema muy intervenido; sin embargo, con la continuación de operaciones del laboratorio no se pronostica el cambio a otro gradiente, por lo que se establece una intensidad del impacto baja.

### **Vegetación y fauna**

### Alteración de la cobertura y riqueza de la vegetación, y pérdida de la riqueza de fauna y su hábitat

Uno de los principales problemas medioambientales es la pérdida de biodiversidad, al desaparecer las especies, su papel en los ecosistemas se pierde, y a menos que alguna otra especie aproveche el nicho ecológico disponible, la ejecución de esa función particular puede desvanecerse y por lo tanto, una serie de consecuencias en cascada comienzan a aparecer. En este sentido, la valoración de los impactos negativos en los factores bióticos es fundamental, para establecer las medidas necesarias para prevenir, eliminar o disminuir tales efectos.

De acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la pérdida y el deterioro de hábitats es una de las principales causas de pérdida de la diversidad biológica, por lo tanto, la valoración de este elemento también reviste de gran importancia.

En el caso de este proyecto, por lo que se refiere a la pérdida o alteración de cobertura y riqueza vegetal, por una parte las instalaciones del predio ya se encuentran construidas, y otra, aunque las zonas aledañas cuentan con vegetación natural, son áreas que en algún momento fueron agrícolas, y que actualmente se mantienen sin algún uso, por lo que los impactos ambientales en perdida son adversos no significativos, y se considera un impacto bajo.

Por lo que concierne a las alteraciones a la fauna, uno de los impactos que se podrían tener son las afectaciones por los ruidos que el sistema de bombas pueda generar, sin embargo, en concordancia con otras granjas que se encuentran en operación en el estado, se sabe que el ruido productor por estos motores no influye en el comportamiento y desplazamiento de la avifauna, por lo que se puede inferir que no hay impacto sobre ella y que la operación no generan mayores impactos, por lo que se considera un impacto bajo.

### **Factor socioeconómico**

#### Generación de empleos

Uno de los criterios que son considerados al momento de realizar la valoración económica de las empresas y su clasificación, es la estratificación por el número de personal ocupado (INEGI, 2009), debido a que este valor ayuda a ponderar su productividad neta. Además, se considera que el empleo promueve el desarrollo de las capacidades personales y profesionales, y permite la obtención de capital para el bienestar, convirtiéndose en un indicador importante para la estabilidad social.

De acuerdo a los censos económicos del INEGI (2009) las empresas se clasifican en micro, pequeñas, medianas y grandes, y por lo tanto, para medir la magnitud del impacto por la generación de empleos se considera lo siguiente:

**Baja:** genera hasta 10 empleos (microempresa).

**Media:** genera entre 11 y 50 empleos (empresa pequeña); genera de 51 a 250 empleos (empresa mediana).

**Alta:** genera de 251 empleos en adelante (empresa grande).

Se prevé la generación y mantenimiento de por lo menos 16 empleos, entre empleos

permanentes, temporales y aquellos que formarán parte en la operación del laboratorio, por lo que la magnitud del impacto es media.

### V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

#### V.1.3.1 CRITERIOS

Los criterios que fueron utilizados para determinar la importancia de los impactos ambientales, son aquellos propuestos por (Gómez-Orea, 1988).

**Tabla V. 7 Criterios utilizados para determinar la importancia de los impactos de acuerdo a (Gómez-Orea, 1988).**

Definición del criterio	Valor	Clasificación	Descripción
		<b>Carácter del impacto (C)</b>	
Criterio cualitativo que tiene que ver con el efecto benéfico o adverso del impacto	(+)	Positivo	Impacto benéfico
	(-)	Negativo	Tiene repercusiones adversas
	(x)	Previsto/Compensatorio	Es de difícil valoración sin estudios especializados
		<b>Magnitud de los impactos, intensidad (I)</b>	
Es el grado de afectación del impacto	(1)	Baja	Valores que varían conforme al componente ambiental (descritos en el apartado anterior)
	(2)	Media	
	(3)	Alta	
Extensión del impacto (E) Es la influencia del proyecto en la dimensión espacial	(1)	Puntual	Efecto localizado
	(2)	Parcial	Efecto apreciable en el medio
	(3)	Extenso	Afecta una gran parte del medio
		<b>Momento del impacto (M)</b>	
Relaciona el momento en que aparece el efecto, respecto a la ejecución de alguna actividad	(1)	Largo plazo	Aparece después de los tres años
	(2)	Mediano plazo	Tarda de uno a tres años en aparecer
	(3)	Inmediato	Tiempo cero
		<b>Persistencia (P)</b>	
Es la influencia de las actividades en la dimensión temporal	(1)	Temporal	Tiene un efecto transitorio
	(3)	Permanente	Tiene un efecto fijo en el tiempo
		<b>Reversibilidad (R)</b>	
Es la posibilidad de que el medio pueda regresar al	(1)	Corto plazo	Se retorna a las condiciones iniciales en menos de un año

Es la posibilidad de que el medio pueda regresar al estado previo al impacto	(1)	Corto plazo	Se retorna a las condiciones iniciales en menos de un año
	(2)	Mediano plazo	Se retorna a las condiciones iniciales en un periodo de uno a tres años
	(3)	Largo plazo	Se retorna a las condiciones iniciales en un periodo mayor a tres años
	(4)	Irreversible	No es posible regresar al estado inicial
<b>Posibilidad de introducir medidas correctoras (criterio cualitativo)</b>			
Criterio cualitativo que refiere a la viabilidad de utilizar alguna medida correctiva, y la etapa del proyecto en que se puede introducir dicha medida.	(O)	Operación	Etapas en las que se pueden introducir medidas de mitigación
	(N)	No es posible	

### V.1.3.2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA

La evaluación de los impactos ambientales se realizó mediante la elaboración de matrices de causa-efecto de Leopold et al. 1971, pues es uno de los métodos más utilizados en el área ambiental (Yáñez-Vargas, 2008); permite relacionar las actividades del proyecto con los factores ambientales que son susceptibles a los impactos en una matriz ordenada (Huertas-Olivares y Norris, 2008), lo que facilita un panorama sistemático para la toma de decisiones sobre la mitigación de impactos. A través de estas matrices, se evaluaron dos índices: la importancia y la significancia de los impactos ambientales, éstos son descritos a continuación, junto con su valoración para el proyecto del Laboratorio de larva y postlarva de camarón.

