MANIFESTACIÓN
DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

Acuícola Tecomán

Tecomán, Colima.

ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 6

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 10

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO 54

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 96

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 142

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 163

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 178

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 188

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad productiva que cuenta con un gran potencial de desarrollo, en las últimas décadas ha presentado un acelerado crecimiento a nivel mundial, alcanzando máximos históricos de 90.4 millones de toneladas que representan un valor de más de 140 millones de dólares anualmente (FAO, 2014).

En particular, el cultivo de camarón es uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Latinoamérica, así como en otras regiones del mundo como Asia y recientemente en África. Por el contrario, la captura de camarón cada año es menor en nuestra región debido a los problemas de sobreexplotación de la pesquería y pese a las medidas de ordenamiento implantadas (OSPESCA, 2009).

De acuerdo con el Atlas SIAP (2016), México se encuentra en el noveno lugar a nivel mundial como productor de camarón y la mayor parte de este volumen es aportado por las Unidades de Producción Acuícola.

Sin embargo, en México la pesca del camarón también ha disminuido y de igual manera la producción acuícola. Después de haber alcanzado máximos históricos de producción de 133 mil toneladas en 2007, para el año 2013 la producción disminuyo en más de un 50% a valores de 60 mil toneladas anuales (CONAPESCA, 2013). Este decremento en la producción puede ser atribuido a problemas sanitarios y ambientales, derivados de los modelos de producción.

La sostenibilidad de la acuicultura del camarón se puede alcanzar con el reconocimiento y mitigación a corto y largo plazo de los efectos al medio ambiente y a la comunidad. Se debe mantener para esto una viabilidad económica y biológica en el tiempo y proteger los recursos costeros de los cuales esta actividad depende. Muchos de los problemas asociados con la acuicultura resultan de deficiencias en la planificación y construcción de los proyectos. Al respecto, la FAO indica que las granjas de camarón deben localizarse en sitios conforme a la planificación y el marco legal en lugares ambientalmente adecuados. Haciendo uso eficiente de los recursos agua y suelo, tomando en cuenta la conservación de la biodiversidad, hábitats ecológicamente sensibles y funciones del ecosistema. Esto se debe hacer reconociendo otros usos del suelo y que otras personas y especies dependen de estos ecosistemas (FAO, 1992).

En nuestro país, la producción acuícola es una actividad estratégica y prioritaria que se encuentra en expansión, además cuenta con el potencial de impulsar el desarrollo económico y social, representando una fuente accesible de alimento para la población. La actividad permite además una disminución sobre la presión realizada con la pesca extractiva, la cual impacta fuertemente a una gran diversidad de especies debido a la alta captura incidental de los arrastres que las embarcaciones realizan con sus aparejos de pesca.

Actualmente existe un incremento en la demanda de alimentos de calidad y esta se puede satisfacer por medio de la intensificación de los métodos de producción.

Desde un punto de vista técnico, la intensificación puede representar un menor impacto para el ambiente ya que permite operar las instalaciones con un intercambio de agua menor. Estas prácticas están teniendo auge en la camaronicultura ya que ayudan a palear muchos de los problemas sanitarios como propagación de parásitos y enfermedades que han afectado a las unidades con un modelo de producción abierto.

Por estos motivos, en el presente proyecto se propone para la Unidad de producción Acuícola Tecomán, un sistema de producción cerrado, intensivo con bajo consumo de agua y recirculación.

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

I.1 *Proyecto*

1.1.1. Nombre del proyecto.

Acuícola Tecomán

1.1.2. Ubicación del proyecto (calle, número o identificación postal del domicilio), código postal, localidad, municipio o delegación.

Predio El Olivo
Parcela 1659 Z-7 1/5 del Ejido N.C.P.A.
Cofradía de Juárez y Anexas
En las inmediaciones de la Col. Bayardo
RU-MP-26, I1-10
Municipio de Tecomán
Colima, México.

1.1.3. Superficie total de predio y del proyecto.

Este predio comprende una superficie total de 8 hectáreas en las que se propone llevar a cabo el proyecto acuícola. El Certificado Parcelario de este predio se presenta anexo.

1.1.4. Duración del proyecto.

En principio se estima una vida útil de las instalaciones del proyecto de 20 años. Se pretende realizar la parte de instalación de infraestructura en dos etapas, a lo largo de 2 años. Comprendiendo un año cada una de estas etapas, sin embargo

por medio de mantenimiento de las instalaciones se puede alargar indefinidamente la vida útil de estas.

Las etapas consideradas en el presenten proyecto corresponden a la Preparación del sitio, Construcción y la Operación y Mantenimiento de las instalaciones. El cronograma del Programa General de Trabajo se muestra a continuación:

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO												
Obras y actividades	**Bimestres**											
	Año 1						**Año 2**					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Preparación del sitio												
Permisos previos												
Limpieza del predio												
Preparación de materiales												
Construcción												
Realización de zanjas para tubería												
Instalación de la red de tuberías												
Instalación del tanque recirculador												
Instalación del estanque sedimentador												
Aplanamiento de los lechos para los tanques												
Instalación de la geomembrana de los tanques												
Acondicionamiento del piso para pasillos												
Instalación de la red eléctrica												
Operación y mantenimiento												
Llenado de las instalaciones												
Preparación del agua de cultivo												
Siembra												
Cría												
Cosecha												
Limpieza y mantenimiento												

I.2 Promovente

1.2.1. Nombre o razón social.

Fernando Javier Rosete Ayala
CURP: ROAF860829HJCSYR07

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

ROAF860829C62
(Cedula anexa)

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Ing. Fernando Javier Rosete Ayala
Persona Física

1.2.4. Registro Federal de Contribuyentes del representante legal.

ROAF860829C62

1.2.5. Clave única de Registro de Población del representante legal.

CURP: ROAF860829HJCSYR07

1.2.6. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones, calle y número o bien lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal; colonia o barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos, fax y correo electrónico.

Laguna Lacuata No. 327
Fracc. Las Lagunas
Villa de Álvarez, Colima.
Tel. 3334 559057 **(PREFERENTE)**
Correo: albertocarbajal@gmail.com **(PREFERENTE)**

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

1.3.1.Nombre o razón social.

José de Jesús Arriaga Varela y Alberto Carbajal López

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

RFC: AIVJ791109LA0 y CALA8106125K1

1.3.3.Nombre del responsable técnico del estudio, Registro Federal de Contribuyentes, Clave única de Registro de Población, profesión, Número de Cédula Profesional.

Licenciado en Biología
José de Jesús Arriaga Varela
RFC: AIVJ791109LA0
CURP: AIVJ791109HJCRRS08
Cedula: 4710611 (anexa)

Licenciado en Biología
Maestro en Ciencias en Procesos Biotecnológicos
Alberto Carbajal López
RFC: CALA8102125K1
CURP:CALA810612HJCRPL01

1.3.4.Dirección del responsable del estudio. Calle y número o bien lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal. Colonia o barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos, número de fax y correo electrónico.

Calle Morelos No.186
Jocotepec, Jalisco.
Cel. 3334 559057
CP 45800

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto que se pretende realizar es una instalación acuícola para la producción en agua dulce de camarón blanco en tanques de geomembrana. Particularmente el diseño es el de un sistema intensivo en el que se recirculará el agua de cultivo con la finalidad de reutilizarla y evitar el consumo excesivo de agua así como la emisión de efluentes.

El diseño de este proyecto contempla la instalación de tanques circulares y cuadrados de geomembrana sobre la superficie del terreno, debido al uso actual del predio es de cultivos agrícolas (cultivos de papaya) y de acuerdo al estudio topográfico realizado (anexo), la superficie del terreno es actualmente plana y no se requerirá de grandes movimientos de tierra sino que se instalarán sobre el terreno plano. Las únicas excavaciones que se realizaran serán las inherentes a la instalación de las tuberías y las bases de los estanques.

La superficie total del predio es de 8 hectáreas, dentro de las cuales se pretende llevar a cabo este proyecto de producción acuícola (planos anexos).

Se incluye en el diseño de la unidad de producción la instalación de un reservorio principal que abastecerá a los módulos, un estanque sedimentador para captar los sólidos y así poder reutilizar el agua y una zona de riego para destinar posibles excedentes de agua. Se tiene contemplada la instalación de 2 módulos de tanques, cada uno consta de 10 líneas de producción con 4 tanques circulares y 2 rectangulares, dando un total de 60 estanques por módulo (el diagrama del diseño se presenta anexo). En los alrededores del predio y sus colindancias no se encuentra ningún proyecto acuícola o similar con el que este pudiera generar algún tipo de impacto ambiental sinérgico negativo.

En los planos se presenta una el diseño y distribución de los módulos de producción, así como áreas destinadas para riego, reforestación, bodegas, áreas

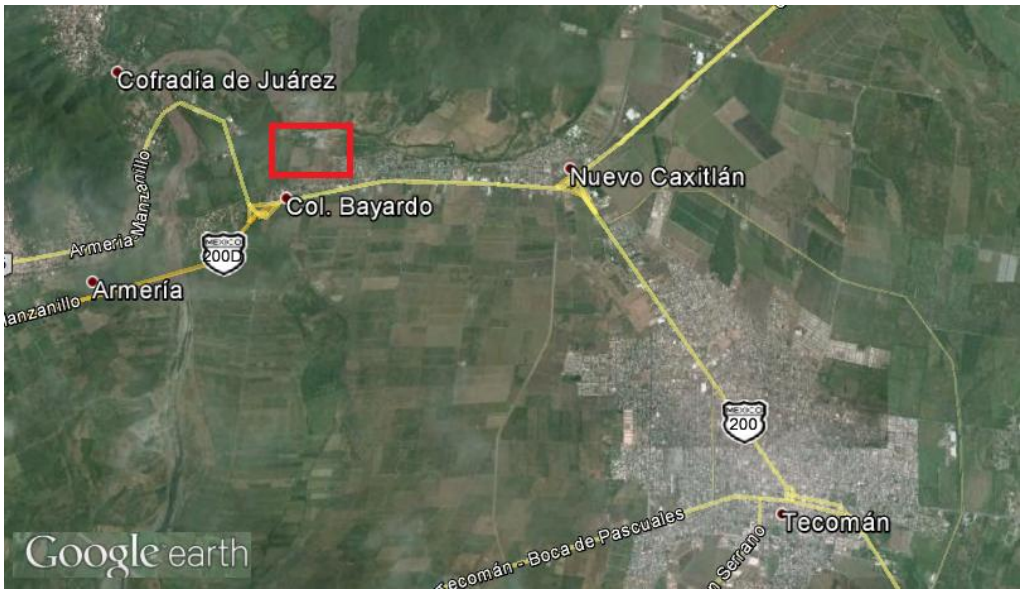
de proceso y patio de maniobras. Se considera que con estos componentes se mantiene una notable compatibilidad del proyecto con el mantenimiento de las características ambientales de la zona.

En el perímetro del predio existen elementos arbóreos que serán respetados en su totalidad ya que serán integrados y aprovechados como cortinas rompevientos para protección de las instalaciones de los vientos dominantes. En las partes donde no existen árboles, se realizará una reforestación con especies nativas de la región.

Este proyecto utilizará las técnicas probadas de recirculación de agua para lograr operar un sistema intensivo cerrado, con lo que el consumo de agua, una vez llenos los tanques, será mínimo y considerablemente menor al consumo de agua actual con el uso acuícola. A este respecto el nivel de sustentabilidad que se pretende alcanzar cuando del proyecto logre su nivel de aprovechamiento óptimo de su capacidad instalada se considera alto.

II.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se encuentra a aproximadamente 5 Km de la localidad de Tecomán, en el municipio del mismo nombre, situado al sur del estado de Colima. Este proyecto se desarrollará en un predio de uso agrícola que se encuentra entre la Colonia Bayardo y las proximidades de la rivera oriental del Río Armería, a una altitud aproximada de 30 metros sobre el nivel del mar.



La superficie que comprenden los predios del presente proyecto, está delimitada dentro de un polígono de forma irregular que suma un total de 8 hectáreas.

Las coordenadas dentro de las que se encuentran los límites del polígono donde se encontrará el proyecto son las siguientes:

PUNTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
a	18°56'55.51"N 103°55'48.74"O
b	18°56'54.09"N 103°55'40.43"O
c	18°56'46.81"N 103°55'43.05"O
d	18°56'46.40"N 103°55'47.28"O
e	18°56'40.12"N 103°55'47.47"O
f	18°56'39.64"N 103°55'51.15"O
g	18°56'46.21"N 103°55'51.32"O

Áreas naturales protegidas y Zonas Relevantes

En las proximidades no se encuentran áreas naturales protegidas y dentro de algunas zonas que pueden ser relevantes por sus características ambientales se puede considerar el Rio Armería, ya que es un Río importante en el estado de Colima. Sin embargo toda esta zona es considerada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima bajo una política de "Aprovechamiento - Sustentable".

De acuerdo a este ordenamiento territorial esta zona se define como de usos:

Predominantemente de Agricultura de riego y plantaciones de frutales. Compatibles con la Agricultura, Agroforestería, Agroturismo, Ecoturismo, Frutales, Ganadería, Investigación, Plantaciones agrícolas, UMA´s. Y **Acuacultura**, condicionado a especies nativas (como es el caso del camarón blanco) o con medidas para la prevención de escapes de especies exóticas a cuerpos de agua.

Vías de comunicación

Las principales vías de comunicación en la zona del proyecto son la Autopista 200D Colima - Manzanillo, la carretera México 200 Armería - Manzanillo y la terracería hacía la localidad de San Martín de Porres y la Colonia Bayardo. Al predio en estudio se puede acceder por este camino rústico, desde la carretera México 200 Armería - Manzanillo a 500 metros de su entronque con la Autopista 200D Colima - Manzanillo.

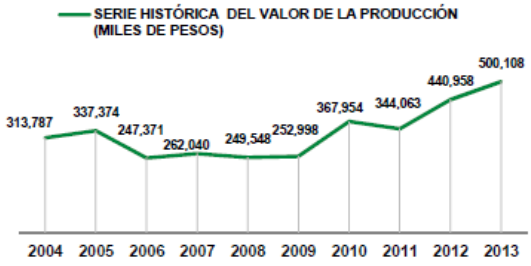
Otros proyectos productivos del sector

En el estado de Colima la industria acuícola y pesquera es de gran importancia. De acuerdo con el más reciente Anuario Estadístico de Acuicultura y pesca de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (2013), el camarón es la segunda especie en importancia para la entidad.