#### Importancia de los impactos

Para la determinación de la importancia de los impactos, se adecuó el método matricial con la propuesta de Gómez-Orea (1988) descrita por León (2002), que considera varios criterios de evaluación tanto cuantitativos, como cualitativos. El Índice de importancia se obtiene con la siguiente fórmula (Gómez-Orea, 1988):

En donde, I es la intensidad del impacto, E la extensión, M el momento, P la persistencia y R la reversibilidad. El resultado de esta ecuación permite determinar la relevancia (importancia) de los impactos por medio de un valor cuantitativo, donde los valores menores a 15 se consideraron no importantes, mientras que los valores de 15 en adelante se establecieron como importantes.

En total se encontraron 24 impactos para el proyecto, de los cuales 10 son de carácter negativo principalmente en el factor abiótico, 12 son compensatorios y 2 son positivos; a pesar del número de impactos negativos contemplados, se prevé que no todos ellos sean importantes o significativos, sin embargo, será necesario implementar medidas de mitigación adecuadas para

disminuir su efecto o eliminarlo en caso de que sea posible.

La etapa de operación y mantenimiento presenta la mayor parte de impactos compensatorios y negativos en el factor abiótico. En el caso de los impactos compensatorios se encuentran principalmente en el factor agua y suelo; mientras que los impactos negativos se encuentran en el factor aire. Por otra parte, los impactos positivos se encuentran en el factor paisaje y actividades económicas locales (Gráfico V. 1; Tabla V. 8).

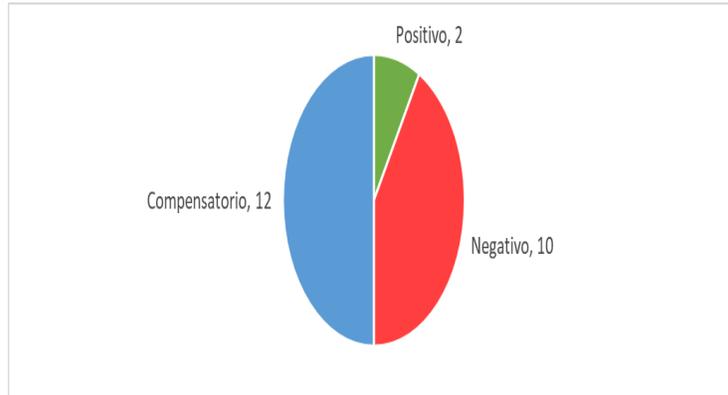


Gráfico V. 1 Carácter de los impactos evaluados para la etapa operación y mantenimiento.

Tabla V. 8 Valores de los criterios evaluados y carácter de los impactos durante la etapa de operación y mantenimiento.

Actividades	Abiótico																											
	Aire												Suelo															
	Ruido						Partículas suspendidas						Generación de gases						Composición fisicoquímica									
	C	I	E	M	P	R	Po	C	I	E	M	P	R	Po	C	I	E	M	P	R	Po	C	I	E	M	P	R	Po
Operación del laboratorio	-	1	1	3	3	1	O	-	1	2	3	1	1	O	-	1	1	3	1	2	O	X	2	1	2	3	3	O
Mantenimiento general de los tanques y equipo	-	1	1	3	1	1	O																					
Generación de efluentes															-	1	1	3	1	2	O	-	2	1	3	1	2	O
Tratamiento de efluentes															X	1	1	2	1	2	O	X	2	1	2	1	2	N
Generación de residuos sólidos															-	1	1	3	1	2	O							
Manejo integral de residuos sólidos															X	1	1	3	1	2	O	X	2	1	3	1	2	O





Actividades	Ruido		Partículas suspendidas		Generación de gases		Composición fisicoquímica		Calidad o disponibilidad		Calidad o disponibilidad		Naturaleza		Cobertura e individuos		Hábitat e individuos		Generación y mantenimiento de empleos	
	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp
Operación del laboratorio	-	12	-	12	-	11	X	16	-	11	X	20							+	17
Mantenimiento general de los tanques y equipo	-	10																		
Generación de efluentes					-	11	-	14	-	16	X	20	-	11						
Tratamiento de efluentes					X	10	X	13	X	15										
Generación de residuos sólidos					-	11														
Manejo integral de residuos sólidos					X	11	X	14	X	13	X	10	+	11						
Monitoreo del suelo y agua							X	15	X	15										

\*Imp: Valor de importancia

Significancia de los impactos

En el análisis de la significancia de los impactos se utilizó la propuesta de Sorensen (1971), adaptando los criterios para la tipificación de los impactos y considerando que un impacto significativo es aquel *que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculiza la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.*

El autor propone la valoración de los impactos en una escala de 0 a 1, donde los impactos insignificantes son los que se acercan a cero y los impactos significativos son aquellos cercanos a uno (Tabla V. ).

La fórmula presenta la relación entre el valor de importancia del impacto ( $I/A$ ) calculado para el proyecto en particular, con el valor potencial de la importancia de los impactos: el valor máximo ( $I/A_{MAX}$ ) y el valor mínimo de importancia del impacto ( $I/A_{MIN}$ ). La ecuación queda normalizada de la siguiente manera:

**Tabla V. 10 Rangos para cada tipo de impacto de acuerdo a su significancia.**

Rango	Tipo de impacto
$0.00 \leq S \leq 0.20$	Insignificante
$0.20 < S \leq 0.40$	Intrascendente
$0.40 < S \leq 0.60$	Perceptible
$0.60 < S \leq 0.80$	Notorio
$0.80 < S \leq 1.00$	Significativo

En la evaluación de este índice, gran parte de los impactos en la etapa de operación y mantenimiento resultaron ser insignificantes (42%), principalmente en el factor aire y paisaje, entre los que se encuentran impactos negativos y compensatorios; el 17% de los impactos resultaron ser intrascendentes, estos se observan en el factor aire; así mismo, el 21 % de los impactos se presentan como perceptibles, estos se encuentran en el factor suelo y agua superficial, los cuales se presentan como impactos compensatorios principalmente (Grafico V.3; Tabla V.11 y V.14).

Por lo que respecta a los impactos notorios, estos representan el 12%, entre los cuales se encuentra un impacto compensatorio, uno positivo (Actividades económicas locales) y un negativo, este último tiene un valor de significancia de 0.60, por lo que se encuentra en el límite de los rangos de perceptible y notorio (Grafico V.3; Tabla V.11 y V.14).

Finalmente, son dos los impactos que resultaron ser significativos, ambos son compensatorios y se presentan en el factor agua subterránea, por lo que es difícil su valoración sin estudios especializados.

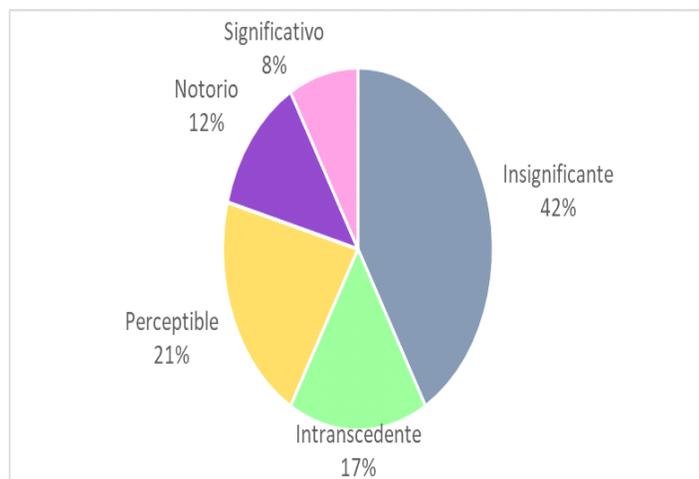


Gráfico V. 2 Significancia de los impactos en la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla V. 11 Tipificación de la significancia de los impactos y su color asignado.

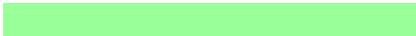
Color asignado	Tipo de impacto
	Insignificante
	Intranscendente
	Perceptible
	Notorio
	Significativo

Tabla V. 14 Significancia de los impactos en la etapa de operación y mantenimiento

Actividades	Abiótico												Biocenosis					
	Aire			Suelo		Agua		Paisaje		Vegetación	Fauna							
	Ruido	Partículas suspendidas	Generación de gases	Composición fisicoquímica	Superficial		Subterránea		Naturalidad	Cobertura e individuos								
					Calidad o disponibilidad	Calidad o disponibilidad	Calidad o disponibilidad	Calidad o disponibilidad										
C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C	Imp	C						
Operación del laboratorio	-	0.20	-	0.20	-	0.10	X	0.60	-	0.10	X	1						

Mantenimiento general de los tanques y equipo	-	0														
Generación de efluentes	-	0.10	-	0.40	-	0.60	X	1	-	0.10						
Tratamiento de efluentes	X	0	X	0.30	X	0.50										
Generación de residuos sólidos	-	0.10														
Manejo integral de residuos sólidos	X	0.10	X	0.40	X	0.30	X	0	+	0.10						
Monitoreo del suelo y agua			X	0.50	X	0.50										

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITGACIÓN DE LOS IMPACTOS. . . . . 2

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. . . . . 2

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES . . . . . 16

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITGACIÓN DE LOS IMPACTOS.

### VI.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

Para mitigar los impactos descritos en el capítulo anterior, es necesario determinar las medidas apropiadas para cada impacto en cada etapa del proyecto, y de esta manera, establecer su capacidad para evitar, disminuir o compensar el efecto de los impactos ambientales negativos, o promover aquellos impactos positivos y compensatorios.

Estas medidas, se clasifican de diversas maneras conforme a ciertos criterios. A continuación, se describe cada tipo de clasificación:

Conforme al área que se verá afectada por el impacto ambiental (**incidencia**), la clasificación se define de la siguiente forma:

Impactos en el área de afectación directa del proyecto, es decir, el predio donde se desarrolla el proyecto (**AD**).

Impactos en área de influencia aguas abajo (**AA**).

De acuerdo a la forma en la que influyen sobre los impactos ambientales, es decir su **carácter**, se dividen de la siguiente manera:

**De prevención (PREV)**, son implementadas previo a las actividades causantes de ciertos impactos, de tal manera que los impactos puedan ser evitados. Se desarrollan a través de la implementación de ciertas tecnologías, planeación y diseño, para proteger los factores ambientales y los elementos socioeconómicos vulnerables.

**De remediación (REM)**, son utilizadas cuando existe un impacto susceptible de ser corregido, por lo que son acciones que actúan sobre los impactos temporales.

**De compensación (COM)**, estas medidas contribuyen a mejorar el funcionamiento de los factores ambientales que se vean afectados durante la ejecución del proyecto, de manera paralela, es decir, no influyen directamente sobre el impacto, sino de manera indirecta a través del mantenimiento de otros factores.

**De reducción (RED)**, estas medidas son llevadas a cabo cuando el impacto negativo es generado, de tal manera que disminuyen y controlan su efecto.

Tomando en cuenta el tipo de acciones aplicadas, las medidas pueden establecerse como:

**Consideraciones de tipo Ambiental (CA)**, medidas destinadas a mantener o

recuperar un estado de equilibrio aceptable en el ambiente.

**Especificaciones de construcción (EC)**, obras civiles o hidráulicas dirigidas a lograr un mejor desarrollo del proyecto dentro del entorno ambiental, minimizando o eliminando posibles impactos.

**Normatividad y reglamentos (NR)**, acciones dentro de un marco normativo específico, de índole nacional, estatal o local; así como creación de reglas y reglamentos particulares de la obra.

**Otras (OT)**, acciones que difícilmente pueden ser ubicadas en cualquiera de las anteriores categorías.

En función del seguimiento y monitoreo de cada una de las medidas de mitigación, se describen los siguientes conceptos:

**Objetivo de la medida**, la finalidad con la que se realiza la medida de mitigación para contrarrestar el impacto ambiental.

**Viabilidad Técnica**, es la posibilidad desde el punto de vista técnico de ejecutar lo propuesto en la medida de mitigación, en otras palabras, las posibilidades reales de que la medida de mitigación se pueda ejecutar satisfactoriamente.

**Indicador Ambiental**, el indicador ambiental es el parámetro que permite monitorear la medida de mitigación dentro del programa de monitoreo ambiental.

**Etapas de operación y mantenimiento**

**Tabla VI. 1 Medidas de mitigación**

Ficha No.	1	Componente Ambiental	Aire
Incidencia	Carácter		Tipo de medida
AD	RED		CA
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	Generalidades del impacto esperado		Donde ocurrirá el impacto
Operación del laboratorio y actividades varias de los trabajadores.	Emisión de gases		En el área del proyecto y eventualmente los gases se dispersarán en la atmósfera.
Medida de mitigación propuesta		Inicio	Término
Manejo integral de los residuos sólidos urbanos (separación y disposición temporal y final adecuada). Tratamiento de efluentes en lagunas de oxidación.		Inicio de la operación y el mantenimiento	Término de la vida útil del proyecto
Objetivo de la medida		Prevenir la generación excesiva de gases contaminantes.	

<b>Viabilidad técnica</b>	Es fundamental realizar actividades de manejo de residuos y tratamiento de efluentes. Además, su viabilidad técnica es positiva dado que ya existen lagunas de oxidación en correcto funcionamiento y con la capacidad de tratar los efluentes del laboratorio.
<b>Indicador ambiental</b>	El indicador será el cumplimiento del programa de manejo de residuos y tratamiento de efluentes.
<b>Responsable:</b>	<b>Recursos necesarios:</b>
El promovente deberá contratar al personal capacitado para el tratamiento de efluentes, así como a la empresa responsable de la recolección y disposición final de los residuos. Los trabajadores serán responsables de ejecutar el programa de manejo de residuos en el área del proyecto.	El material para darle mantenimiento a las lagunas de oxidación y para la disposición temporal de los residuos.