COLIMA

SERIE HISTÓRICA DE LA PRODUCCIÓN PESQUERA DE LA ENTIDAD (PESO VIVO EN TONELADAS)

ESPECIE	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TOTAL	33,775	39,118	22,563	21,758	22,858	22,966	34,988	32,487	31,893	37,945
TÚNIDOS	25,691	33,378	18,016	15,046	18,142	18,186	28,803	27,704	24,534	32,991
CAMARÓN	608	665	904	1,023	953	1,184	1,327	1,203	1,946	1,878
TIBURÓN Y CAZÓN	935	827	535	668	680	652	408	794	696	733
JUREL	277	237	151	284	146	131	309	277	413	608
MOJARRA	842	548	322	1,739	308	193	432	345	331	385
GUACHINANGO	162	134	101	126	71	53	121	157	148	198
PARGO	127	101	63	79	67	56	121	110	88	140
ROBALO	44	43	35	41	38	47	93	87	81	120
SIERRA	114	199	147	106	66	114	140	59	41	56
OTRAS	4,975	2,986	2,289	2,646	2,387	2,351	3,234	1,751	3,616	837

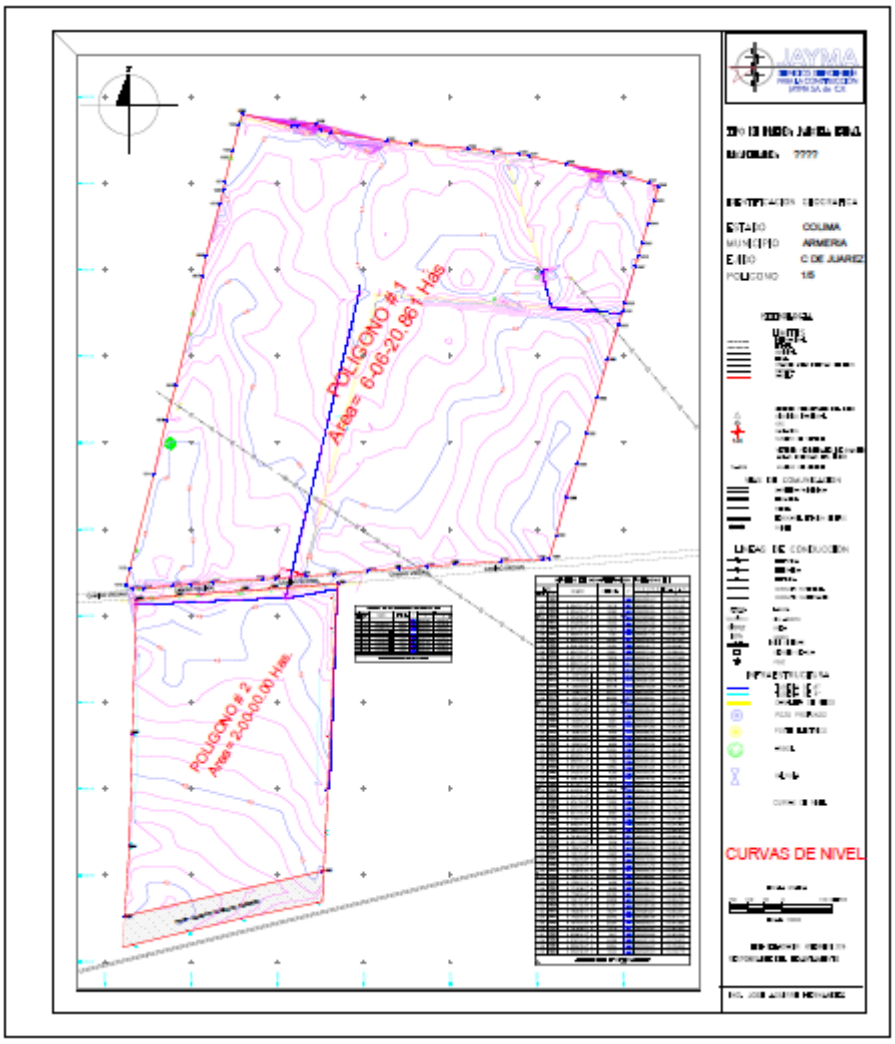


PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA PRODUCCIÓN NACIONAL									
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.28%	2.68%	1.47%	1.35%	1.31%	1.30%	2.16%	1.96%	1.89%	2.17%

POBLACIÓN DE PESCADORES:	EMBARCACIONES MAYORES ACTIVAS:	PLANTAS PESQUERAS:	EMBARCACIONES RIBEREÑAS ACTIVAS:	UNIDADES DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA:
1,757	33	3	355	82

En este Anuario con cifras oficiales se menciona que existen 82 granjas acuícolas en el estado de Colima, siendo las de producción de camarón, las que mayor volumen aportan para la producción estatal, así como un mayor número de ganancias y empleos.

Plano topográfico actualizado



Se anexa en formato grande un plano topográfico en el que se detallan las poligonales (incluyendo obras y/o actividades asociadas) y colindancias del sitio donde será desarrollado el proyecto. De igual manera se incluye para cada poligonal un recuadro donde se indican las coordenadas geográficas y UTM.

Se presenta a continuación un plano del conjunto de instalaciones propuestas con la totalidad de la infraestructura (operativa que consta de estanques de geomembrana y las obras asociadas como bodega, zona de proceso y patio de maniobras). En este caso el proyectos no requerirá de la construcción de canales o de obras de conducción de agua aparte de la tubería propia de cada tanque de cultivo, ya que existe un pozo de agua ya implementado que será desde donde se abastecerán los sistemas.

El uso del agua será para cultivo y para reposición de niveles debido a pérdidas por evaporación. Se implementará un tanque de sedimentación hacia donde serán derivados los excedentes de agua para eliminar los sólidos y poder reutilizar dicha agua, con lo que no se generarán descargas de agua hacia el exterior del predio. En el plano se muestran los trazos de las tuberías de toma y de descarga (hacia el sedimentador).

La superficie total requerida para el proyecto es el predio de 8.1 hectáreas, sin embargo las obras no ocuparán el total de su superficie. No se realizará el desmonte de ningún árbol en este proyecto ya que la zona tiene un uso agrícola actualmente en su totalidad, y por el contario, se respetarán los elementos arbóreos presentes en el perímetro y se realizará una siembra de especies nativas para completar las cortinas de viento.

En la parte sur del predio se tiene contemplado utilizar una sección de 2 hectáreas para la instalación de las obras permanentes como bodegas y zonas de proceso.

Se considera que este proyecto no favorecerá ningún tipo de sinergias con desarrollos vecinos ya que será el único en su tipo en varios kilómetros a la redonda, por lo que tiene una alta viabilidad ambiental a este respecto.

II.1.3 Inversión requerida

Se considera que para la realización del proyecto, la implementación de medidas ambientales y el capital de trabajo, se requerirá de una inversión total de $12,000,000 (doce millones de pesos), de los cuales se dividirán en 2 etapas que comprenderán los dos primeros años de construcción y operación.

El periodo de recuperación del capital está estimado en 5 años a partir del la puesta en marcha del proyecto.

Los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación serán de $200, 000 y $400, 000, respectivamente.

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

La especie a cultivar en este proyecto productivo es el **Camarón Blanco** (*Penaeus vannamei* Boone, 1931), es una especie de crustáceo decápodo de la familia Penaeidae, nativo del oriente del Océano Pacífico, y se distribuye de manera natural desde el estado de Sonora en México, hasta el noroeste de Perú (FAO, 2017).

Habita en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. *Penaeus vannamei* se encuentra en hábitats marinos tropicales. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la postlarva migra a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares. Los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g en una edad de entre 6 y 7 meses. Cuando *P. vannamei* pesa entre 30 y 45 g libera entre 100 000 y 250 000 huevos de aproximadamente 0,22 mm de diámetro.

La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización. En la primera etapa, la larva, denominada nauplio, nada intermitentemente y es fototáctica positiva. Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas larvarias (protozoea, mysis y postlarva temprana respectivamente) continúan siendo planctónicas por algún tiempo, se alimentan del fitoplancton y del zooplancton, y son transportados a la costa por las corrientes mareales. Las postlarvas (PL) cambian sus hábitos planctónicos unos 5 días después de su metamorfosis a PL, se trasladan a la costa y empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos.

Suministro de semilla. La semilla silvestre de *Penaeus vannamei* fue utilizada en América Latina para los cultivos extensivos en estanques hasta finales de la década de 1990. Los programas de domesticación y selección genética permitieron un suministro más consistente de postlarvas de alta calidad, libres de patógenos específicos (SPF) y/o resistentes (SPR), que eran criadas en incubadoras. Algunas PL fueron enviadas a Hawaii en 1989, obteniéndose las líneas de producción SPF y SPR y que posteriormente condujeron a su industrialización en Estados Unidos de Norteamérica y en Asia.

Stock de reproductores. Existen tres fuentes de abasto de progenitores de *P. vannamei*:

- En donde existen en el medio silvestre, los reproductores se capturan en el mar, (generalmente de un año de edad, con un peso superior a los 40 g) para inducir posteriormente su desove.
- De las cosechas de camarón cultivado en estanques (tras cuatro o cinco meses, con un peso de entre 15 y 25 g), se continúan cultivando durante 2 ó 3 meses y posteriormente se transfieren a instalaciones de maduración hasta alcanzar una edad superior a los 7 meses, cuando alcanzan un peso de entre 30 y 35 g.
- Los reproductores libres y resistentes a patógenos específicos (SPF/SPR) cultivados y producidos en tanques se adquieren de Estados Unidos de Norteamérica, (con una edad de entre 7 y 8 meses y un peso de entre 30 y 40 g).

Los reproductores se conservan en tanques de maduración en salas interiores oscuras, con agua de mar limpia y filtrada. El alimento que se suministra es una mezcla de alimentos frescos y balanceados. Se procede a la ablación de un pedúnculo ocular a cada hembra, lo cual lleva a repetidos ciclos de maduración y desove.

Las hembras de entre 8 y 10 meses de edad se reproducen eficientemente, en tanto que los machos alcanzan su mayor capacidad reproductiva después de los 10 meses. Se alcanzan tasas de desove de 5–15 por ciento/noche dependiendo del origen de los reproductores. Las hembras se desovan en tanques comunales o individuales (para evitar la transmisión de enfermedades). En la tarde siguiente, los nauplios saludables son atraídos mediante luz para ser atrapados y posteriomente se enjuagan con agua de mar. A continuación se desinfectan con

iodo y/o formalina, se vuelven a enjuagar, se cuentan y se transfieren a tanques de mantenimiento o directamente a los tanques de cría.

Producción en viveros. Los sistemas de incubadoras varían desde los altamente especializados hasta los pequeños, no sofisticados, casi siempre tierra adentro, desde patios traseros hasta instalaciones sofisticadas e instalaciones con control ambiental y coordinadas con unidades para maduración. Los nauplios se colocan en tanques planos, preferiblemente en forma de 'V' o 'U' con un volumen de 4 a 100 m^3, construidos con concreto, fibra de vidrio o recubiertos con membranas de materiales plásticos.

Las larvas se crían, o bien hasta PL10–12 en un solo tanque para la cría larvaria, o se cosechan hasta PL4–5 y se transfieren a tanques de flujo rápido con fondo plano y se crían hasta PL10–30. Las tasas de supervivencia de PL10–12 en promedio deben ser superiores al 60 por ciento. El agua se intercambia regularmente (entre el 10 y el 100 por ciento diariamente) para mantener buenas condiciones ambientales. La alimentación normalmente consiste de organismos vivos (microalgas y *Artemia*), complementada con microcápsulas de alimentos preparados secos o líquidos. El período de crecimiento hasta PL 12 es de aproximadamente 21 días. Se brindan los cuidados necesarios para reducir la contaminación bacteriana/patógena de las instalaciones larvarias, mediante el empleo de una combinación periódica de secado y desinfección, sedimentación del agua de entrada, filtración y/o clorinación, desinfección de los nauplios, recambio de agua y el uso de antibióticos o (preferiblemente) probióticos.

Criadero. La mayoría de las granjas de cultivo del *P. vannamei* no incluyen criaderos, sino que las PL 10–12 se transportan a una temperatura menor, sea en bolsas plásticas o en tanques de transportación oxigenados, hasta los es tanques en donde son introducidos directamente. En algunos casos, se utilizan sistemas de cría que incluyen tanques de concreto separados o estanques de tierra, o aún corrales de redes o jaulas ubicadas en los estanques de producción. Esos sistemas de crianza pueden utilizarse entre 1 y 5 semanas. Los criaderos son útiles en áreas de clima más frío, cuyas temporadas de crecimiento son limitadas, por lo que las PL se crían hasta una talla mayor (0,2–0,5 g) en estanques o tanques con calentamiento, antes de ser sembradas en estanques. El empleo de técnicas súper intensivas, control de temperatura, invernaderos, canales de concreto, etc. han dado buenos resultados en Estados Unidos de Norteamérica.

Antecedentes históricos

La primera reproducción artificial de esta especie se logró en Florida en 1973 a partir de nauplios procedentes de una hembra ovada silvestre capturada en Panamá. Tras los resultados positivos obtenidos en estanques y el descubrimiento de la ablación unilateral (y nutrición adecuada) para promover la maduración en Panamá en 1976, el cultivo comercial de *Penaeus vannamei* se inició en Centro y Sudamérica.

El desarrollo subsiguiente de las técnicas para la cría intensiva condujo a su cultivo en Hawaii, área continental de Estados Unidos de Norteamérica, y extensas zonas de Centro y Sudamérica, a principios de la década de 1980. Desde este momento, el cultivo comercial de esta especie en América Latina mostró una tendencia de rápido crecimiento (con picos cada 3 ó 4 años, en los años cálidos y húmedos de presencia de "El Niño"), y declives coincidentes con la irrupción de enfermedades durante los años fríos de presencia de "La Niña". A pesar de estos problemas, la producción de *P. vannamei* en el continente americano ha continuado incrementándose.

Después de su declive en 1998 en que se alcanzó un volumen pico de 193 000 toneladas, descendiendo a 143 000 toneladas en 2000, la producción volvió a aumentar a 270 000 toneladas en 2004. Asia ha experimentado un incremento fenomenal en la producción de *P. vannamei*.

A pesar de que a la FAO no le fue reportada producción alguna en 1999, en el año 2004 se registraron casi 1 116 000 toneladas sobrepasando la producción de *P. monodon* en China, la Provincia China de Taiwán y Tailandia, gracias a varios factores favorables. Sin embargo, debido a los temores relativos a la importación de enfermedades exóticas, varios países asiáticos se han mostrado reacios a impulsar el cultivo de *P. vannamei*, por lo que su cultivo se mantiene oficialmente confinado a pruebas experimentales en Camboya, India, Malasia, Myanmar y Filipinas. Tailandia e Indonesia, permiten su libre cultivo comercial pero mantienen restricciones oficiales permitiendo únicamente la importación de progenitores libres de patógenos específicos (SPF) o resistentes (SPR). De manera similar, la mayoría de los países Latinoamericanos tienen leyes de estricta cuarentena o vedas para prevenir la importación de agentes patógenos exóticos con la importación de nuevas cepas.

Principales países productores

Los principales países productores de *Penaeus vannamei* en la actualidad son: China, Tailandia, Indonesia, Brasil, Ecuador, México, Venezuela, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Belice, Viet Nam, Malasia, P.C. de Taiwán, Islas del Pacífico, Perú, Colombia, Costa Rica, Panamá, El Salvador, Estados Unidos de América, India, Filipinas, Camboya, Surinam, Saint Kitts, Jamaica, Cuba, República Dominicana y Bahamas.

Las técnicas para el crecimiento se pueden sub-dividir en 4 grandes categorías: extensivas, semi-intensivas, intensivas y súper-intensivas, que representan respectivamente, densidades de siembra baja, media, alta y extremadamente alta.

Extensiva

Esta técnica es común en los países latinoamericanos. Los cultivos extensivos de *P. vannamei* desarrollan en las zonas inter mareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 ha (o hasta 30 ha) y una profundidad de entre 0,7 y 1,2 m. Generalmente, se empleaba semilla silvestre que entraba a los estanques con la marea alta, o se adquiría a los recolectores de semilla; desde la década de 1980 se utiliza PL obtenida de las incubadoras, con una densidad de 4–10/m^2. El camarón se alimenta a base de alimentos producidos naturalmente mediante fertilización, y dosis una vez al día de alimentos balanceados de bajas proteínas. A pesar de la baja densidad, a los 4 ó 5 meses se cosechan camarones pequeños de entre 11 y 12 g. El rendimiento en estos sistemas extensivos es de 150–500 kg/ha/cosecha, con una ó dos cosechas anuales.

Semi-intensiva

Los estanques de cultivo semi intensivo (1–5 ha) emplean semillas producidas en incubadoras, con densidades de siembra entre 10 y 30 PL/m^2 ; estos sistemas son comunes en América Latina. El agua se bombea para su recambio, los estanques tienen una profundidad de entre 1 y 1,2 m y si acaso, emplean un mínimo de aireación artificial. El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación 2 ó 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en

estanques semi intensivos varían entre 500 y 2 000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año.

Intensiva

Las granjas intensivas comúnmente se ubican fuera de las áreas intermareales, donde los estanques puedan drenarse totalmente, secarse y prepararse antes de cada ciclo; cada vez más se ubican lejos del mar, en tierras más baratas y de baja salinidad. Este sistema de cultivo es común en Asia y en algunas granjas de América Latina que están procurando elevar su productividad. Comúnmente los estanques son de tierra, pero también se utilizan membranas de recubrimiento para reducir la erosión y mejorar la calidad del agua. En general los estanques son pequeños (0,1–1,0 ha) sean cuadrados o redondos. La profundidad suele ser mayor a 1,5 m. Las densidades varían entre 60 y 300 PL/m ^{2} . Se requiere una aireación continua de 1 HP/400–600 kg de camarón cosechado, para la oxigenación y circulación del agua. La alimentación se basa en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias. Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1.

Desde la irrupción de síndromes virales, se ha generalizado el uso de cepas domesticadas libres o resistentes de patógenos específicos (SPF) o (SPR) respectivamente; la implementación de medidas de bioseguridad y sistemas de bajo recambio de agua. Sin embargo la alimentación, la calidad y recambio del agua, aireación y el florecimiento del fitoplancton requieren de un cuidadoso monitoreo y manejo. Los rendimientos de la producción varían entre 7 y 20 000 kg/ha/cosecha, pudiéndose lograr de 2 a 3 cosechas por año, con un máximo de 30 a 35 000 kg/ha/cosecha.

En el sistema de floculación bacterial, los estanques (0,07–1,6 ha) se manejan con alta aireación, recirculación y sistemas de bacterias heterotróficas. Se utilizan alimentos bajos en proteínas, suministrándolos de 2 a 5 veces al día, en un esfuerzo por elevar la relación C:N a >10:1 y desviar los nutrientes adicionados a través procesos bacterianos en vez de la vía algal. Se utilizan densidades de 80–160 PL/m^2 , los estanques se hacen heterotróficos y se forman flóculos de bacterias, que son consumidos por los camarones, reduciendo la dependencia de alimentos altos tanto en proteínas como en tasa de conversión alimenticia incrementándose la eficiencia costo-beneficio. Esos sistemas han logrado una producción de 8–50 000 kg/ha/cosecha en Belice e Indonesia.

Super-intensiva

La investigación desarrollada recientemente en Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado al crecimiento del *P. vannamei* ien sistemas de canales de flujo rápido súper-intensivos en invernaderos, sin recambio de agua (salvo el reemplazo de pérdidas por evaporación) o la descarga, utilizando larvas de cepas SPF. Por lo tanto son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio. El cultivo en canales de 282 m^2 con 300–450 juveniles/m^2 de entre 0,5 y 2 g para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha logrado obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana, tasas de sobrevivencia de 55–91 por ciento, con un peso promedio de entre 16 y 26 g y factores de conversión alimenticia de 1,5–2,6:1.

Suministro de alimento. *P. vannamei* es muy eficiente en la utilización de la productividad natural de los estanques, aún bajo condiciones de cultivo intensivo. Adicionalmente, los costos de alimentación son generalmente menores para *P. vannamei* que para *P. monodon*, que es más carnívoro, debido a sus menores requerimientos proteicos (entre 18 y 35 por ciento, comparado con un requerimiento de entre 36 y 42 por ciento), especialmente donde se emplean sistemas de floculación de bacterias. Los precios de los alimentos para *P. vannamei* varían de 0,6 USD/kg en Latinoamérica y Tailandia hasta 0,7–1,1 USD/kg en los demás países de Asia. Generalmente se alcanzan Factores de Conversión Alimenticia de 1,2 a 1,8:1.

Técnicas de cosecha. Para realizar la cosecha de los estanques de cultivos extensivos y semi intensivos, se drenan los estanques durante la marea baja, a través de redes instaladas en la compuerta de salida. Si la marea no permite la cosecha, el agua debe bombearse. En algunas granjas grandes, maquinaria de cosecha bombea el agua y al camarón al borde del estanque, en donde se elimina el agua. Los estanques de cultivos intensivos pueden cosecharse de manera similar, arrastrando también pequeñas redes por 2 a 6 personas para acorralar al camarón hacia un lado del estanque, de donde se retiran mediante redes atarraya o con cucharas de red o cubetas perforadas.

En los cultivos intensivos asiáticos, las cosechas parciales son comunes a partir del tercer mes. En Tailandia se instala temporalmente una compuerta en una esquina, en el interior del estanque para cosechar estanques con sistemas

cerrados. El camarón es capturado en las redes adosadas a esta compuerta, cuando se bombea el agua.

En sistemas súper intensivos, el camarón simplemente se cosecha con grandes redes cuchara, conforme se vaya requeiriendo camarón para ser procesado.

Manipulación y procesamiento. Cuando el camarón se vende directamente a las plantas de procesamiento, comúnmente se utilizan equipos de cosecha y manejo para mantener la calidad del camarón. Una vez que se selecciona, el camarón se lava, pesa y se mata al introducirlo en agua helada (0 a 4 °C). Frecuentemente se agrega metabisulfato de sodio al agua helada, para evitar la melanosis y la cabeza roja. Posteriormente el camarón se conserva en hielo dentro de contenedores aislados y es transportado en camiones hacia las plantas de procesamiento o a los mercados de camarón. En las plantas de procesamiento, el camarón se coloca en cubos helados, se limpia y selecciona por tallas para su exportación. El camarón se procesa, se congela rápidamente a -10 °C y se conserva a -20 °C para su exportación por barco o carga aérea. Debido a una creciente demanda, exención de impuestos y altos márgenes de ganancia, muchas plantas procesadoras tienen varias líneas de productos con valor agregado.

Costos de producción. Los costos de producción varían dependiendo de muchos factores. Los costos de operación para la producción de semilla oscilan en promedio entre 0,5 y 1,0 USD/1 000 PL, en tanto que los precios de venta varían de 0,4 USD/1 000 PL8–10 en China y 1,0–1,2 USD/1 000 PL12 en Ecuador a 1,5–3,0 USD/1 000 PL12 en los países de Asia. Menores costos de alimentación y mayores niveles de intensidad generan costos promedios de producción para la etapa de crecimiento de aproximadamente 2,5 a 3,0 USD/kg para *P. vannamei*, comparados con los 3,0 a 4,0 USD/kg en los cultivos extensivos de *P. monodon*.

Enfermedades y medidas de control

Los mayores problemas de enfermedad que afectan al *P. vannamei*se muestran en la siguiente tabla. La disponibilidad de cepas libres de patógenos (SPF) y cepas resistentes a patógenos (SPR) constituyen un mecanismo para evitar estas enfermedades, pero también son importantes los procedimientos de bioseguridad, incluyendo:

- Secado y escarificado total del fondo de los estanques entre ciclos productivos.

- Reducción del intercambio de agua y tamizado fino de todos los ductos de abasto de agua.
- Uso de mallas anti-pajareras o de espanta-pájaros.
- Colocación de barreras al rededor de los estanques.
- Procedimientos sanitarios.

No existen productos químicos o medicamentos para tratar las infecciones una vez que los estanques han sido invadidos por virus, pero un buen manejo del estanque, agua, alimentos y las condiciones de salud de la población, pueden reducir su virulencia.

En algunos casos, se han empleado antibióticos y otros fármacos para el tratamiento, pero su inclusión en esta tabla no implica una recomendación de la FAO en tal sentido.

ENFERMEDAD	AGENTE	TIPO	SÍNDROME	MEDIDAS
Mancha blanca (WSD); también conocida como WSBV o WSSV	Parte del síndrome de manchas blancas, complejo (recientemente reclasificado en una nueva familia como nimavirus)	Virus	El camarón severamente infectado manifiesta reducción en el consumo de alimentos, letargo; alta mortalidad, hasta del 100 por ciento entre 3 y 10 días a partir de la manifestación de signos clínicos; cutículas sueltas con manchas blancas de 0,5–2,0 mm de diámetro, más evidentes dentro del caparazón; el camarón moribundo muestra coloración entre rosada y rojiza-café debido a la expansión de cromatóforos cuticulares y	Uso de cepas libres de patógenos específicos (SPF); lavar y desinfectar los huevos/nauplios con iodo, formalina; tamizar y separar los reproductores, los nauplios, las postlarvas y los juveniles; evitar cambios bruscos de calidad del agua; mantener temperatura del agua >30 °C; evitar el estrés; evitar uso de alimentos frescos; minimizar recambio de agua para evitar entrada de portadores de virus; tratamiento a estanques e incubadoras

			escasas manchas blancas.	infectados con cloro a 30 ppm para matar el camarón infectado y a los portadores; desinfección de equipo.
Síndrome del Taura (TS); también conocido como Virus del Síndrome de Taura (TSV) o Enfermedad de Cola Roja	Virus de ARN de una sola banda (Picornaviridae)	Virus	Ocurre durante la única muda en los juveniles a los 5 a 20 días tras la siembra, o tiene un curso crónico de varios meses; debilidad, caparazón blando, tracto digestivo vacío y expansión difusa de cromatóforos rojos en los apéndices; la mortalidad varía de 5 a 95 por ciento; los sobrevivientes pueden presentar lesiones negras y ser portadores de por vida.	Uso de cepas libres de patógenos específicos o resistentes a patógenos específicos; lavar y desinfectar huevos y nauplios; limpiar y desinfectar vehículos y equipo contaminado; ahuyentar aves (vectores); destruir el stock y desinfectar totalmente las instalaciones.
Necrosis infecciosa hypodermal y hematopoiética (IHHNV), causando Síndrome de Deformidad Runt (RDS)	Parvovirus sistémico	Virus	Baja mortalidad de *P. vannamei*; resistente; pero hay una reducción en la alimentación y baja eficiencia en alimentación y crecimiento; deformaciones cuticulares (rostrum encorvado – RDS) ocurren en <30 por ciento de la población infectada, mayor variación en el peso a la cosecha final y menor precio	Uso de cepas libres de patógenos específicos SPF y resistentes a patógenos específicos (SPR); lavar y desinfectar huevos y nauplios; desinfección total de las instalaciones de cultivo para evitar la reintroducción.

			de mercado.	
Necrosis Baculoviral de la Glándula Intestinal (BMN); también conocida como enfermedad de la glándula intestinal turbia, enfermedad del hígado blanco turbio o enfermedad turbia blanca.	Baculovirus entérico no ocluído	Virus	Infecta los estadíos larvales y postlarvales, causando una gran mortandad; turbiedad blanca del hepatopancreas causado por necrosis del epitelio tubular; la larva flota inactiva en la superficie; en etapas posteriores muestra resistencia; los reproductores portadores también son una fuente de infección.	Separar los huevos de las heces, lavar huevos y nauplios con agua de mar limpia y desinfectarlos con iodo y/o formalina; desinfectar instalaciones infectadas para evitar nuevos brotes.
Vibriosis	*Vibrio* spp., particularmente *V. harveyi* & *V. parahaemolyticus*	Bacteria	Puede causar varios síndromes importantes, tales como luminiscencia y los llamados síndromes zoea-2 y de bolitas. En incubadora, se ve como luminiscencia en el agua y/o cuerpo del camarón; menor alimentación y alta mortandad. En estanques, los altos niveles de vibrios se asocian con la decoloración roja del camarón (especialmente en las colas) y necrosis interna y externa;	Manejo cuidadoso del sistema. En incubadoras, desinfectar las instalaciones, equipo, agua y trabajadores; utilizar alimentos vivos libres de bacterias; cubrir tanques de cultivo con cubiertas de plástico para evitar la transferencia a los estanques. En estanque, prevenir con preparación apropiada; control de florecimientos algales; agua limpia y manejo de

			menor alimentación y mortandad crónica; una segunda infección resultado de un pobre manejo ambiental debilita al camarón, el cual es susceptible de infecciones virales.	alimento; controlar la densidad de siembra y la aireación para mantener condiciones ambientales óptimas a lo largo del ciclo de cultivo.

Departamento de Pesca y Acuicultura. FAO. 2017.

Mercado y comercio

Productos

Las presentaciones de congelado con cabeza, sin cabeza y camarón pelado fueron los principales productos de exportación hacia los principales mercados de Estados Unidos de Norteamérica, la Unión Europea y Japón. La actual tendencia es hacia el procesamiento de productos con valor agregado. Ello se debe a la falta de tarifas anti-dumping para productos procesados para el mercado de Estados Unidos, menor afluencia de consumo en restaurantes y la mayor tendencia a consumir productos “listos para cocinarse” o “listos para comerse” a nivel doméstico.

Precios y estadísticas de mercado

El principal mercado del camarón lo constituyen los Estados Unidos de Norteamérica, de quien se esperaba que la importación fuese de aproximadamente 477 000 toneladas con un valor de 3,1 billones de USD en 2005; es decir, 1,8 veces más que las 264 000 toneladas importadas en 2000. Los Estados Unidos, tradicionalmente se abastecían de camarón pequeño congelado o procesado sin cabeza procedente de América Latina. Más recientemente, los Estados Unidos se han tornado a Asia para satisfacer su creciente demanda (1,9 kg/capita en 2004). Los principales proveedores para los Estados Unidos en 2005, fueron Tailandia, Ecuador, India, China y Vietnam. Sin embargo, el rápido incremento de la producción de *P. vannamei* ha generado una grave caída de los precios en los mercados internacionales. De manera similar, los precios a pie de granja del camarón blanco con peso de 15–20 g ha bajado sistemáticamente de 5 USD/kg en 2000 a unos 3,0 ó 3,5 USD/kg en 2005.

El siguiente mercado más importante lo constituye la Unión Europea (que importó unas 183 000 toneladas durante el primer semestre de 2005), con preferencia por el camarón pequeño (talla 31/40), entero y congelado. Japón, cuyo Mercado prefiere el camarón grande (talla 16/20) sin cabeza, se abastece preferentemente de *P. monodon* procedente de las grandes granjas extensivas de Asia.

Regulaciones de mercado

Los estándares de sanidad y el empleo de medicamentos y productos químicos, así como las regulaciones de seguridad alimentaria para los mariscos (particularmente el camarón) son muy elevados en todos los países importadores. Sin embargo, la Unión Europea es aún mas estricta en sus regulaciones (tolerancia cero) en relación a los residuos de productos químicos y antibióticos, así como el Sistema General de Preferencia (GSP) en impuestos de importación. El mercado estadounidense enfatiza más las medidas sanitarias tales como HACCP o Evaluación Sensorial, pero también ha insistido en controles estrictos en relación a los antibióticos prohibidos para el camarón. Desde junio de 2005, se impusieron tarifas antidumping para el camarón cultivado importado por Estados Unidos procedente de 6 países productores de camarón y se fijaron (en términos generales) en aproximadamente 113 por ciento para China, 16 por ciento para Vietnam, 10 por ciento para India, 7 por ciento para Brasil, 6 por ciento para Tailandia, y 4 por ciento para Ecuador. México e Indonesia se libraron de esta imposición de tarifas.

Estatus y tendencias

Investigación

Algunas de las áreas prioritarias de la investigación relativa al cultivo de *P. vannamei* son las siguientes:

- Continuidad en el desarrollo de las líneas de cepas resistentes a patógenos específicos (SPR) de los virus del *P. vannamei* incluyendo TSV, WSSV, IHHNV, BMNV y IMNV.
- Desarrollo de líneas SPF y SPR de crecimiento más rápido.
- Desarrollo continuo de sistemas de cultivo bioseguros, de alta densidad y baja salinidad.

- Vacunación y otros tratamientos efectivos contra los virus del camarón.
- Sustitución de insumos no amigables al ambiente y alimentos marinos caros en la producción de alimentos para camarón.
- Sistemas de tratamiento y manejo eficiente del agua para sistemas cerrados de cultivo.
- Técnicas para reducir la carga bacteriana en sistemas de cultivo de camarón.
- Procedimientos efectivos de desinfección de huevos, nauplios y postlarvas en incubadoras.
- Sustitución efectiva de antibióticos (v.gr. probióticos e inmunoestimulantes).

Desarrollo

Dado que el cultivo de *P. vannamei* se ha expandido rápidamente en los últimos años, particularmente en Asia, el valor del camarón cultivado ha disminuido. Se espera que esta tendencia continúe. Bajo tales circunstancias, los productores menos eficientes no estarán en condiciones de competir con quienes producen camarón ecológico o más económico. Las tendencias mundiales recientes apuntan a la integración de la industria, como respuesta a los requerimientos de trazabilidad y control en los sistemas de cultivo.

Mercado

Los mercados mundiales han mostrado una demanda ligeramente creciente del camarón cultivado, debido al estancamiento de las capturas pesqueras, a la mayor afluencia de la población y a la preferencia por consumir productos saludables. A pesar del aumento en la demanda, el precio de *P. vannamei* ha bajado continuamente. Se espera que en el futuro, el mercado de *P. vannamei*sea más competitivo, debido principalmente a la saturación de los mercados de exportación y la reducción en el crecimiento económico mundial, así como la imposición de barreras no arancelarias al comercio del camarón. Adicionalmente, la industria deberá satisfacer los requerimientos de los países importadores en los siguientes aspectos:

- Residuos químicos.
- Seguridad alimentaria.
- Certificación.
- Trazabilidad.

- Etiquetado de certificación ecológica.
- Sustentabilidad ambiental.