**Tabla VI. 2 Medidas de mitigación**

<b>Ficha No.</b>	2	<b>Componente Ambiental</b>	Aire y fauna
<b>Incidencia</b>	<b>Carácter</b>		<b>Tipo de medida</b>
AD	RED		CA/NR
<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>		<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Operación del laboratorio y actividades varias de los trabajadores.	Emisión de gases y material particulado.		En el área del proyecto y eventualmente se dispersará en la atmósfera.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
<p>Llevar a cabo la revisión y el mantenimiento periódico de la maquinaria, los vehículos y las herramientas que utilicen diésel, para que se ajusten a la normativa aplicable.</p> <p>Se deberán aplicar riegos periódicos en las áreas de trabajo con el objetivo de reducir la emisión de partículas al ambiente.</p> <p>Disminuir la velocidad de circulación (20 km) dentro del área del proyecto, con el objetivo de reducir la emisión de partículas al ambiente.</p>		Inicio de la operación y el mantenimiento	Término de la vida útil del proyecto
<b>Objetivo de la medida</b>		Prevenir la generación excesiva de gases contaminantes y la emisión de material particulado.	

<b>Viabilidad técnica</b>	Las emisiones de los vehículos y maquinaria deben ajustarse a los niveles dictados por la NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-045-SEMARNAT-2006. Además, las acciones para prevenir este impacto son muy sencillas de acatar.
<b>Indicador ambiental</b>	El indicador serán los reportes del cumplimiento del programa de mantenimiento de la maquinaria y vehículos utilizados, así como de las demás acciones de reducción de emisiones.
<b>Responsable:</b>	<b>Recursos necesarios:</b>
El promovente deberá asignar al personal responsable del mantenimiento de la maquinaria, los vehículos y otras herramientas. Todo el personal deberá ser responsable de acatar las disposiciones ambientales sobre la utilización de maquinaria y vehículos.	Se requiere de un área especial o taller mecánico donde se brinde mantenimiento a la maquinaria y/o automóviles utilizados.

**Tabla VI. 3 Medidas de mitigación**

<b>Ficha No.</b>	3	<b>Componente Ambiental</b>	Aire y fauna
<b>Incidencia</b>		<b>Carácter</b>	<b>Tipo de medida</b>
AD		RED	CA/NR
<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>		<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Operación del laboratorio y actividades varias de los trabajadores.		Generación de ruido.	En el área del proyecto.
	<b>Medida de mitigación propuesta</b>	<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
	Establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria, para evitar la producción de ruido por algún desperfecto. Establecer un programa de monitoreo de ruido de los vehículos para dar cumplimiento con la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.	Inicio de la operación y el mantenimiento	Término de la vida útil del proyecto
	<b>Objetivo de la medida</b>	Mantener los niveles de ruido permitidos por la NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994 y de este modo, disminuir el impacto negativo sobre la fauna (especialmente las aves).	

<b>Viabilidad técnica</b>	Las actividades propuestas son parte de las acciones que se deben realizar para mantener la maquinaria y vehículos en buen estado, por lo que son medidas muy accesibles. En el caso del monitoreo de ruido, la viabilidad dependerá de la obtención del aparato para medir el ruido y el técnico capacitado para realizar las mediciones.
<b>Indicador ambiental</b>	La valoración del nivel de decibeles permitidos por las normas oficiales mexicanas.
<b>Responsable:</b>	<b>Recursos necesarios:</b>
El promovente deberá contratar a los técnicos capacitados en la medición de ruido, así como el personal responsable del mantenimiento de la maquinaria y/o otros vehículos.	El sonómetro y el técnico capacitado para su utilización. Algún taller automotriz para el mantenimiento de vehículos, así como técnicos que realicen actividades de mantenimiento a la maquinaria.

**Tabla VI. 4 Medidas de mitigación**

<b>Ficha No.</b>	4	<b>Componente Ambiental</b>	Agua, suelo
<b>Incidencia</b>	<b>Carácter</b>		<b>Tipo de medida</b>
AD	RED		CA
<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>		<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Operación del laboratorio.	Disminución de la calidad del agua y del suelo.		Área del proyecto.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
<p>Tratar los efluentes del laboratorio, a través de las lagunas de oxidación.</p> <p>Monitorear la calidad del agua y del suelo en las lagunas de oxidación y en el suelo de las áreas más cercanas.</p> <p>Habilitar y utilizar de forma permanente el almacén temporal de residuos peligrosos conforme a la normatividad aplicable.</p>		Inicio de la operación y el mantenimiento	Término de la vida útil del proyecto
<b>Objetivo de la medida</b>		Reducir la concentración de contaminantes en las aguas residuales del laboratorio y proteger los factores agua y suelo de algún derrame.	
<b>Viabilidad técnica</b>		Ya se cuenta con lagunas de oxidación viables para su utilización cerca en el área del proyecto, por lo que se podrán para tratar los efluentes de la planta.	
<b>Indicador ambiental</b>		Los resultados del monitoreo de agua y suelo con valores aceptables de los parámetros evaluados.	

<b>Responsable:</b>	<b>Recursos necesarios:</b>
El promovente deberá contratar al personal capacitado para el tratamiento de efluentes y el monitoreo de suelo y agua; en su caso, el promovente deberá enviar las muestras a algún laboratorio de prestigio para evaluar la calidad del agua y el suelo.	El material para la instalación del almacén temporal de residuos peligrosos, material para darle mantenimiento a las lagunas de oxidación y cubrir el costo por la evaluación de la calidad de suelo y agua.