Recomendaciones de la FAO

Todos los productores de camarón están cobrando conciencia de la necesidad de cultivar el camarón de manera responsable, cumplir con la trazabilidad y generar bajos impacto a fin de contribuir a la bioseguridad y a la protección del ambiente, paralelamente a lograr una mayor eficiencia productiva en términos de costo. Los sistemas super intensivos recientemente desarrollados con empleo de flóculos bacterianos podrían tener el potencial de reunir estas características por lo que deben investigarse más a fondo. A fin de que el crecimiento en el cultivo de camarón continúe siendo estable a largo plazo, se requiere promover internamente el consumo de este producto (como en China) para paliar las difíciles circunstancias de los mercados de exportación.

Principales asuntos

La reciente expansión del cultivo del camarón ha generado muchos debates públicos en torno a los efectos sobre el medio ambiente y su sustentabilidad; los temas de mayor preocupación son:

- Utilización de los ecosistemas de manglares para la construcción de estanques.
- Utilización de estanques por pocos años, bajo el estilo de roza y quema, y su posterior desplazamiento a otras áreas.
- Salinización de las aguas subterráneas y tierras agrícolas.
- Contaminación de aguas costeras por efecto de las descargas de los estanques.
- Sobreuso de harinas de origen marino conduciendo a un aprovechamiento ineficiente de fuentes vitales de proteína y alteración de los ecosistemas marinos.
- Preocupación por la biodiversidad, como resultado de la recolección de semilla y reproductores silvestres e introducción de especies exóticas, así como agentes patógenos asociados.
- Conflictos sociales con otros usuarios de los recursos naturales.
- Descargas de las granjas, causando autocontaminación en las áreas de cultivo de camarón.

Tanto los gobiernos como la industria camaronera están tratando de mitigar los impactos mencionados. Los nuevos sistemas intensivos no requieren la utilización de las zonas intermareales de manglares y algunos manglares se han replantado. Las tecnologías de cultivo en áreas interiores se han mejorado, empleando un mínimo de agua de mar en estanques recubiertos con membranas a fin de prevenir la salinización del subsuelo. Actualmente se practican sistemas de cultivo cerrados que no requieren agua fresca ni descargas, junto con mejores prácticas de manejo para prevenir la contaminación de aguas costeras. La sobreexplotación de la semilla y de reproductores silvestres se ha resuelto mediante la utilización de reproductores domesticados de *P. vannamei*. El uso de la harina de pescado se han reducido mediante la substitución del *P. monodon*. por *P. vannamei*, que es más eficiente para aprovechar alimentos con bajo nivel de proteína que *P. monodon*. Subsisten conflictos sociales, pero la industria del cultivo de camarón emplea a miles de habitantes rurales, que estarían en peores condiciones sin esta fuente de empleo. La adopción de más tecnologías ambientalmente responsables para el cultivo del camarón podrán contribuir a reducir tales conflictos en el futuro.

Prácticas de acuicultura responsable

Debido a la rápida expansión y a la creciente conciencia de los impactos negativos de las prácticas de cultivo de camarón sobre el ambiente y su propia producción, muchos países productores de camarón están realizando genuinos esfuerzos para cumplir con el concepto de acuicultura responsable, tal como se detalla en el Artículo 9 del Código de Conducta de Pesca Responsable (CCRF) de la FAO. La formulación y adopción de Buenas Prácticas de Manejo “BPM” (Buenas Prácticas Acuícolas – BPA) están empezando a prevalecer en aras de una mayor bioseguridad, incrementar la eficiencia en costos, reducir los residuos de productos químicos e incrementar la trazabilidad. La certificación de cultivo orgánico del camarón se está considerando seriamente. Las normas de HACCP e ISO, ya en práctica en las plantas de procesamiento y alimentos, se están adoptando para las granjas e incubadoras. La FAO y otras organizaciones han desarrollado un sistema de lineamientos y Buenas Prácticas Acuícolas para ayudar a los países productores a cumplir con los diversos aspectos del Código de Conducta de Pesca Responsable CCRF (FAO *et al.*, 2016).

Atributos y amenazas de la especie a cultivar

Como se mencionó anteriormente, la especie de camarón blanco *Penaeus vannamei* se distribuye de manera natural a lo largo de todo el litoral del pacifico Mexicano por lo que no es una especie exótica y no representa ninguna amenaza a la biota silvestre.

b) Origen y número de los organismos a cultivar

Se tiene contemplado adquirir postlarvas en los laboratorios comerciales del estado de Colima. Se verificará que los laboratorios seleccionados presenten certificaciones sanitarias como libres de patógenos específicos, para evitar introducir enfermedades a la unidad de producción.

La cantidad estimada de postlarvas que se utilizarían es de 5 millones aproximadamente por año, en dos a tres ciclos de cultivo.

c) Especies exóticas

No se utilizarán especies exóticas, sin embargo se implementarán mecanismos de bioseguridad para evitar fugas y entrada de organismos que puedan generar contaminación, depredación, o fungir como vectores de enfermedades . Evidentemente se descartan fugas debido a que la unidad estará aislada de cualquier cuerpo de agua y los organismos estarán confinados a los tanques de cultivo.

Estrategias de manejo de la especie a cultivar:

a) Se tiene programado realizar de 2 a 3 ciclos de producción por año.

b) Como biomasa esperada se estima una producción de 50 toneladas por año. Como se explicará a continuación, debido al tipo de manejo de "sistema cerrado" la cantidad de metabolitos y excretas producidas no representarán un impacto negativo para el ambiente ni aportará a procesos de eutrofización de ambientes acuáticos ya que no se presentarán efluentes hacia el exterior de la granja. En caso de presentarse un exceso de lodos en los sedimentadores, estos serían secados y dispuestos de una manera responsable por medio de empresas dedicadas al manejo de este tipo de residuos.

c) El tipo de alimento a utilizar es balanceado peletizado comercial, que se almacenará en una bodega adecuada para este fin según las normas de buenas prácticas e inocuidad alimenticia. Se estima que se podría manejarían alrededor de 5 toneladas mensuales a partir del tercer año, cuando la unidad de producción se encontrara al total de su capacidad.

Se realizarán análisis de las características de durabilidad en el agua del alimento y del tipo de residuos que genera al no ser consumido por los organismos en cultivo y depositarse en el fondo de los tanques, sin embargo por medio del sistema de biofloc que se implementará, estos sólidos sedimentables se resupenderán por medio de aireación en el agua de cultivo. Al no emitirse descargas al exterior de la granja, se descartan alteraciones negativas a las condiciones del ambiente.

d) Los fertilizantes que se utilizan estos sistemas son a base de nitratos y están autorizados para su uso acuícola. Existen marcas comerciales como Nutrilake que son ampliamente utilizados en la producción de peces y de camarón. Estos fertilizantes deberán ser almacenados en una sección específica de la bodega, con señalamientos e implementos adecuados para ser almacenados y manejados de una forma segura por el personal destinado a estas labores.

El sistema de cultivo

La tecnología de cultivo a emplearse en el proyecto es denominada popularmente como "biofloc" y surgió en los años 90 como una alternativa para reducir los impactos negativos de los efluentes de la actividad acuícola (AquaHoy, 2017). Esta tecnología es empleada principalmente en el cultivo de camarones marinos y tilapia, que son organismos de hábitos omnívoros y con tolerancia a altas concentraciones de sólidos en suspensión.

Tiene como principales ventajas:

1. La mejora de la bioseguridad del sistema acuícola con la estabilización de la calidad del agua de cultivo.

2. Reducción del recambio de agua hasta cero.

3. Uso más eficiente del agua y suelo.

4. Reduce la sensibilidad del sistema a las fluctuaciones de luz.

5. Mayor protección ante enfermedades.

6. Provee alimentación suplementaria a los organismos en cultivo (mejorando la conversión del alimento).

Hay una serie de investigaciones recientes sobre el tema, donde la diversidad de microorganismos que conforman los flóculos microbianos lo vuelven adecuado para suplementar la dieta de especies acuícolas (Avnimelech, 2009; Crab, 2010; Lezama-Cervantes y Paniagua-Michel, 2010; Mahanand *et al*., 2013; Taw, 2010; Wasielesky, 2006). De acuerdo con la literatura, los flóculos microbianos pueden ayudar a reducir hasta en 40% el contenido de harina de pescado en dietas de camarón marino sin afectar el crecimiento o la calidad del agua de cultivo.

En sistemas biofloc se puede llegar a producir hasta 300 toneladas de tilapia por hectárea, y también rendimientos muy altos para el caso del camarón. Los principales aspectos que se deben considerar durante el diseño de un sistema biofloc para la acuicultura son: la especie a cultivar, nivel de oxígeno disuelto, la fuente de carbono, la tasa de carbono a nitrógeno, la concentración de sólidos suspendidos, el movimiento de agua para resuspensión de sólidos, el pH del agua, entre otros aspectos.

En el ámbito internacional, los centros de investigación y universidades brasileñas lideran el campo de investigación en tecnología biofloc con camarones hace dos décadas, sobre todo en el estado del Rio Grande do Sur (Universidade Federal do Rio Grande), desde donde se está asesorando técnicamente el presente proyecto. Sus trabajos de investigación están relacionados principalmente con el cultivo de tilapias y camarones en sistema biofloc.

Los sistemas de tecnología biofloc representan una gran oportunidad para mejorar la sustentabilidad de las prácticas acuícolas de especies que pueden emplear los microorganismos presentes en el medio de cultivo como alimento, como por ejemplo el camarón blanco. Existen muchos artículos científicos que destacan las ventajas de los sistemas biofloc para las especies acuícolas, y en Estados Unidos la Southern Regional Aquaculture Center publicó recientemente la hoja informativa llamada “Biofloc Production Systems for Aquaculture”. El documento elaborado por John A. Hargreaves tiene como finalidad informar sobre las ventajas y aplicaciones de los sistemas de bioflocs en la acuicultura. Estos sistemas fueron desarrollados para mejorar el control ambiental sobre la producción y prevenir la

introducción de enfermedades, en lugares en donde se práctica formas de acuicultura más intensivas.

Los bioflocs son agregados de microalgas, bacterias, protozoos y otras particulas de materia orgánica como las heces y el alimento no consumido. La comunidad de los bioflocs también incluye a algunos animales que “pastorean” en los flocs, como el zooplancton y los nematodos. Por otro lado, de acuerdo con el documento, la calidad nutricional del biofloc para los animales en cultivo es bueno pero variable. El contenido de proteína seca del biofloc varía de 25 a 50%; el contenido de grasa va de 0.5 a 15%; sin embargo, no existen informes claros sobre la cantidad de aminoácidos como la metionina y lisina. Los bioflocs son buenas fuentes de vitamina y minerales, especialmente de fósforo; y podrían tener efectos probióticos en los organismos cultivados. Los bioflocs proveen dos servicios críticos: a) tratan los desechos y proveen alimento. Estos sistemas pueden operar con una tasa de recambio de agua baja (0.5 a 1%/día) y permiten minimizar la tasa de recambio de agua.

Características

El continuo desarrollo de la acuicultura mundial requiere de nuevas estrategias y alternativas para alcanzar la sustentabilidad. El incremento de la demanda por alimentos de origen acuático ha llevado a la intensificación de las densidades de cultivos acuícolas, lo que tiene serias implicancias ambientales por los efluentes que se genera. En este sentido, existe la necesidad por el desarrollo de sistemas de cultivo acuícolas sostenibles.

Los sistemas basados en microbios representan una de las estrategias más viables para alcanzar la sustentabilidad en la acuicultura (Martinez *et al*., 2015). La tecnología de biofloc (BFT) es una de las tecnologías innovadoras para la gestión de desechos y retención de nutrientes que ofrece una solución para resolver los problemas ambientales de la acuicultura (Anjalee y Madhusoodana, 2015); el biofloc es una técnica de mejora de la calidad del agua en la acuicultura a través del balance del carbono y el nitrógeno en el sistema (Crab et al., 2012) debido a que permiten sacar estos compuestos del agua.

Los sistemas biofloc fueron desarrollados para mejorar el control ambiental sobre la producción en sistemas acuícolas intensivos; no obstante, estos sistema también ayudan a prevenir la introducción de enfermedades a la granja acuícola (Schock *et al*, 2013). Los sistemas biofloc remueven los desechos metabólicos de

los sistemas de producción acuática (Rode, 2014), reduciendo de esta forma el recambio de agua y los costos asociados con esta práctica. Además, la tecnología biofloc permiten que la acuicultura crezca de una forma ambientalmente amigable, y el consumo de los microorganismos del biofloc reducen los costos de las dietas (Hussain *et al*., 2014). Al respecto, Schock et al (2013) indica que el biofloc puede proveer nutrición para los organismos en cultivo, resultando en una mejora en el crecimiento; lo que permitiría reducir los costos de alimentación en la producción acuícola.

La tecnología biofloc se puede emplear en estanques acuícolas, en sistemas de cultivo cerrados o en una combinación de los dos como en este proyecto. La utilización del biofloc en los estanques permite que se puedan aumentar las poblaciones de los organismos del cultivo, y por lo tanto se intensifican las cosechas sin tener necesidad de ocupar mayor cantidad de espacios que puedan ser destinados a otra actividades (Castro *et al*., 2012), asimismo, en los sistemas de recirculación de acuicultura los bioflocs reemplazan a los biofiltros (Rode, 2014). El sistema biofloc es considerado como una alternativa eficiente debido a que los nutrientes pueden ser continuamente reciclados y reutilizados (Emerenciano *et al*., 2013).

Martínez *et al*. (2014) destaca que la diversidad de microorganismos en el medio acuático representa un indiscutible recurso por medio del cual la acuicultura podría llegar a ser una empresa sustentable. En el ámbito mundial se vienen desarrollando una serie de investigaciones sobre la aplicación de la tecnología biofloc en la producción acuícola, principalmente en especies como el camarón marino y la tilapia. Este informe de vigilancia tecnológica está orientado a conocer el desarrollo que ha alcanzado la tecnología biofloc y su aplicación en el campo acuícola; además de identificar los principales investigadores/instituciones y las patentes existentes en esta tecnología. Para el desarrollo del estudio se empleó la base de artículos científicos Scopus; mientras que para el análisis de patentes se usó la herramienta PatentInspiration.

Bases de los bioflocs

Los sistemas acuícolas basados en microorganismos se basan en la promoción de la proliferación microbiana (autótrofa o heterótrofa), y se espera que estos microbios usen, reciclen y transformen el exceso de nutrientes de heces, organismos muertos, alimentos no consumido y diversos metabolitos en biomasa (Martínez et al., 2015). El principio básico de la tecnología de biofloc es la

retención de desechos y la conversión del biofloc en un alimento natural dentro de un sistema de cultivo (Azim y Little, 2008).

Definición

Los bioflocs son agregados (flóculos) de microalgas, bacterias, protozoos y material orgánico particulado como las heces y alimentos sin consumir; al respecto, Hussein et al. (2014) informa que seis grupos de organismos fueron identificados en el biofloc: clorofitas, diatomeas, dinoflagelados, nematodos, rotíferos y cianobacterias. La comunidad del biofloc también incluye animales que están “pastoreando” los flóculos, como algunas especies de zooplancton y nematodos (Hargreaves, 2013).

Contenido nutricional del biofloc

La calidad nutricional del biofloc para los animales cultivados es bueno, pero variable (Hargreaves, 2013). Al respecto, Monroy *et al* (2013) informó que los resultados de su investigación, en tilapia, confirmaron que los bioflocs contribuyen significativamente como fuente de alimento natural *in situ*, e incluye a comunidades microbianas heterotróficas del género Sphingomonas, Pseudomonas, Bacillus, Nitrospira, Nitrobacter y levadura Rhodotorula sp. Las microalgas y bacterias heterotróficas son una fuente rica de promotores de la inmunidad, promotores del crecimiento, compuestos bioactivos y estimulantes, que pueden mejorar el rendimiento de los organismos en cultivo (Pandey *et al.,* 2014).

Según Hargreaves (2013) el peso seco del contenido de proteína varía de 25 a 50%, siendo los más común entre 30 y 45%. El contenido de grasas varía de 0.5 a 15%, el más común se encuentra en el rango de 1 y 5%. Los bioflocs son buenas fuentes de vitaminas y minerales, y también tienen efectos probióticos. Ekasari *et al* (2014a) evaluó el tamaño del biofloc en la composición nutricional de los flóculos y la utilización del nitrógeno en camarón (*Litopenaeus vannamei*), tilapia roja (*O. niloticus*) y mejillones (*Perna viridis*), determinando que el consumo del biofloc por el camarón, tilapia roja y mejillón se da independiente del tamaño del flóculo, pero que el tamaño del flóculo puede jugar un importante rol en la calidad del biofloc en términos de composición nutricional y la retención de nitrógeno por los animales.

Ventajas de los sistemas biofloc

Emerenciano *et al*., (2013) y Hargreaves (2013) destacan que los bioflocs proveen dos servicios críticos: el mantenimiento de la calidad del agua mediante la asimilación de los compuestos nitrogenados de los desechos provenientes de la alimentación; y provee una fuente de alimentos, con lo cual incrementa la factibilidad para reducir la tasa de conversión del alimento y disminuye los costos de la alimentación.

Los sistemas bioflocs tienen la ventaja primordial de minimizar la evacuación de las aguas en los ríos, lagos y estuarios, conteniendo el escape de animales, los nutrientes, materia orgánica y patógenos (Emerenciano *et al*., 2013). Crab *et al*., (2012) destaca que la tecnología de biofloc permite minimizar la tasa de recambio de agua y el uso de agua en los sistemas acuícolas a través del mantenimiento adecuado de la calidad del agua dentro de la unidad de cultivo, mientras que se produce bioflocs ricos en proteínas, que a su vez sirve como alimento para los organismos acuáticos.

II.2.2 Descripción de obras principales del proyecto

Este proyecto acuícola, por sus características, es considerado de tipo intensivo, a realizarse en tanques de geomembrana. Es clasificado como:

B.3. Granjas para cultivo intensivo (diques, estanquería o canales de corriente rápida).

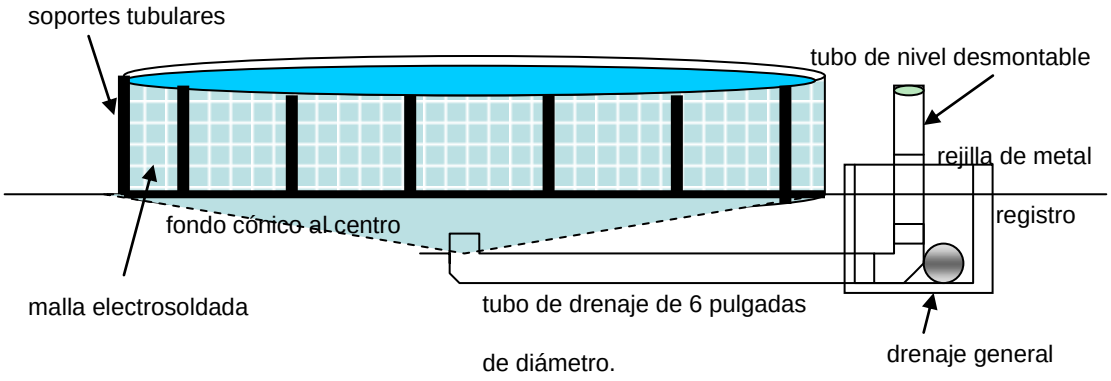
Su diseño comprende la instalación de tanques circulares de geomembrana y tanques de forma rectangular, organizados por módulos de 10 líneas de producción cada uno. El número y características de las unidades de cultivo se enlistan a continuación:

- 120 tanques de geomembrana, comprendidos en 2 módulos con 60 tanques cada uno.
- 1 Recirculador de 18 m x 190 m.
- 1 estanque sedimentador.

Las medidas de los tanques serán variables y se instalarán 10 tanques de cada medida por modulo (en total 20 de cada tamaño en la etapa final).

DIMENSIONES DE LOS TANQUES DE CULTIVO		
Cantidad por módulo	**Forma**	**Dimensiones**
10	Circular	6 m diámetro
10	Circular	12 m diámetro
10	Circular	15 m diámetro
10	Circular	18 m diámetro
10	Circular	12 x18 m
10	Circular	17x18 m

El diseño general de estos tanques de geomembrana se muestra a continuación:

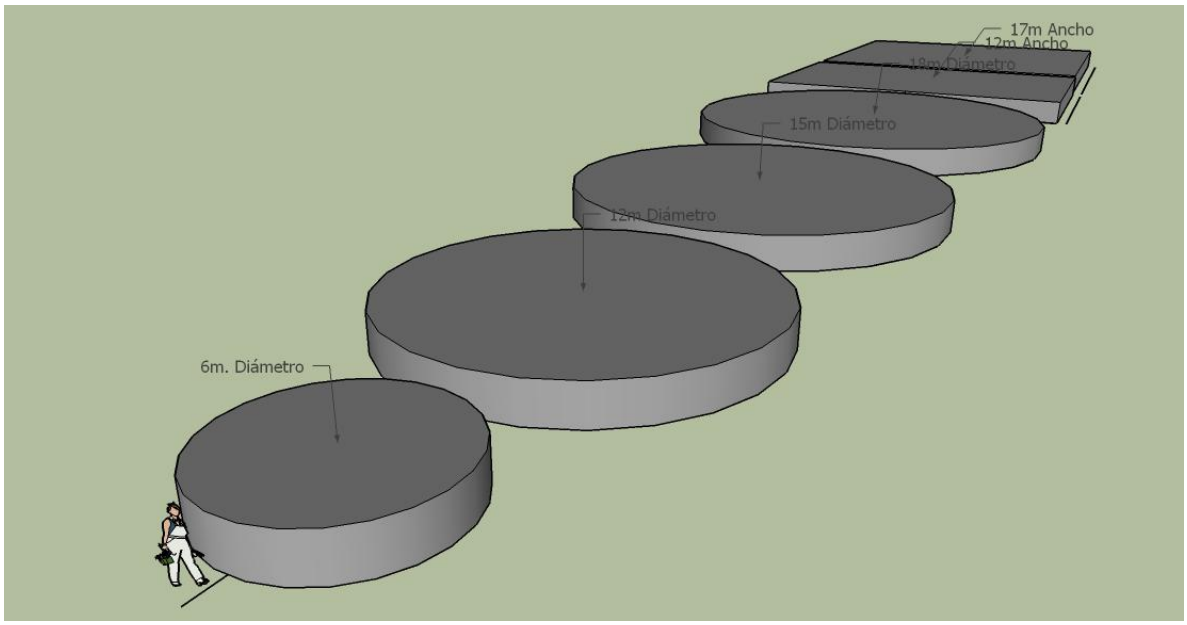


***Corte esquemático de un tanque circular*.**

En estos tanques se realizarán las siembras, preengordas y engordas, así como las aclimataciones y manejos sanitarios. La unidad de producción cuenta con un pozo desde el cual será abastecida de agua por medio de tuberías, por lo que no se instalará un canal de abastecimiento, drenes de descarga, canales de distribución ni cárcamo de bombeo.

Como estructuras para el control de organismos patógenos y para evitar fugas de organismos se tendrán los propios tanques, ya que la unidad de producción estará alejada de cualquier cuerpo de agua hasta donde los organismos puedan desplazarse por si mismos. No se realizaran descargas de agua al exterior de la unidad por lo que tampoco en este sentido se podrían escapar organismos. En cualquier caso, la salida de organismos no representaría un impacto ambiental negativo ya que es una especie nativa de la zona, sin embargo su fuga representaría pérdidas económicas, por lo que se tomarán las medidas para evitarlo.

La disposición de los tanques en cada línea de producción (de las que cada módulo consta de 10) es de 4 tanques circulares, de menor tamaño a mayor, seguidos de dos tanques rectangulares, como se muestra a continuación:



Disposición de los tanques en una línea de producción

Características de las obras de toma y de descarga, particularmente relacionadas con la protección a diversos componentes del ambiente potencialmente afectados

Como se ha mencionado, no se realizarán obras extras de toma de agua ya que se cuenta con un pozo de agua (su información se incluye anexa) y esta es conducida por medio de tubería de PVC al interior del predio.

En cuando a obras de descarga de agua, se tiene contemplado un gran reservorio de sedimentación en el interior de la granja, donde se depositarán los excedentes de agua para eliminar los sólidos y poder ser reutilizada en los sistemas o para poder ser utilizada para riego. No se contemplan descargas de agua al exterior del predio por lo que se descarta que se pudieran generar afectaciones negativas al ambiente.

En este proyecto no se construirán canales de llamada para el suministro y reserva de agua dentro de la granja. Tampoco se realizarán obras de alimentación para abasto de aguay no se realizarán vertidos de aguas residuales. Todo el manejo hidráulico de agua se llevará a cabo por tuberías de conducción de PVC.

Por medio de la implementación de estos tanques superficiales de geomembrana se aísla el proceso de producción del suelo, con lo que se garantiza que no se realizará una contaminación de este. De igual manera, la instalación y operación de estos tanques evita que se produzca una alteración del suelo con remociones exageradas. Dicha instalación no provocarála alteración de corrientes superficiales o patrones de drenaje del agua.

La disposición de las líneas de estanques para integrar los módulos de producción, así como el estanque sedimentador y el recirculador central se muestra a continuación.

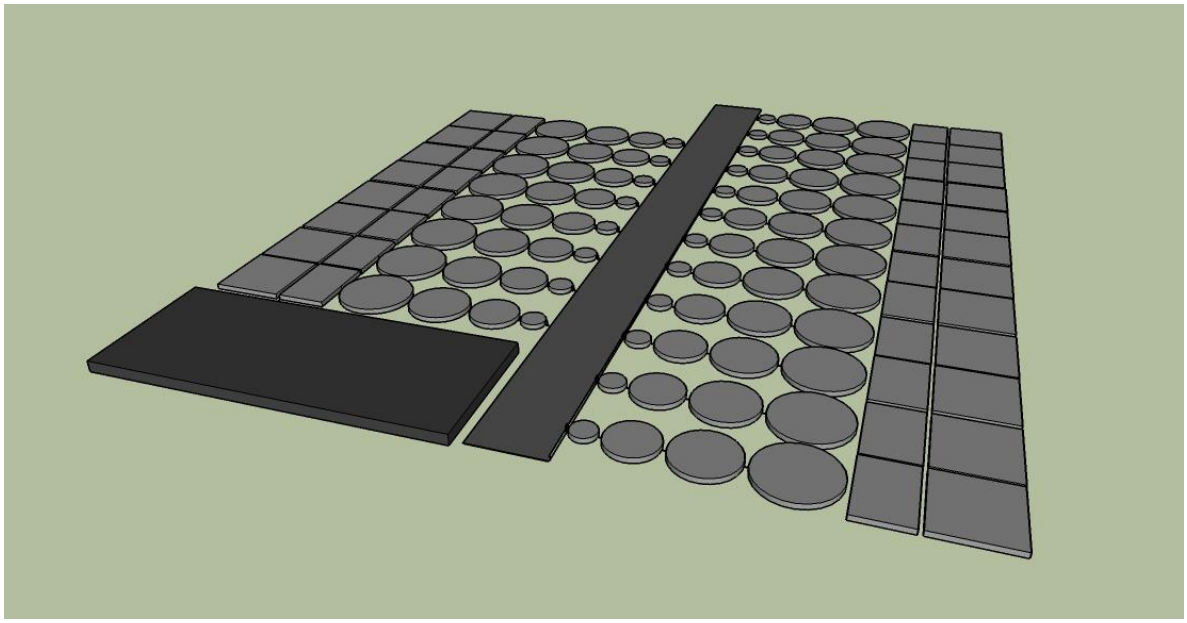


Diagrama de los principales elementos del la unidad de producción

El diseño de la infraestructura está pensado para maximizar la producción acuícola, pero prevé evitar los riesgos en materia de impacto ambiental durante la operación de los procesos, garantizando un mínimo aporte en la alteración del ambiente.

Disposición propuesta de la infraestructura en el terreno

Ejemplo del tipo de tanques a utilizar

Ejemplo de un aireador de paletas en un tanque de geomembrana

II.2.3 Descripción de obras asociadas al proyecto

Las obras asociadas al proyecto son aquellas que servirán para complementar y hacer aún más eficiente la producción de en condiciones controladas. La

superficie propuesta para instalar estas obras es en los 5 mil m^2 de la parte sur del predio, mismos que se desglosan a continuación:

OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO	
Tipo de obra	**Cantidad**
Planta de emergencia	1
Bodega alimentos y equipos	1
Área de proceso	1
Zona de estacionamiento	1
Sanitarios	2
Zona de dormitorios	1

a) Planta de emergencia

Se equipará a la unidad de producción con este dispositivo para ser utilizado en caso de algún fallo en el suministro eléctrico. Debido al tipo de producción intensiva que se realizará en este proyecto es necesario un constante suministro de aireación en las unidades de cultivo, por lo que es necesario contar con este tipo de elementos de seguridad.

b) Bodega alimentos y equipos

Con la intención de contar con sitio adecuado para el resguardo de los alimentos que serán proporcionados a los camarones, así como del equipo y herramientas que formarán parte del proyecto, se pretende construir un almacén con materiales como ladrillos, varilla y cemento. Tendrá acabados y contará con suministro eléctrico. Este almacén será dividido en las correspondientes áreas para tener un orden en atención a las buenas prácticas de inocuidad de producción de alimentos.

c) Área de proceso

Con el objetivo de manipular el producto en un área específica se destinará esta zona donde se dará e manejo postcosecha de los camarones y se prepararán para su almacenamiento o transporte según es requerido por la buenas prácticas de inocuidad en materia de procesado de alimentos.

d) Zona de estacionamiento

En el área cercana las vialidades de acceso se destinará esta zona con los señalamientos necesarios para funcionar como zona de estacionamiento de vehículos de personal y transportes de insumos y productos.

e) Sanitarios.

Para el uso de las personas que trabajarán en la granja acuícola se construirán dos baños con materiales como ladrillo, varilla y cemento, tendrá acabados y contará con todos los servicios como son agua potable y suministro eléctrico. Este baño estará divido a su vez en un sanitario para hombres y un sanitario para mujeres, así como vestidores.

Para el adecuado manejo y control de los residuos sanitarios que se generen los baños estarán equipados con una fosa integrada tipo prefabricada de 3 cámaras selladas para evitar filtraciones. Esta fosa de 3 cámaras será utilizada temporalmente mientras se acondicionan los servicios de drenaje en la zona de de la granja.

f) Zona de dormitorios

Serán acondicionados para el uso de las personas que trabajarán en la granja acuícola o que cumplan con la función de guardia, vigilante o velador. Se construirán dos dormitorios con materiales como ladrillo, varilla y cemento, tendrá acabados y contará con suministro eléctrico

II.2.4 Descripción de obras provisionales al proyecto

Las únicas obras provisionales del proyecto serán dos letrinas o sanitarios portátiles y una bodega temporal, ambas obras serán ocupadas exclusivamente, en la etapa de construcción de las instalaciones proyectadas. Los sanitarios tipo Sanirent, serán arrendados, su limpieza y mantenimiento estará a cargo de la misma empresa que los rente al promovente. Por su parte la bodega tendrá medidas de 6m x 3 m, se construirá con madera tipo rolliza y láminas de metal.

Esta se empleará para el resguardo de los materiales de construcción y las herramientas requeridas por los trabajadores.

Al término de la etapa constructiva ambas obras provisionales serán retiradas del sitio.

Se considera mínimo el grado de impacto que pudiera ocasionar la instalacion de estas obras en materia de impacto ambiental durante la operación de los procesos; ya que sus características no ocasionarán perturbaciones significativas.

II.3 Programa de Trabajo

II. 3.1 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

Las etapas consideradas en el presenten proyecto corresponden a la Preparación del sitio, Construcción y la Operación y Mantenimiento de las instalaciones. El cronograma del Programa General de Trabajo se muestra a continuación:

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO												
Obras y actividades	**Bimestres**											
	Año 1						**Año 2**					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Preparación del sitio												
Permisos previos												
Limpieza del predio												
Preparación de materiales												
Construcción												
Realización de zanjas para tubería												
Instalación de la red de tuberías												
Instalación del tanque recirculador												
Instalación del estanque sedimentador												
Aplanamiento de los lechos para los tanques												
Instalación de la geomembrana de los tanques												
Acondicionamiento del piso para pasillos												
Instalación de la red eléctrica												
Operación y mantenimiento												
Llenado de las instalaciones												
Preparación del agua de cultivo												
Siembra												
Cría												
Cosecha												
Limpieza y mantenimiento												

a) Etapa de preparación del sitio

Permisos previos

Esto consiste en obtener los permisos municipales correspondientes así como la autorización en Materia de Impacto Ambiental por parte de la SEMARNAT, como dependencia encargada de evaluar los proyectos pesqueros y acuícolas. Para este último permiso se prevén los 60 días hábiles que marca la ley para obtener una respuesta por parte de la autoridad.