**Tabla VI. 5 Medidas de mitigación**

<b>Ficha No.</b>	5	<b>Componente Ambiental</b>	Suelo, agua
<b>Incidencia</b>	<b>Carácter</b>		<b>Tipo de medida</b>
AD	RED		CA/NR
<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>		<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Operación del laboratorio y actividades varias de los trabajadores.	Generación de residuos y contaminación por agentes químicos.		En el área del proyecto.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Colocación de contenedores para los residuos sólidos urbanos, en buen estado, rotulados y con tapa. Instalación de un almacén de residuos peligrosos con las especificaciones de la NOM-056-SEMARNAT-1993. Instalación de un almacén adecuado para el resguardo de los reactivos utilizados.		Inicio de la operación y el mantenimiento	Al término de la vida útil del proyecto.
<b>Objetivo de la medida</b>		Prevenir la contaminación de los factores abióticos, por agentes químicos y la inadecuada disposición de los residuos generados por la operación del laboratorio.	
<b>Viabilidad técnica</b>		Son medidas sencillas y factibles. Cabe resaltar que la disposición correcta de los residuos peligrosos y no peligrosos se encuentra dictaminada en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como en las normas NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-056-SEMARNAT-1993 y NOM-161-SEMARNAT-2011, por lo que son medidas obligatorias.	
<b>Indicador ambiental</b>		Los reportes de cumplimiento del almacenamiento temporal de los residuos peligrosos y no peligrosos, así como su disposición final.	
<b>Responsable:</b>		<b>Recursos necesarios:</b>	

El promovente deberá contratar al personal autorizado para la recolección y disposición final de los residuos no peligrosos y peligrosos. También es responsabilidad de todos los trabajadores de disponer correctamente sus residuos.	El material y el espacio para la construcción de los almacenes, así como los contenedores para el almacenamiento temporal de residuos.
--	--

**Tabla VI. 6 Medidas de mitigación**

<b>Ficha No.</b>	6	<b>Componente Ambiental</b>	Naturalidad
<b>Incidencia</b>	<b>Carácter</b>		<b>Tipo de medida</b>
AD	RED		CA
<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>		<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Generación de efluentes.	Alteración de la naturalidad del paisaje.		En el área del proyecto
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación. Monitorear la calidad del agua y del suelo.		Inicio de la operación y el mantenimiento	Término de la vida útil del proyecto
<b>Objetivo de la medida</b>		Mejorar la calidad de las aguas residuales producidas por la operación del laboratorio, para evitar que su disposición final represente algún peligro ambiental.	
<b>Viabilidad técnica</b>		Actualmente existen dos lagunas de oxidación en el proyecto, que se encuentran en condiciones óptimas para su utilización, por lo que el tratamiento de las aguas residuales es totalmente viable.	
<b>Indicador ambiental</b>		El cumplimiento con los parámetros que determinan la calidad del agua y el suelo.	
<b>Responsable:</b>		<b>Recursos necesarios:</b>	
El promovente deberá contratar al personal técnico capacitado para el tratamiento de aguas y el monitoreo de su calidad.		El mantenimiento de las lagunas de oxidación, así como la herramienta necesaria para realizar el monitoreo del suelo y agua.	

Este programa permitirá mantener un control sobre las medidas de mitigación de los impactos generados por el proyecto, el éxito de su ejecución, además de las posibles contingencias que puedan presentarse y requieran de algún cambio en la aplicación de las medidas propuestas. De este modo, se pretende cumplir con los siguientes objetivos:

Corroborar que las medidas para mitigar los impactos ambientales se realicen de manera correcta, cumpliendo los objetivos propios de cada una.

Identificar oportunamente cuando algún impacto llegue a un nivel crítico en donde sea necesario modificar la estrategia de mitigación.

En la etapa de operación será necesario mantener un programa de vigilancia ambiental, para la cual es necesaria la ejecución y revisión de las siguientes actividades en frecuencias específicos de realización:

**Tabla VI. 7 Frecuencia de las actividades de monitoreo y protección ambiental.**

<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia de ejecución</b>
Disposición adecuada de residuos.	Diaria
Separación de residuos.	Diaria
Almacenamiento adecuado de residuos no peligrosos.	Diaria
Disposición en relleno sanitario de los residuos sólidos no peligrosos.	Semanal
Almacenamiento controlado de residuos peligrosos.	Diaria
Recolección de los residuos peligrosos por una empresa autorizada y acopio de la evidencia de su tratamiento o disposición.	Mensual
Revisión de las condiciones del almacén temporal de residuos peligrosos.	Mensual
Revisión y mantenimiento de las lagunas de oxidación.	Mensual
Monitoreo de la calidad del suelo y el agua dentro de la zona de influencia de las lagunas de oxidación.	Semestral
Monitoreo de la conservación de las especies detectadas que se encuentran bajo alguna protección o tengan alguna importancia ecológica.	Anual

Para el seguimiento de este programa se recomienda la contratación de una empresa o personal responsable, capacitado en supervisión ambiental, y que disponga de las herramientas necesarias para evaluar el proyecto durante su desarrollo.

La supervisión de las obras que comprende el proyecto deberá ser realizada de acuerdo a la frecuencia definida para cada actividad. Se deberán recabar evidencias del cumplimiento (fotografías, manifiestos de recolección y disposición, oficios, órdenes de compra, pagos, etc.) para determinar el cumplimiento de las actividades de mitigación. En caso de haber incumplimientos, deberá realizarse un reporte donde se detalle la situación.

Se deberá realizar un reporte escrito en el que se le informará a la SEMARNAT los avances y obras efectuadas durante un cierto periodo (a dictaminar por esta dependencia).

### **Mecanismos de control**

Para el correcto funcionamiento del programa de monitoreo y vigilancia ambiental, se contará con mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o reducción de los impactos derivados por el desarrollo del proyecto. Para tal efecto, se deberá elaborar un formato para el control del cumplimiento ambiental, que contenga por lo menos, la siguiente información: etapa del proyecto, actividad, fecha, evidencia y resultados.

Además de lo anterior, es importante contemplar los siguientes elementos descriptivos de las

medidas de mitigación:

### **Manejo integral de los residuos**

Conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, éstos se clasifican de la siguiente manera:

**Residuos de Manejo Especial**, *son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.*

**Residuos Incompatibles**, *aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos.*

**Residuos Peligrosos**, *son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.*

**Residuos Sólidos Urbanos**, *los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en actividades domésticas, de los productos que se consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.*

Durante la etapa de operación serán generados residuos de manejo especial debido a varias actividades del proyecto. Dichos residuos deberán ser valorados de acuerdo a la NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los residuos que están sujetos a plan de manejo. Asimismo, serán generados residuos sólidos urbanos de manera indirecta, por ejemplo, por los trabajadores al preparar sus alimentos. Ambos tipos de residuos deberán ser manejados bajo las normas y ley correspondientes, además de atender el plan de manejo de residuos del proyecto.

#### Cuantificación y almacenamiento temporal de los residuos

Es importante conocer la cantidad de residuos generados por actividades del proyecto, para poder realizar un manejo integral de ellos. Para lograr esta cuantificación se utilizarán los indicadores estándar de generación, que pueden ser determinados de acuerdo a los programas municipales o a las características particulares del sitio.

Con los datos de estimación se diseñarán los sitios de almacenamiento temporal, con la finalidad de tener espacio de almacenamiento suficiente y poder programar la recolección oportuna de los

mismos, y de esta forma, poder evitar su acumulación excesiva.

Será necesario instalar los contenedores de basura faltantes en los sitios de descanso y alimentación del personal y hacer obligatorio su uso. Estos contenedores deberán ser suficientes de acuerdo al número de trabajadores y deberán estar rotulados de acuerdo al tipo de residuo según la clasificación que establece la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, tener tapa y estar en buenas condiciones.

Adicionalmente, el personal será concientizado a través de pláticas de Educación Ambiental sobre la importancia de la separación adecuada de los residuos y la conservación del entorno del proyecto.

#### Disposición final

Es importante contar con el servicio especializado para la recolección y disposición final de los residuos. El proveedor de este servicio puede ser el gobierno local o a través de una empresa particular.

En caso de interrupción de los servicios de recolección se debe disponer de los elementos necesarios para realizar esta actividad, como vehículos y contenedores debidamente rotulados y tapados. Deberán utilizarse los elementos necesarios para las cantidades y tipos de residuos generados. Se deben tramitar los permisos que sean necesarios para realizar el transporte y la disposición de los residuos en general.

### **Manejo integral de residuos peligrosos**

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los Residuos Peligrosos (RP), son aquellos que poseen por lo menos alguna de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos.

#### Caracterización del tipo de residuos

Se deberá contemplar la clasificación de la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Para el proyecto algunos de los residuos descritos en esta NOM que serán generados son: solventes, aceite o lubricantes y estopa impregnada de grasas, que serán generados por el uso y mantenimiento de la maquinaria.

#### Manejo de los residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que se produzcan diariamente deben ser almacenados en un sitio debidamente acondicionado para este fin, que será el almacén temporal de residuos Peligrosos. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-056-SEMARNAT-1993, *que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos*, el almacén debe ajustarse a lo siguiente:

***Requerimientos:***

Ubicarse en un área que no cuenten con vegetación natural (preferentemente sobre terrenos desmontados, o que hayan sido utilizados anteriormente para otros fines).

Estar alejado longitudinalmente 500 metros a partir del centro del cauce de cualquier corriente superficial, ya sea permanente o intermitente, sin importar su magnitud.

Ubicarse en áreas en donde no represente un peligro para las especies protegidas o en peligro de extinción, o en aquellas en las que el impacto ambiental sea mínimo para los recursos naturales.

La pendiente media del terreno natural del sitio de almacenamiento no debe ser menor de 5%, ni mayor de 30%.

El camino de acceso que une al sitio con las vías principales de comunicación debe ser transitable en todo tiempo y estar en buenas condiciones de seguridad. El sitio debe localizarse a no menos de 500 metros de vías de comunicación federal o estatal.

Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.

***Características estructurales:***

Estar diseñada para almacenar como mínimo siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciban.

Los pisos deberán ser de cemento y con diseño antiderrapante.

El área deberá contar con canaletas que conduzcan los derrames hacia una fosa de

retención (cárcamo de bombeo), con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado. La canaleta deberá contar con alcantarillas y mantenimiento periódico para permitir el flujo de los escurrimientos al cárcamo de bombeo.

Superficie techada con material no flamable y barda perimetral.

Señalización.

Sistema contra incendios (extintores).

Las dimensiones del almacén temporal, estarán en función del parque vehicular, siendo este el que presenta una mayor generación de residuos peligrosos.

Los residuos serán almacenados en contenedores debidamente rotulados y con tapa en buen estado, observando las normas de compatibilidad entre sí.

Se deberán contratar los servicios de empresas especializadas y que cuenten con registro ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para que realicen la recolección periódica (depende de la generación, aunque para el presente proyecto se recomienda una recolección mensual), el transporte y la disposición final de estos residuos a los sitios de confinamiento correspondientes.

Para prever y atender accidentes, todo el personal deberá estar obligado a utilizar los dispositivos de seguridad correspondientes. Se contará con equipo de primeros auxilios y se localizará el centro de atención médica u hospital más cercano para el caso de accidentes mayores.

#### **Control de emisiones a la atmósfera**

Además de respetarse los límites máximos permisibles de emisiones de gases y de material particulado durante todo el proyecto, es importante considerar lo siguiente:

##### Mantenimiento correctivo y preventivo

Se deberá establecer un programa de mantenimiento del equipo y la maquinaria involucrados en la operación del proyecto, que asegure que los equipos operen en óptimas condiciones. La maquinaria estará sujeta a un programa de mantenimiento correctivo y preventivo para dar cumplimiento con la normatividad vigente correspondiente a emisiones a la atmósfera, el cual se apegará a las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.

Se deberán realizar verificaciones vehiculares para disminuir la generación de emisiones. Para esto se llevará un registro de maquinaria en donde se incluirá:

Marca

Modelo

Placas

Nombre de la persona que lo opera

Horario de trabajo diario de cada vehículo

Fecha de la última afinación y/o verificación vehicular

Fecha de la próxima afinación y/o verificación vehicular

### **Atención a accidentes y contingencias ambientales**

Se deben tener en consideración las posibles emergencias susceptibles de presentarse durante la operación del laboratorio, tomando en cuenta la infraestructura organizacional, los recursos humanos, técnicos y los procedimientos estratégicos necesarios.

A continuación, se presentan algunos de los lineamientos generales:

#### Objetivos

Minimizar las pérdidas sociales, económicas y ambientales asociadas a una situación de emergencia.

Proteger las zonas de interés social, económico y ambiental localizadas en el área de influencia del proyecto.

Generar una herramienta de prevención, mitigación, control y respuesta a posibles contingencias generadas en la ejecución del proyecto.

Definir el organigrama del grupo de respuesta y sus responsabilidades operativas.

Minimizar los impactos que se pueden generar sobre el área del proyecto.

#### Contingencias contempladas

Accidentes que pongan en peligro la integridad de los trabajadores

Capacidad insuficiente de almacenamiento de residuos

Derrames de residuos peligrosos

Daño de maquinaria, equipos y herramientas

Desastres naturales: incendios, inundaciones

#### Responsabilidad de la empresa

Cumplir y hacer cumplir las normas generales, especiales, reglas, procedimientos e instrucciones sobre seguridad, higiene y protección ambiental.

Prevenir y controlar todo riesgo que pueda causar accidentes de trabajo o enfermedades.

Descubrir los actos inseguros, corregirlos y enseñar la manera de eliminarlos, adoptando

métodos y procedimientos adecuados de acuerdo a la naturaleza del riesgo.  
Establecer programas de mantenimiento periódico y preventivo de maquinaria, equipos e instalaciones locativas.

Suministrar a los trabajadores el equipo de protección personal necesarios y en buenas condiciones.

Proveer condiciones de higiene en alimentos y requerimientos de agua.