Limpieza del predio

Durante la preparación del sitio solo se consideran labores de limpieza como serán el retiro de subproductos de la plantación agrícola, ya que no se requerirá la realización de un desmonte ni despalme del suelo, en virtud que la superficie del terreno que se pretende utilizar para el proyecto se encuentra desmontada como resultados de las

actividades de aprovechamiento agrícola que se realizan actualmente.

Preparación de materiales

Una vez preparado el terreno se iniciará con la organización de los materiales que compondrán la red de tuberías y para la construcción de los tanques. Cuando estén preparados estos materiales y el personal, se iniciará con la etapa de construcción.

b) Etapa de construcción

Realización de zanjas para tuberías

No se realizarán movimientos de tierras significativos ni despalme del terreno con el fin de realizar el mínimo impacto posible al suelo. Se cavarán zanjas donde será instalada la tubería propia de los tanques, como se muestra en el diagrama de los elementos de los tanques circulares. Dicha tubería quedará enterrada previo a la instalación de los tanques y se llenaran las zanjas con el mismo material. El poco material sobrante podrá ser utilizado en la nivelación y preparación de los lechos para los tanques.

Instalación de la red de tuberías

Se utilizará PVC hidráulico de diferentes calibres como tuberías para los tanques y su comunicación con el tanque recirculador central y el estanque sedimentador de salida. Estos materiales son inertes y su vida útil es muy larga, por lo que fueron elegidos para el proyecto.

Instalación del tanque recirculador

Este tanque es un reservorio de forma rectangular construido igualmente con geomembrana. De igual manera se instalará previamente la tubería y después se construirá con soportes de acero electrosoldados, postes y geomembrana.

Instalación del estanque sedimentador

La construcción de este estanque consistirá en un recubrimiento de geomembrana a nivel del suelo. Se requerirá ajustar el nivel del suelo previamente y acondicionar sus bordos para después instalar el recubrimiento de geomembrana. Las bombas y tuberías de este estanque serán sumergibles y externas, por lo que no requerirá el cavado de zanjas de mayor profundidad.

Aplanamiento de los lechos para los tanques

Esta acción consistirá en ajustar los sitios donde quedarán instalados los tanques para darles la forma cónica en su base. Representa movimientos mínimos de tierras y se aprovechará el material sobrante del relleno de las zanjas de las tuberías para modelar la forma de los fondos de los tanques.

Instalación de la geomembrana de los tanques

En esta actividad se construirán los tanques. Se cortarán las partes que los formarán del material en rollos y se llevarán prefabricadas al sitio, sin embargo se montarán y se soldarán *in situ,* por medio de quipos térmicos que utilizará el proveedor. De igual manera las mallas de acero electrosoldado se llevarán prefabricadas al sitio pero será en el predio donde se ensamblen y se ajusten a la tubería y lechos previamente instalados.

Acondicionamiento del piso para pasillos

Una vez instalados los tanques se dispondrán pasillos entre las líneas de tanque para el paso del personal. Estos pasillos consistirán en estrechas líneas de ladrillo por los cuales se pueda circular por las instalaciones de una manera eficiente.

Instalación de la red eléctrica

En esta actividad se realizará el cableado para la red eléctrica. Parte de las instalaciones se dispondrán de manera subterránea conjuntamente con la instalación de tubería hidráulica, pero el cableado e instalación de dispositivos eléctricos se realizara en este momento. Los dispositivos, accesorios y señalamientos se instalarán en esta etapa final de la construcción.

c) Etapa de Operación y Mantenimiento

Llenado de las instalaciones

Como parte de la etapa de operación, una de las primeras acciones será el llenado de agua de las instalaciones. Este proceso será importante debido a la naturaleza del proyecto en el que se contempla recircular el agua por medio de la tecnología BFT. Es decir, una vez llenas de agua las instalaciones no se realizarán recambios significativos ya que se mantendrá el volumen de agua en recirculación. El "tratamiento" del agua con esta tecnología se realiza en la propia agua de cultivo y gracias al recirculador. Una de las ventajas en lo referente al consumo de agua y al impacto al ambiente de este método probado de cultivo, es que el consumo de agua disminuye drásticamente, así como los efluentes, hasta poder llegar a cero, como se explica y cita bibliografía reciente en la sección anterior. Evidentemente que llegar a estabilizar el sistema puede llevar tiempo y ocasionalmente si se llega a desestabilizar habrá que expulsar agua de él, por lo que se tiene contemplado un gran tanque reservorio de sedimentación donde poder recibir esos posibles efluentes, los cuales, una vez tratados, podrán reincorporarse al sistema o podrán ser utilizados para riego.

Una vez lleno el sistema solo se consumirá agua para reponer los niveles que serán perdidos por consumo y por evaporación, así como por recambios eventuales que serán captados en el recirculador.

Preparación del agua de cultivo

Esta acción consistirá en la preparación del sistema, previo a la introducción final de organismos de siembra. Como parte del método de cultivo, será necesario la fertilización del sistema para lograr mantener las condiciones heterotróficas (a mixotróficas) para las que fue diseñado. El régimen de aireación, así como la química del agua que será ajustada por medio de los fertilizantes pretende lograr las condiciones apropiadas para la recepción y el crecimiento de los animales. Los fertilizantes a utilizar están descritos en la sección de materiales y consisten en productos comerciales de amplia disponibilidad para su uso en la acuicultura.

Siembra, Cría y Cosecha

Estas son las acciones propias de la etapa de operación en las que se realizarán las labores de manejo a lo largo de los ciclos de cultivo. Se tiene programado una densidad de siembra inicial, el proceso de manejo y los ciclos de 3 a cuatro meses hasta llegar a la talla de cosecha. El manejo será realizado en cada una de las líneas de producción y se pretende realizar de 2 a 3 ciclos por año en las instalaciones de cultivo.

Limpieza y mantenimiento

Serán acciones realizadas de manera rutinaria dentro de los manejos de cultivo y para conservar la infraestructura y mantener su función de manera optima así como alargar su vida útil.

Las características del diseño están orientadas a la minimización de impactos con el objetivo de lograr una mayor viabilidad ambiental. Dentro de este proyecto no se tienen contempladas la realización de canales de llamada, obras de alimentación para abasto de agua, con lo cual no se llevará a cabo una alteración del suelo con remociones exageradas, ni la alteración de corrientes superficiales ni patrones de drenaje.

Personal para la obra y su operación

Como personal para la etapa de preparación y construcción se tiene contemplado dar trabajo a 6 personas aproximadamente, más las que los proveedores empleen con cerca de 10 a 12 personas. Para la etapa de operación inicial en la parte de producción se podrán empelar alrededor de 10 personas, pero si se contemplara una siguiente etapa con una planta de proceso, se podría triplicar a cuadruplicar el número de empleos.

.

II.3.2 Etapa de abandono del sitio

No se contempla en primera instancia una etapa de abandono del sitio debido a que la duración del mismo puede prolongarse de manera indefinida si se realizan las labores de mantenimiento necesarias a la infraestructura. Sin embargo, de terminarse la operación de la unidad acuícola y sí se decidiera abandonar el sitio,

este podría volver a su uso agropecuario inmediatamente ya que la infraestructura para producción estará plantada sobre el suelo sin alterarlo ni contaminarlo. Las obras provisionales del proyecto solo se utilizarán para la etapa de constricción y en general no se alterarán las condiciones naturales del terreno.

En caso de que se decidiera terminar el proyecto, no serían necesarias acciones de rehabilitación del sitio o de restitución de elementos ya que los tanques y tuberías se pueden retirar sin alterar las condiciones originales del sitio.

Como no se trabajará sobre la superficie natural del área, sino que se utilizarán materiales inertes como el PVC y la geomembrana, se descarta la posibilidad de azolvamientos y la necesidad de dragados u otras obras de rehabilitación al final de este proyecto.

II.3.3 Otros insumos

No se utilizarán insumos especiales ni sustancias peligrosas en ninguna de las etapas de preparación, construcción, operación, mantenimiento ni abandono del proyecto.

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

El presente proyecto tiene como objetivos la instalación y operación de una Unidad de Producción Acuícola de camarón blanco en un sistema cerrado de recirculación, así como su infraestructura básica complementaria. Esto se realizará durante las fases de preparación, construcción y operación, anteriormente descritas.

Sobre la base de las características del proyecto se identifican y analizan los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona del proyecto a nivel estatal y municipal, tales como: El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tecomán, entre otros.

Dado que estas obras y actividades se encuentran señaladas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5° de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se presenta la totalidad de la información de manera íntegra y detallada.

III.1 Información sectorial

En el Estado de Colima la Acuicultura es una actividad creciente que se centra principalmente en la producción de dos especies: Tilapia y camarón. Según cifras oficiales de la CONAPESCA existen 82 unidades de producción en la entidad.

Las principales problemáticas que se han presentado no son ajenas a las situaciones que han sucedido en otras regiones, en particular para el caso del camarón, su producción extensiva en esteros y marismas ha provocado la degradación de estos hábitats de primordial importancia biológica, en decremento de la biodiversidad y provocando una pérdida de hábitat para estadios tempranos de innumerables especies marinas y terrestres. Por otro lado la aparición de enfermedades (virales principalmente) ha ocasionado grandes pérdidas

económicas y ha generado la necesidad de fortalecer medidas de bioseguridad y la implementación de nuevos modelos de producción.

Por estos motivos, se propone como alternativa un modelo de producción más amigable con el ambiente, cerrado y con bajo consumo de agua, con lo que se garantiza disminuir los impactos negativos para los procesos naturales y un mejor control al interior de la unidad de producción.

III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

1) Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

Dado que el proyecto solicita autorización en materia de impacto ambiental, modalidad particular (MIA-P) conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es necesario identificar, evaluar y, en su caso, prevenir y mitigar los posibles impactos que el proyecto en mención generará en el entorno ambiental en el que se desarrollará.

La LGEEPA publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última
reforma publicada el 09 de enero de 2015, establece:

"Artículo 4. *La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.*

Artículo 5°.- *Son facultades de la Federación:*

II.- *La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;*

Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para reducir al*

mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

XII.- Actividades pesqueras, ***acuícolas*** *o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.*

ARTÍCULO 89.- Lo criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:

IX.- *Las concesiones para la* realización de actividades de acuicultura, en términos de lo previsto en la Ley de Pesca.

2) Ley de Pesca.

ARTICULO 3o. La aplicación de la presente Ley corresponde a la Secretaría de Pesca, sin perjuicio de las facultades atribuidas a otras dependencias de la Administración Pública Federal, las que deberán establecer la coordinación necesaria con esta Secretaría, la cual estará facultada para:

Promover el desarrollo de la acuicultura en coordinación con otras dependencias del Ejecutivo Federal, Estatal y Municipal.

ARTICULO 4o. Para realizar las actividades de captura, extracción y cultivo de los recursos que regula la presente Ley, se requiere de concesión, permiso o autorización según corresponda, excepto para la pesca de consumo doméstico que efectúen los residentes en las riberas y en las costas; la pesca deportivo-recreativa que se realice desde tierra y la acuicultura que se lleve a cabo en depósitos de agua que no sean de jurisdicción federal.

ARTICULO 6o. Las concesiones a que se refiere esta Ley, tendrán una duración mínima de cinco años y máxima de veinte; en el caso de acuicultura, éstas podrán ser hasta por cincuenta años. Al término del plazo otorgado, las concesiones podrán ser prorrogadas hasta por plazos equivalentes a los concedidos originalmente.

Los concesionarios y permisionarios deberán informar a la Secretaría de Pesca sobre los métodos y técnicas empleados; así como de los hallazgos, investigaciones, estudios y nuevos proyectos relacionados con la actividad pesquera; así mismo en las embarcaciones pesqueras que determine el reglamento deberán llevar un libro de registro que se denominará bitácora de pesca, y que contendrá la información que señale la Secretaría de Pesca.

Las demás obligaciones y derechos de los concesionarios y permisionarios, se fijarán en el Reglamento y en el título correspondiente.

ARTICULO 16. Se extinguen por caducidad las concesiones o permisos, cuando sus titulares no inicien la explotación en el plazo establecido o la suspendan, sin causa justificada por más de 30 días consecutivos; y además, en el caso de acuicultura en aguas de jurisdicción federal, cuando no cumplan con el plan de inversiones previsto.

3) Ley de Aguas Nacionales.

ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

> LVII. “Uso en acuicultura”: la aplicación de aguas nacionales para el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas.

ARTÍCULO 82. La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuicultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por “la Autoridad del Agua”, en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.

“La Comisión”, en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuicultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento. Para la realización de lo anterior, “la Comisión” se apoyará en los Organismos de Cuenca.

Las actividades de acuicultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros.

Transitorios

DÉCIMO QUINTO. En tanto se cumple con lo dispuesto en el Párrafo Tercero del Artículo 22 de esta Ley, se observará el siguiente orden de prelación de los usos del agua para la concesión y asignación de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, superficiales y del subsuelo, aplicable en situaciones normales:

8. Acuicultura.

4) Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

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

U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:

I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva, el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación primaria o marginal.

5) Reglamento de la Ley de Pesca

Artículo 14.- El traslado de los productos pesqueros vivos, frescos, enhielados o congelados provenientes de la pesca o acuicultura, entre las entidades federativas con litoral marino y de cualquiera de ellas hacia las entidades federativas del interior, deberá efectuarse amparado con la Guía de Pesca que expida la Secretaría.

Se exceptúa del uso de la Guía de Pesca el traslado de los productos:

I. Obtenidos al amparo de permisos de pesca deportivo-recreativa y de fomento otorgados a científicos, técnicos e instituciones de investigación científica. En este caso, su traslado se amparará con el permiso respectivo, y

II. Cuando no existan oficinas de la Secretaría que expidan dicha guía dentro de un radio de veinte kilómetros desde el lugar de descarga, cosecha o producción de los mismos. En este supuesto, el traslado se amparará en los términos del artículo 14 bis.

Durante el traslado, se acreditará por cualquier persona el supuesto a que se refiere esta fracción mediante la fotocopia del último aviso de arribo, de cosecha o de recolección o producción, según proceda, presentado a la Secretaría en cumplimiento a lo dispuesto en este Reglamento.

Artículo 14 bis.- El traslado de los productos pesqueros vivos, frescos, enhielados o congelados provenientes de la pesca o acuicultura no previsto en el primer párrafo del artículo anterior, se realizará al amparo de la documentación con la que se acredite su legal procedencia.

Artículo 37.- Los concesionarios y permisionarios de pesca y acuicultura comercial; interesados en obtener autorización para sustituir los derechos derivados de los títulos correspondientes, presentarán previamente a la Secretaría solicitud por escrito acompañando original o copia certificada del convenio de sustitución.

La Secretaría podrá autorizar la sustitución del titular de los derechos de la concesión o permiso siempre y cuando:

I. La concesión o permiso se encuentre vigente;
II. Haya transcurrido por lo menos un año del ejercicio de los derechos derivados del título
correspondiente;

III. El sustituto cumpla con los requisitos que señalan la Ley y este Reglamento para el ejercicio de la actividad, y
IV. Se transmitan al sustituto por cualquier título, los bienes destinados al cumplimiento del objeto de la concesión o permiso o éste cuente con los bienes necesarios para dicho fin.

Artículo 101.- Acuicultura es el cultivo de especies de la fauna y flora acuáticas mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado en todo estadio biológico y ambiente acuático.

6) Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

ARTICULO 2o.- Para los efectos de este "Reglamento", se entiende por:

XIX.- Uso en acuicultura: la utilización de agua nacional destinada al cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas.

ARTICULO 125.- "La Comisión" establecerá la coordinación necesaria con la Secretaría de Pesca, a fin de facilitar la resolución simultánea de las concesiones que en él.

Respecto a la autorización del proyecto, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene la facultad para evaluar y considerar la viabilidad del mismo, a través de un estudio denominado Manifestación de Impacto Ambiental referido en el Artículo 30 de la LGEEPA, el cual cita textualmente:

"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.*

Artículo 35.- *Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:*

III.- Negar la autorización solicitada, cuando:

a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables;

b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o

c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate."

Dado lo anterior se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental para el proyecto acuícola denominado "**Acuícola Tecomán**", cuya evaluación será sometida a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual no contraviene ninguna de las disposiciones citadas en el párrafo anterior, ni contradice los criterios y parámetros permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas.