#### Responsabilidades de los trabajadores

Realizar las tareas observando el mayor cuidado para que las operaciones no se traduzcan en actos inseguros, mantener el cumplimiento de las normas establecidas en materia de equipos, procesos, instalaciones y medio ambiente.

Vigilar cuidadosamente el comportamiento de la maquinaria y equipos a cargo, a fin de detectar cualquier riesgo o peligro, el cual será comunicado oportunamente al jefe inmediato para que este proceda a corregir cualquier falla.

No introducir bebidas alcohólicas u otras sustancias embriagantes, estupefacientes o alucinógenas a los lugares de trabajo, ni presentarse o permanecer bajo los efectos de dichas sustancias en los sitios de trabajo.

Utilizar y mantener adecuadamente los elementos de trabajo, los dispositivos de seguridad y los equipos de protección personal que la empresa suministra y conservar el orden y aseo en los lugares de trabajo y servicios.

Colaborar y participar activamente en los programas de prevención de accidentes de trabajo y enfermedades, programados por la empresa, o con la autorización de ésta.

Participar en las pláticas de Educación Ambiental y obedecer las indicaciones de protección ambiental.

El personal conductor de vehículos de la empresa debe acatar y cumplir las disposiciones y normas de tránsito internas y de las autoridades correspondientes.

#### Plan de acción en caso de derrames accidentales

En caso de que se produzca un derrame de combustible en el área del proyecto, se deben tomar las siguientes medidas:

La primera persona que observe el derrame deberá dar la voz de alarma.

Detener inmediatamente el flujo del producto.

Mientras persista el derrame, eliminar las fuentes de ignición en el área, como fumar y la cercanía de plantas de generación eléctrica.

Interrumpir el flujo de vehículos en el área. Evitar encender los motores de los vehículos localizados en el área.

Determinar el área de derrame (líquido o vapor), tanto en superficie como de forma subterránea.

Evacuar el área.

Colocar los extintores de polvo químico seco alrededor del área del derrame. No se debe aplicar agua sobre el producto derramado.

Tratar de confinar el área en la que se presentó el derrame, construyendo diques de arena, tierra o absorbentes sintéticos, para evitar que el producto derramado fluya hacia

otras zonas o penetre en áreas de recarga o escurrimientos.

En caso de grandes volúmenes de derrames, es importante recoger el producto derramado con baldes de aluminio o plástico o material absorbente. Usar guantes de látex.

Si el volumen derramado es pequeño, secar el combustible restante con arena, trapos, aserrín, esponjas o absorbentes sintéticos.

Sólo reanudar la operación normal en el frente de obra, cuando el área esté libre de vapores combustibles. Los olores de gasolina son muy notorios aún por debajo de la concentración inflamable; cualquier olor es una señal de peligro.

### Brigadas

Estarán conformadas por el personal debidamente capacitado y tendrán la función de ejecutar las acciones de manejo y control de emergencias. Para ello se conformarán los siguientes grupos:

- Brigada contra incendios
- Brigada de protección civil
- Brigada de primeros auxilios
- Brigada de rescate de flora y fauna

### Seguridad Laboral

En materia de seguridad laboral, se deberá establecer un programa que incluya la supervisión del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social; en total se deben prever 41 normas que se encuentran categorizadas en seguridad, salud, organización, específicas y de producto (equipos contra incendios y equipo de protección personal).

Como parte del programa de seguridad, se deberá proporcionar equipo de protección a los trabajadores, además de incluir la capacitación y concientización de los trabajadores para que se garantice el uso correcto y continuo del equipo.

## VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo al reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el impacto ambiental residual es *aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*. En este sentido, los impactos de esta índole serán aquellos que prevalecerán después de la ejecución de las medidas descritas en el apartado anterior. Dada la naturaleza del proyecto, se espera que los impactos residuales sean los siguientes:

**Tabla VI. 8 Impactos residuales producidos por el proyecto**

Impacto residual	Medida compensatoria	Evaluación de impactos adicionales
------------------	----------------------	------------------------------------

Mayor infraestructura y acceso a servicios y mercados, con lo que se mejora la economía local.

Generación de empleos

Debido a que el impacto residual es positivo, no se cuenta con medidas compensatorias.

Debido a que el impacto residual es positivo, no se cuenta con medidas compensatorias.

No aplica, debido a que no se espera la implementación de medidas compensatorias.

No aplica, debido a que no se espera la implementación de medidas compensatorias.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS

### VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

El pronóstico del escenario actual del Sistema Ambiental Regional tiene una tendencia marcada hacia el cambio en el uso de suelo acuícola, por lo que uno de los elementos importantes en el Sistema Ambiental, es el análisis del uso de suelo y vegetación, con lo cual se puede evaluar los cambios que se han dado en el equilibrio de la zona, así como ver los espacios con mayor vulnerabilidad al cambio de vegetación que se podrían dar en un futuro.

Partiendo de lo anterior, se revisaron las Series I, III, V y IV de uso de suelo y vegetación de INEGI, escala 1:250,000 para el Sistema Ambiental, las cuales corresponden a los años 1980, 2005, 2010 y 2017, respectivamente.

En la tabla siguiente se muestran los tipos de uso de suelo y vegetación que se encuentran en el Sistema Ambiental, de 1980 a 2017, en donde se pueden apreciar los cambios que se dieron en cada una de las superficies de comunidades de vegetación.

Se puede observar que el cambio más significativo fue en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa, la cual solo se encontraba en más de la mitad del SA en 1980 y 2005, pero para 2010 esta cobertura desapareció. Así mismo, paso con la vegetación halófila, la cual dejó de estar presente en el SA igual a partir de 2010. Con las pérdidas de cobertura vegetal, en el año de 2010 hubo un incremento en el uso agrícola y acuícola, usos que abarcan todo el Sistema Ambiental. Para los años de 2010 al 2017, no hubo cambios identificados.

**Tabla IV.18. Comportamiento del Uso de Suelo y Vegetación para el Sistema Ambiental.**

Tipo vegetación y uso de suelo	1980	2005	2010	2017
Acuícola	-----	92.73	193.17	193.17
Agricultura	118.5	16	705.11	705.11
Vegetación halófila	35.74	110.15	-----	-----
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa	651.38	687.86	-----	-----
Desprovisto de vegetación	91.13	-----	-----	-----
Total	898.28	898.28	898.28	898.28

Fuente: elaboración propia con base en las cartas de uso de suelo y vegetación, serie I, III, V y VI, de INEGI.

Con base en esta información, se aplicaron algunos indicadores para comprender mejor los

cambios que presentaron los usos de suelo y la vegetación en este periodo. Los indicadores que se aplicaron son: Índice de antropización, el cual indica el grado de antropización de un espacio, en donde se considera antropización como la apropiación de un espacio por la actividad humana, en relación con su superficie total del área a estudiar. Se obtiene al dividir la superficie antropizada (uso del suelo) entre la superficie total. Los valores que se obtienen van de 0 a 1, donde cero es nula antropización y 1 antropización absoluta (Palacio-Prieto et al., 2004).