El proyecto en mención consiste en instalación y operación de una Unidad de Producción Acuícola de camarón blanco en un sistema cerrado de recirculación, así como su infraestructura básica complementaria, por lo que su realización atiende lo establecido por el Artículo 12 del reglamento:

"Artículo 12.- *La Manifestación de Impacto Ambiental, en su* ***modalidad particular****, deberá contener la siguiente información:*

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

II. Descripción del proyecto

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su
caso, con la regulación sobre uso del suelo

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores."

La información ambiental del presente estudio es real y fidedigna, además de cumplir los alcances establecidos en el reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

ORDENAMIENTO TERRITORIAL

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE COLIMA

El Ordenamiento Ecológico, de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, es un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (LGEEPA, Articulo 3. Frac. XXIII).

Con este propósito, y a partir de las líneas de acción marcadas en el Plan Estatal de Desarrollo del Gobierno del Estado de Colima, se planteo la necesidad de realizar el Ordenamiento Ecológico del Estado de Colima; proceso coordinando por la Secretaria de Desarrollo Urbano , y avalado por el Comité de Ordenamiento Ecológico del Estado de Colima, grupo conformado por los principales

representantes de los órganos de Gobierno, iniciativa privada, centros de investigación y enseñanza de la entidad.

Este documento muestra una síntesis de la propuesta para el Ordenamiento Ecológico del Estado de Colima. En este se hace una descripción general de las variables del medio físico, biológico, social y económico del estado de Colima, consideradas para hacer el análisis del territorio para su ordenación ecológica. Además, presenta los escenarios que pueden ocurrir en la entidad de seguir las tendencias actuales de degradación y por otro lado aquellos que serian posibles con el modelo de Ordenamiento Ecológico propuesto.

Así, se muestra un panorama de las condiciones ecológicas y sociales de nuestro Estado, y una propuesta para mejorarlas. Por eso, constituye para todos los habitantes de Colima una manera adecuada de aprovechar los recursos naturales presentes, sin comprometer su existencia y disponibilidad para que puedan ser disfrutados por las generaciones futuras, los niños y adolescentes quienes serán los actores principales del desarrollo sustentable del territorio.

Antecedentes.

El Estado de Colima y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) acordaron la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima, El Proceso de Ordenamiento Ecológico, prevé cinco fases. La primera es la fase de formulación, durante la cual se establecen los mecanismos e instrumentos necesarios que darán inicio y seguimiento al proceso de Ordenamiento Ecológico: la celebración de un convenio de coordinación; la instalación de un órgano responsable de la conducción del proceso de Ordenamiento Ecológico, denominado Comité; la formulación de bases técnicas (estudio técnico) que sustentara la propuesta del programa de Ordenamiento Ecológico, y el diseño y construcción de la bitácora ambiental, entendida como la herramienta para el registro del Proceso de Ordenamiento Ecológico que inicia en esta fase, y que se ejecuta a lo largo de todo el proceso. La fase de expedición es el procedimiento legal que deberá seguir la autoridad competente para decretar el Programa de Ordenamiento Ecológico. La fase de ejecución incluye una serie de acciones (técnicas, administrativas y financieras) para su aplicación y seguimiento una vez que esto sea decretado. Durante la siguiente fase de evaluación se valoran el grado de cumplimiento de los acuerdos asumidos en el proceso y el grado de cumplimiento del Programa de Ordenamiento Ecológico. La fase de

modificación permite ajustar o reorientar el Proceso de Ordenamiento Ecológico (SEMARNAT, 2007).

Objetivos

• Caracterizar y analizar los patrones de ocupación del territorio.
• Elaborar un diagnostico temático de los diferentes elementos naturales, sociales y económicos que conforman la ocupación espacial del territorio y el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales del Estado.
• Contribuir a la construcción de índices e indicadores para evaluar los efectos de las actividades sectoriales del municipio, bajo los lineamientos de aptitud de uso del suelo.
• Elaborar un modelo de Ordenamiento Ecológico y Territorial para el Estado.

Métodos

Conformación del equipo de trabajo interdisciplinario. La Universidad Autónoma del Estado de Morelos integro un equipo de trabajo para cumplir con la filosofía básica de un estudio de planeación ambiental y de ocupación territorial, es decir, orientado a la resolución y prevención

de posibles conflictos ambientales. Así, en el equipo se conto con la colaboración de especialistas con experiencia y amplios conocimientos sobre cada uno de los temas del estudio: caracterización del medio físico y biológico, la problemática, las perspectivas, metas y problemas de los sectores productivos, los aspectos demográficos, culturales y económicos. La información de la caracterización ambiental, elaborada durante la primera etapa del estudio, se actualizo en varios aspectos creando un nuevo mapa de uso del suelo y vegetación a partir de imágenes de satélite LANDSAT del año 2006 y ampliando el estudio de los aspectos hidrológicos, de fauna, flora y de descripción de las aéreas naturales protegidas estatales y federales.

Para los subsistemas social y económico se utilizo información actualizada, incluyendo un análisis del Plan Puebla Panamá. La parte de diagnostico se elaboro con métodos multicriterio para definir las aptitudes territoriales de los sectores productivos, y se proponen diagnósticos ecológicos como fragilidad, corredores biológicos, aptitud para servicios ambientales y degradación ambiental. En la fase de pronostico se elaboro el escenario más probable para el año 2030

como una aproximación entre una visión pesimista y una optimista, que resume las aspiraciones de todos los sectores para garantizar el menor número posible de conflictos. En esta etapa se utilizaron software sofisticados al mismo tiempo que predicciones econométricas.

Finalmente en la etapa de propuesta del modelo de ordenamiento, se zonifica el Estado en unidades de gestión ambiental (UGAs), aéreas homogéneas para el manejo del territorio identificadas a partir de imágenes de satélite, mapas hipsométricos, cartografía edafológica y geológica. Las UGAs se caracterizaron a partir de sus potencialidades de uso y, con base en un análisis detallado de toda la información geográfica recolectada y generada, se les asigno una política ambiental, una meta, estrategias ambientales y acciones derivadas de los programas gubernamentales para el desarrollo sustentable del Estado. Al final de cada etapa se realizaron tres talleres para que representantes de la sociedad pudiesen expresar sus opiniones, proponer escenarios ideales y políticas ambientales, y evaluar la propuesta final del ordenamiento presentada por el equipo de trabajo.

CARACTERIZACIÓN

Ubicación. El estado de Colima se localiza en la parte occidental de la república mexicana, sobre la costa meridional del oceano pacifico, entre los 103° 28´ 58.5´´ longitud oeste y entre los 18° 41´ 8´´ y 19° 31´ 57´´ de latitud norte.. Su extensión territorial abarca una superficie de 5634.3 km y dentro de este estado se encuentra el archipiélago volcánico de las islas Revillagigedo.

El Estado de Colima tiene una altitud promedio de 509 msnm, entre las cotas máxima de 3,821 msnm y mínima 0 (nivel del mar). Subsistema físico Relieve. La estructura orográfica del Estado puede ser dividida en forma general en dos sectores principales, el Oriental y el Occidental. El sector oriental presenta las condiciones topográficas mas suaves, ya que el 46.7% de su territorio se conforma por llanuras y valles, el 16.8% se conforma por aéreas de transición de pendientes moderadas que corresponden al sistema de lomeríos y solamente el 30% se encuentra afectado por pendientes abruptas que caracterizan a las sierras. El sector poniente está constituido en un 76.7% de su superficie en lomeríos y sierras y solamente el 23.8% corresponde a áreas de llanura, valles y mesetas. Un análisis de pendientes muestra que la región Occidente y Norte del Estado tiene condiciones morfológicas mas abruptas y escarpadas que la región Oriente y Sur con topografía mas suave y plana. Hidrología superficial. El estado de colima se

encuentra en dos regiones hidrológicas, la región 15, Costa de Jalisco y la región 16, Armería-Coahuayana.

La región 16, Armería-Coahuayana, está constituida por dos cuencas drenadas por los ríos Armería y Tuxpan o Coahuayana, ocupando mayor parte del área del estado de Colima, las corrientes mencionadas se originan en el estado de Jalisco. El rio Coahuayana, es el colector principal y se origina por la unión de varios arroyos en la sierra Del Tigre a 2,530 msnm (en Jalisco); el curso del rio es sur-suroeste cuya longitud es de 152 Km. hasta desembocar en el Océano Pacifico. Se le llama rio Tamazula y rio Tuxpan en Jalisco; a partir de las inmediaciones de la estación Tonilita, se le llama el rio Naranjo y representa el límite entre el estado de Colima y el estado de Jalisco; casi al final, entre su confluencia con el rio Salado hasta su desembocadura, se llama Coahuayana y constituye el límite entre las entidades de Colima y Michoacán. Del rio Coahuayana se utilizan en Colima 104 Mm3 con propósitos agrícolas; el área beneficiada es de 6 200 ha en el distrito de riego Tecoman (zona Coahuayana); mediante un canal que alimenta al lago Amela se derivan también 82 Mm3, a partir del cual se distribuyen para beneficiar 4 800 ha. Los 22 mm3 restantes, se captan mediante otra toma, situada aguas debajo de la anterior para regar 1 400 ha.

Hidrología subterránea. Todos los valles de la entidad, a excepción de los valles El Colomo, Jalipa-Tapeixtles y Santiago-Salagua, muestran irregular distribución de los aprovechamientos (pozos y norias) y a pesar de que la densidad es baja en la mayoría de ellos, se debe a la extensión de los valles, pues estos aprovechamientos se concentran generalmente en el centro de los mismos, donde la densidad es mucho mayor. Clima. El clima del estado de Colima, se debe principalmente a la fisiografía del Estado, que al ser mayormente planicie costera, recibe elevadas temperaturas y muy poca precipitación pluvial; a excepción de las zonas de lomeríos y laderas del volcán, que por su condición de barlovento recibe una precipitación mayor y con mejor distribución. Como resultado, hay una variación de climas entre zonas altas y valles, el clima que predomina en el estado es el cálido semiárido, que ocupa el 62.35% de la superficie estatal, le siguen los subhúmedos con el 19.76%, los húmedos con el 17.54% y finalmente los perhúmedos con el 0.15%. Suelos. Con base en la clasificación de la FAO/UNESCO 1988, las unidades de suelo que se presentan en el estado de Colima son los siguientes: andosoles, cambisoles, castonezems, chernozems, feozems, fluvisoles, gleysoles, leptosoles, luvisoles, planosoles, regosoles, solonchaks, vertisoles y xerosoles.

Aspectos biológicos

Ecosistemas.

El estado de Colima a pesar de ser la tercera entidad mas pequeña del país en cuanto a extensión territorial se refiere, posee diferentes tipos de vegetación gracias a su ubicación geográfica y a la diversidad e interacción de los factores abióticos presentes en su territorio. Posee ecosistemas como: selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, vegetación riparia, selva baja espinosa también conocido como matorral espinoso, bosque de pino, bosque de encino, bosque mixto de pino-encino, bosque mesofilo de montana, pastizales o zacatonales, sabanas, palmares, manglares y vegetación acuática

Bosques de pino: Son comunidades donde el estrato mas importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 20 y 30 metros, y donde las especies mas dominantes son: Pinus devoniana, Pinus montezumae, Pinus hartwegii, Pinus maximinoi, Pinus pseudostrobus, Pinus rudis y Pinus ayacahuite, también se encuentran algunos encinos (como Quercus castanea, Quercus crassipes y Quercus peduncularis) y otras especies de menor tamaño como Clethra mexicana y Acacia angustissima cuya altura es menor a los 8 metros. Bosques de encino: Son comunidades vegetales características de zonas montañosas. Los suelos que sustentan este tipo de vegetación son someros, pero contienen grandes cantidades de materia orgánica sin descomponer que forma un grueso colchón vegetal superficial. Una de sus características mas notables es la abundancia de liquenes, musgos y helechos. Los individuos del estrato arbóreo son dispersos y las copas
de los arboles generalmente amplias. La altura promedio de este estrato es de unos 20 m.

Bosque de pino-encino: Es un bosque donde los géneros Pinus y Quercus cohabitan. Selva mediana subcaducifolia: Este tipo de vegetación se encuentra en altitudes entre los 0 y 1300 m en áreas donde la temperatura media anual siempre es mayor de 20° C y no excede de los 28° C. La precipitación anual en promedio es de 1000 a 1600 mm. En el estado de Colima se desarrolla sobre substratos geológicos como andesitas del terciario, rocas ígneas intrusivas de granodiorita y calizas del cretácico de origen sedimentario; sobre suelos tipo regosol eutrico, regosol districo, feozem calcarico, rendzinas y litosoles de textura que va de media a fina.

Selva baja caducifolia: En estado natural o de escasa perturbación es una comunidad densa. Su altura oscila entre los 5 y 15 m. Su característica más importante es la perdida de hojas durante la época de estiaje. Frecuentemente hay un solo estrato, a veces dos. Las trepadoras y las epifitas son generalmente escasas. Selva baja espinosa o matorral espinoso: Esta comunidad tiene como carácter principal arboles espinosos y de baja altura. Resulta difícil delimitarla debido a que frecuentemente es muy parecida o forma parte de otros tipos de vegetación como el chaparral y la selva baja caducifolia. Generalmente presentan solo un estrato aunque puede haber otro de eminencias aisladas los Se calcula que la selva baja espinosa perennifolia ocupa aproximadamente un 5% del territorio, y va desde el nivel del mar hasta los 2200 m, en zonas con una temperatura media anual entre 17 y 29°C y entre 350 y 1200 mm de precipitación media anual, con 5 a 9 meses secos.

Bosque mesófilo de montaña: Se trata de una comunidad siempre verde, donde se mezclan elementos caducifolios y perennifolios, la altura de los arboles fluctúa entre 12 y 40 metros con diámetros de 30 hasta 150 centímetros, encontrándose en altitudes que van de los 700 a los 2600 msnm. Entre mayor es la humedad en la base de la montana, la incidencia de nubes ocurre una elevación mayor (SAGARPA, 2003), Se encuentran exclusivamente en la parte alta de las cañadas, sobre sustrato geológico de basaltos del cuaternario y conglomerado polimitico de areniscas del cretacico y suelos tipo cambisoles, andosoles y luvisoles. En el Estado se distribuye en pequeñas porciones al noreste de Minatitlan, extremo noroeste de Comala, al noroeste de Zacualpan y noreste de los Colomos. Sabana: Son praderas de gramíneas sin árboles o con arboles esparcidos que en el Pacifico se distribuyen en la depresión central de Chiapas, planicies y declives bajas del pacifico, desde la frontera de Guatemala hasta el sur de Sinaloa, en climas cálidos húmedos; cubren suelos con drenaje deficiente, que se vuelven fangosos en la época de lluvias en tanto que se secan muy pronunciadamente en época de secas.

Palmar: Grupo de comunidades vegetales similares entre sí debido a la predominancia de especies de la familia Arecaceae (Palmae). Estas plantas representan una forma biológica peculiar que dan a la vegetación un aspecto singular por sus hojas pinatifidas. Entre los palmares de hoja pinnada los de Orbignya cohune son los más impresionantes. Ocupan angostas fajas a lo largo del litoral Pacífico desde Nayarit hasta Oaxaca, su mayor concentración en el sur de Nayarit y a lo largo del litoral de Colima, de acuerdo con Rzedowski y McVaugh (1966:13) este bosque en Nayarit, Jalisco y Colima es el más majestuoso de los

antes mencionados. Mide de 15 a 30 m y su densidad es tan grande que crea condiciones de penumbra a niveles inferiores.

Pastizal: Son comunidades donde el papel preponderante corresponde a la familia Poaceae. El pasto puede alcanzar alturas de 70 cm. La coloración amarillenta pálida permanece durante la mayor parte del ano. Algunos pastizales estan determinados claramente por el clima pero muchos otros son favorecidos por los disturbios ocasionados por el hombre y animales. Manglar: Se conoce bajo este nombre a una comunidad vegetal distribuida en los litorales de las regiones cálidas de la tierra, principalmente en las orillas de las lagunas y de desembocaduras de ríos. El manglar es una formación leñosa densa frecuentemente arbustiva o arborescente de hasta 25 m de altura.