El segundo indicador es el de Riqueza natural, como su nombre lo dice, hace referencia a la cobertura natural que presenta un espacio, en relación a la superficie total. Se considera cobertura natural a la cubierta vegetal tanto primaria como secundaria. Se obtiene al dividir la superficie de vegetación natural entre la superficie total. Los valores que se obtienen van de 0 a 1, donde cero es nula riqueza natural y 1 riqueza natural absoluta (Palacio-Prieto et al., 2004).

Después de aplicar estos indicadores, se puede observar que de 1980 a 2017 hubo presencia de antropización en el SA, sin embargo, hubo un punto de cambio muy fuerte de 2005 a 2010, de tener una presencia antrópica el SA de 0.12 pasó a ser 1 en 2010, es decir, a partir del 2010 todo el SA ya se encontraba antropizado.

De manera contraria, el grado más alto de riqueza natural fue durante los años de 1980 a 2005, así mismo, este periodo fue el único que presento riqueza natural.

**Tabla IV.19. Comportamiento del Uso de Suelo y Vegetación para el Sistema Ambiental.**

Indicador / Índice	1980	2005	2010	2017
Índice de antropización	0.13	0.12	1	1
Riqueza natural	0.76	0.89	0	0

Fuente: elaboración propia con base en Palacio-Prieto et al., 2004; y las cartas de uso de suelo y vegetación, serie I, III, V y VI, de INEGI.

Es importante resaltar que estos indicadores se aplicaron con base en insumos a escala 1:250 000, por lo que los resultados representan información a esta escala, lo cual puede variar si se aplican a escala más detallada.

Ahora bien, si realizamos el mismo análisis para el escenario futuro sin la operación del laboratorio proyecto partiendo del mismo criterio y comportamiento del cambio de vegetación, es de esperarse que la tendencia sea muy similar.

## VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

### VII.2.1 Objetivo

El programa tiene el objetivo de dar seguimiento y control a los impactos ambientales identificados para el proyecto, así como verificar el cumplimiento y cuantificar la eficacia de las medidas preventivas, de mitigación y/o de compensación propuestas en la MIA. El programa servirá para evidenciar la evolución que presenta la calidad del sistema ambiental con la operación del proyecto, mediante indicadores de seguimiento de los componentes ambientales de biodiversidad, suelo, agua, aire y paisaje, y mediante indicadores de éxito que mostrarán la efectividad de las medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales previstos y los obtenidos.

## VII. 2.2 Seguimiento

El seguimiento del programa se deberá llevar a cabo por un asesor de campo con conocimientos en el área ambiental, que vigile el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas y de las acciones adicionales consideradas en este documento para la protección y conservación del medio ambiente.

Ante las delegaciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y ante la SEMARNAT en Sinaloa se deberá presentar un reporte anual del progreso del Programa de Vigilancia Ambiental, donde se analice y valore la eficacia de las medidas establecidas para mitigar los impactos ambientales, mediante el análisis de los indicadores ambientales mencionados en este documento. El reporte dará una visión integral de la tendencia de deterioro y mejoramiento de la calidad ambiental del sistema ambiental.

## VII. 2.3 Monitoreo y Vigilancia Ambiental

Durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del proyecto se identificaron los impactos previstos para las distintas etapas y actividades consideradas en el proyecto. A continuación, en la tabla siguiente se presentan estos puntos, incluyendo los componentes ambientales afectados por cada impacto, y los indicadores para su seguimiento. Asimismo, se describen las medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales detectados, y los indicadores de éxito que se utilizarán para evaluar su efectividad

Etapas del proyecto	Actividad	Impacto ambiental	Componente ambiental afectado	Indicador de seguimiento	Frecuencia de seguimiento	Evidencia de seguimiento	Medida de prevención, mitigación o compensación
---------------------	-----------	-------------------	-------------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---

Operación y mantenimiento	Operación del laboratorio y actividades varias de los trabajadores.	Emisión de gases, alteración de la naturalidad del paisaje.	Aire/Naturalidad/ Agua/Suelo	Monitoreo de la calidad del agua y del suelo en las lagunas de oxidación.	Semestral	Bitácora Ambiental y registro fotográfico	Tratamiento de efluentes en lagunas de oxidación.
		Generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial	Suelo/agua	Volumen (m³) y peso (kg) de residuos por tipo ingresados adecuadamente en almacenes temporales	Semanal	Bitácora Ambiental y registro fotográfico	Realización de campeonos de aceite y mantenimientos de suelo cementado y contener posibles derrames
							Colocación de contenedores metálicos en áreas de trabajo para la disposición temporal de residuos
							Recolección y disposición adecuada de residuos

### VII.3 CONCLUSIONES

Tomar en cuenta todas las medidas de mitigación que se proponen, garantizar la presencia de las condiciones ambientales óptimas para la supervivencia tanto de la fauna como de la flora, así como, la permanencia sin alteraciones de otros componentes ambientales.

Para contar con una base sólida de información tanto de la flora como de la fauna del lugar, es muy importante considerar la realización de algunos estudios; en el caso de las especies protegidas, para tener un mejor conocimiento de su estado actual y proponer medidas de uso y conservación de su población.

El promovente deberá de tomar en cuenta las condiciones de operación que se realicen dentro del proyecto, razón por la cual deberá de mantenerse atento a los cambios que pudieran presentarse en las zonas aledañas.

Las actividades de operación del laboratorio se deberán de mantener bajo lo establecido en las medidas de mitigación y la legislación aplicable en el cuidado al medio ambiente lo que podrá asegurar la conservación de las cualidades ecológicas del sitio. Durante la operación del proyecto será necesario mantener un constante y rígido monitoreo para evitar la contaminación de los cuerpos de agua y los impactos de la presencia humana.

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

- Resumen
  - Bibliografía
  - Documentación legal del Promovente
  - Documentación legal de Predio
  - Pago de derechos
  - Anexo Fotográfico
  - Planos del Proyecto
  - Cartografía del Proyecto
  - Oficios PROFEPA
  - Título profesional del responsable técnico del estudio
11. Fichas de seguridad

# ANEXOS

# Resumen

# Bibliografía

# Documentación legal del Promovente

# Documentación legal de Predio

# Pago de derechos

# Anexo Fotográfico

# Planos del Proyecto

# Cartografía del Proyecto (Digital)

# Oficios PROFEPA

# Título profesional del responsable técnico del estudio

# 11. Fichas de seguridad