Vegetación acuática: La vegetación acuática se presenta en México en todos los tipos de clima propios para la vida vegetal. Prospera bien en áreas de clima húmedo pero también existe en lugares de pluviosidad baja y se le encuentra desde el nivel del mar hasta mas de 4000 m de altitud. Se concentra sin embargo en zonas cercanas a los litorales, en regiones con precipitación alta y con drenajes deficientes, existen numerosas lagunas y zonas pantanosas de origen volcánico que se extiende desde el norte de Michoacán hasta el centro de Jalisco.

Vegetación riparia: Se conoce con este nombre a las agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua mas o menos permanentes. Desde el punto de vista fisonomico y estructural se trata de un conjunto muy heterogeneo, pues su altura varía desde 4 a más de 20 metros y comprende arboles de hojas perenne, decidua o parcialmente decidua (Rzedowski, 1994).

Cartografía de uso de suelo y vegetación escala 1: 250,000. La cartografía de uso de suelo y vegetación de un área permite tener una visión sinóptica y cuantitativa de la condición de los recursos naturales y su dinámica espacio-temporal. Asimismo, permite conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y perdida de la biodiversidad de una región determinada. Por este motivo constituye una herramienta importante como apoyo a las tareas vinculadas con la instrumentación de políticas ambientales y eventualmente la base para los planes de uso del territorio, lo que representa una de las premisas centrales del Ordenamiento Ecológico en su conjunto.

Imágenes satelitales. Para el presente estudio a partir de imágenes Landsat del 2000 se creó un hibrido combinando la banda pancromática con resolución de 15 m y las bandas multiespectrales con resolución de 30 m. Por otro lado se

adquirieron imágenes de satélite LANDSAT ETM del y una imagen SPOT, con 5 m de resolución en pancromático de la zona afectada por el huracán STAN. A partir de estas imágenes se realizo una actualización de la cartografía detectando los principales cambios de uso de suelo y vegetación al 2006. Las imágenes adquiridas tenían únicamente una corrección geométrica realizada con base en la posición del satélite y por lo tanto requerían de una ulterior corrección efectuada a partir de información espacial más precisa. Para esto se utilizo la información vectorial escala 1: 50,000 de las cartas topográficas del INEGI. Con el programa de procesamiento de imágenes ERDAS Imagine se ubicaron entre 20 y 30 puntos de control por imagen y se aplico un polinomio de segundo grado.

PROPUESTA

La propuesta de Modelo de Ordenamiento Ecológico y Territorial consiste en definir, para cada unidad de gestión, las políticas, los lineamientos y criterios de regulación ecológica con base en los resultados de los procesos analíticos, a partir de criterios de regulación ecológica definidos en plan de desarrollo estatal, de discusión con actores sociales, de los talleres de planeación participativa y pronósticos del OET. De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA), las cuatro políticas son: protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable para toda la región.

El modelo de ordenamiento está integrado por una serie de unidades de gestión ambiental (UGAs). Unidades de gestión ambiental. Cada UGA esta normada por una política general que dictara la dirección de las actividades que se realicen dentro de la misma, un lineamiento, estrategias ambientales, acciones ecológicas, indicadores y una serie de criterios ambientales. El primer paso para la definición de las UGAs fue una regionalización con base en la geomorfología, el uso del suelo y vegetación actual, y las poligonales de las áreas naturales
protegidas. Con base en una discusión interdisciplinaria y en mesas de discusión llevadas a cabo en un taller de planeación participativa, se reviso la congruencia y pertinencia para la definición de cada UGA. De esta manera, y con base en un proceso iterativo que involucro la revisión de los mapas topográficos, vegetación, aptitud y de características socioeconómicas se definieron de manera manual y puntual cada una de las UGAs.

Políticas territoriales.

Se presentan a continuación las cuatro políticas ambientales previstas en la LGEEPA. Protección Se refiere a la protección y uso restringido de áreas de flora y fauna que dadas sus características, biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación o la presencia en ellas de especies con algún status en la NOM-059-SEMARNAT-2001, hacen imprescindible su preservación. Por lo tanto requieren que su aprovechamiento sea prohibido, para evitar asi su deterioro y asegurar la permanencia de los ecosistemas.

Conservación. Consiste en el mantenimiento de los ecosistemas y de sus procesos biológicos, en aquellas áreas de importancia ecológica, donde el nivel de degradación ambiental no ha alcanzado valores significativos. Se propone esta política cuando al igual que en la política de protección un área tiene valores importantes de biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación, etc., pero que se encuentra actualmente bajo algún tipo de aprovechamiento. De esta forma se intenta reorientar la actividad productiva a fin de hacer más eficiente el aprovechamiento de los recursos naturales, pero de una manera sustentable, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre estos.

Restauración Es una política transitoria, dirigida a zonas que por la presión de diversas actividades antropogenicas han sufrido una degradación en la estructura o función de los ecosistemas, y que no están sujetas a aprovechamientos de alta productividad, por lo que es necesaria la aplicación de medidas para recuperar su valor ecológico y de esta manera asignarles otra política, de conservación o de protección, la cual se plantea con restricciones moderadas o fuertes para el desarrollo de actividades productivas.

Aprovechamiento sustentable Política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de la unidad de gestión ambiental donde se aplica. En esta política siempre se trata de mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de carga de los ecosistemas que contiene la UGA. Orientada a espacios con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo urbano, y los sectores agrícola, pecuario, comercial e industrial. El criterio fundamental de esta política consiste en llevar a cabo una reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, que propicie la diversificación y sustentabilidad, más que un cambio en los usos actuales del suelo. Debido a la heterogeneidad de algunas unidades se propusieron políticas mixtas: Conservación-Restauración, Aprovechamiento-Restauración y Aprovechamiento-Conservación.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico constituye una guía de planeación para los gobiernos Federal, Estatal y Municipal en la zona de estudio, permite definir el uso del territorio y la aplicación de los programas, apoyos y subsidios que se otorguen con el propósito de aprovechar, conservar, restaurar, y proteger los recursos naturales de la entidad. Sin embargo, el Modelo, por si mismo, es insuficiente para proponer los lineamientos y estrategias específicos encaminados a lograr revertir los procesos de degradación del suelo y la vegetación, resolver los conflictos ambientales y proponer las acciones especificas a cada caso en particular para manejar los recursos de forma sustentable. Para ello es necesaria la información de los subsistemas económico y social que completen la visión del territorio, ya que como bien se sabe, los procesos de degradación del ambiente no están desvinculados de los procesos sociales (crecimiento poblacional, migración, marginación, etc.), económicos (actividades y participación dentro de los sectores: primario, secundario y terciario) y culturales (percepción del medio ambiente y patrones de apropiación del territorio) que determinan el uso que se le ha dado al territorio. Es decir, el paisaje actual es el resultado de la interacción histórica entre el hombre y su entorno, y es necesario tomar en cuenta estos procesos para plantear las estrategias adecuadas para resolver la problemática ambiental.

Lineamientos

Los lineamientos se refieren a las metas a alcanzar para la unidad de gestión territorial. En la tabla de modelo de ordenamiento se pueden observar los lineamientos o metas para cada una de las unidades de gestion ambiental.

Usos

Usos compatibles. Los usos compatibles implican el desarrollo de actividades que por las características de la UGA, su aptitud, uso predominante, valor ambiental, pueden desarrollarse o ya se encuentran en desarrollo sin competir entre si y sin que exista un dominio o perjuicio de una actividad sobre otra. De igual forma son usos o actividades actuales que pueden desarrollarse simultáneamente espacial y temporalmente con el uso predominante, pero que requiere una mayor regulación en virtud de las características y diagnostico ambiental.

Usos condicionados. Son aquellos que debido a su forma de explotación del territorio, no pueden desarrollarse conjuntamente con los usos compatibles sin

estar sujetos a una serie de normas o condiciones para prevenir posibles conflictos o afectaciones entre sectores.

Usos incompatibles. Son los usos del suelo que por sus características incompatibles con las actividades que se realizan o están permitidas en la UGA pueden ocasionar o danos irreversibles al ambiente, o no pueden desarrollarse sin establecer conflictos con las actividades permitidas en el área e impiden alcanzar las metas fijadas para la UGA.

Criterios

Se refieren a una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales. Para el mejor manejo de los criterios, estos se agruparon por actividad, es decir cada uso potencial en el estado tiene su grupo de criterios. En la memoria técnica del presente estudio se pueden observar los grupos y los criterios por uso potencial.

Acu Criterios para la acuacultura

Acu1. Solo se permitirá la acuicultura intensiva

Acu2. En el caso de introducción de especies exóticas para su cultivo, se deberá llevar a cabo la instalación de infraestructura que impida su fuga y se deberá garantizar que la actividad acuícola no produzca infiltración hacia el manto freático.

Acu3. Las unidades de producción acuícola deberán tener una zona de amortiguamiento de al menos 50 m con la frontera agrícola.

Acu4. Se deberá garantizar que la actividad acuícola no produzca infiltración hacia el manto freático.

Acu5. En la acuacultura se prohíbe la utilización de especies transgénicas.

Acu6. No se permite la acuacultura donde existan ecosistemas o hábitats únicos en su género, áreas sujetas a restauración ambiental o zonas de interés arqueológico, ceremonial o religioso.

Acu7. No se permite la creación de estanquería de asfalto sobre lagunas y cuerpos de agua naturales.

Acu8. No se permite crear proyectos acuícolas en sitios donde el agua disponible tenga un nivel de contaminaciones fisicoquímicas y microbiológicas que rebasen los niveles definidos en las NOM ecológicas aplicables.

Acu9. La obtención de agua para los cultivos acuícolas deberá garantizar la permanencia de los patrones geohidrológicos.

Acu10. No se permite el desvío y/o modificación de cauces de ríos.

Acu11. Se deberán llevar registros de los procesos de alimentación, medicación y fertilización en granjas semintensivas e intensivas, que servirá de base para una auditoría ambiental.

Acu12. En los encierros que aprovechen cuerpos de agua temporales, se podrán introducir especies exóticas de rápido crecimiento, siempre que no tengan la capacidad de migrar vía terrestre de un cuerpo de agua a otro o que los ejemplares y huevecillos puedan sobrevivir en el lecho del cuerpo de agua desecada, tomando las medidas necesarias para evitar que los alevines migren aguas abajo.

Acu13. Previo a la época de lluvias y a la aplicación de cal en los cuerpos de agua temporales aprovechados en la acuacultura, deberá evitarse el azolvamiento removiendo los sedimentos para aprovecharlos como mejoradores de suelos agrícolas.

Acu14. Durante el período de secas se extraerán los sedimentos limosos del fondo de las áreas adyacentes a los encierros, para evitar su azolvamiento y poder aprovecharlos como mejoradores de suelos agrícolas.

Acu15. Los productos del dragado de estanques, deberán ser tratados y depositados en sitios donde no formen bordos que interrumpan el flujo superficial de agua y que no azolven los canales naturales, las lagunas y los cauces de arroyos o ríos.

Acu16. Disponer de agua en la acuacultura en pozos de absorción. No se permite la extracción de agua para la actividad acuícola semintensiva e intensiva en sitios en donde ésta se extraiga para el consumo humano. Se llevará un monitoreo periódico para evitar que la acuacultura contribuya significativamente en la eutrofización del cuerpo de agua receptor de las descargas de recambios y en las modificaciones de la diversidad biológica asociada.

Acu17. En la etapa de abandono del proyecto, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas.

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE TECOMÁN

Tomo 100, Colima, Col., Sábado 12 de Diciembre del año 2015; Núm. 68, pág. 2.

4. ESTRATEGIA DE DESARROLLO URBANO.

4.1. ESTRATEGIA GENERAL.

El potencial industrial que tiene la ciudad de Tecomán se espera que se acentúe con el paso del gasoducto, que se suma a la infraestructura que ya existe como lo es la carretera federal y la Vía del Ferrocarril, sin olvidar el proyecto del Puerto Seco. En ese sentido resulta de vital importancia poder establecer una planeación que determine perfectamente las zonas aptas para que se desarrolle la industria, las zonas habitacionales y comerciales que serían consecuencia de detonar la parte industrial.

Por otra parte analizando los antecedentes de la planeación de la ciudad de Tecomán, se tiene que el instrumento de planeación data de 1994, y que ha quedado completamente rebasado por el desarrollo que se ha venido generando, y en muchas ocasiones de manera anárquica, lo que ha provocado la dispersión urbana sin una línea estratégica que obedezca a un planteamiento orientado a la sustentabilidad y a la satisfacción de necesidades de la población.

A consecuencia de lo anterior para la definición de las políticas y acciones se tomó la hipótesis 3 del apartado de bases y criterios de ordenamiento, en donde la ciudad de Tecomán deberá estar en condiciones de absorber al año 2015 (corto plazo) 125,869 habitantes, para el año 2021 (mediano plazo) 163,879 habitantes y finalmente para el año 2030 (largo plazo) una población de 243,462 habitantes.

La estrategia general del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tecomán, considera establecer en la parte norte, lo más cercano a la infraestructura de comunicaciones, así como el aprovechamiento del paso del gasoducto las zonas industriales estableciendo como zonas industriales de alto impacto y riesgo alto las más alejadas del centro de población, que son las ubicadas hacia el norte de la carretera federal, por su parte las zonas industriales de mediano impacto y riesgo se ubicaron hacia la parte norte del centro de población separados de las zonas habitacionales por usos comerciales regionales y de servicios a la industria y al comercio en torno al actual libramiento carretero, por lo que respecta a las zonas industriales de bajo impacto y riesgo, estas se ubicaron en la parte noroeste del centro de población. Esta estrategia busca concentrar en torno al centro de población actual todas las áreas habitacionales, zonas mixtas, y comerciales teniendo como cinturón el libramiento actual así como la proyección del mismo en la parte poniente.

Para la distribución de la reserva en sus diversas densidades, se tomó en cuenta la configuración de la ciudad actual en relación al porcentaje de las tipologías de los predios y a la demanda sentida de la población, en el sentido de dotar de densidades medias dentro de la ciudad que permita romper con la tendencia de ciudad de interés social que presenta en estos últimos años Tecomán. De ahí entonces la justificación de la cantidad de suelo para las distintas zonas habitacionales que se encuentran plasmadas en el plano de Zonificación identificado con la clave E-3.

4.2. DELIMITACIÓN DEL CENTRO DE POBLACIÓN.

Para la aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tecomán, se establece el área de aplicación quedando circunscrito en un polígono con una superficie de **7,771-57-76.89** has (Plano E-1), en donde las políticas de ocupación de encuentran graficadas en el plano denominado Clasificación de Áreas E-2 que forma parte del programa, en donde los usos y obras a realizar deberán apegarse a las disposiciones jurídicas aplicables ya lo establecido en los planos denominados Zonificación E-3 y Estructura Urbana E-4.

4.3. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

El Reglamento de Zonificación en su artículo 15, establece que la clasificación de áreas y predios se establece en función de las condicionantes que resulten de sus características del medio físico natural y transformado, las que según su índole requieren de diverso grado de control o participación institucional, para obtener o conservar la adecuada relación ambiental, así como para normar el aprovechamiento que en dichas áreas se pretenda realizar, en caso de ser factible. Estas áreas se señalan en el Plano E-2.

4.3.1. ÁREAS URBANIZADAS (AU).

Son las áreas ocupadas por las instalaciones necesarias para la vida normal del centro de población, que cuentancon su incorporación municipal; o con la aceptación expresa del Ayuntamiento, están en proceso de acordarla. Se ajustarán a lo establecido en el artículo 16 del Reglamento de Zonificación del Estado de Colima.

a) ÁREAS INCORPORADAS:

Las áreas urbanizadas pertenecientes al centro de población que han sido debidamente incorporadas al Municipio, es decir, que el Ayuntamiento ya recibió las obras de urbanización o las mismas forman parte del sistema municipal, y han aportado las áreas de cesión en caso de haber pertenecido a la reserva urbana, según lo estipulado en los artículos 263, 264, 328, 330 y 331 de la Ley de Asentamientos Humanos para el Estado de Colima.

b) ÁREAS DE URBANIZACIÓN PROGRESIVA (AU-UP)

Las áreas urbanizadas mediante la modalidad a que se refiere la fracción III del artículo 300 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima, donde aún no se han concluido las obras mínimas de urbanización; así como aquellas de urbanización espontánea que el Ayuntamiento autorice regularizar de acuerdo al artículo 45 de la Ley General y los procedimientos de las leyes en la materia, donde para complementar sus obras de urbanización se sujetarán al sistema de

acciones por colaboración previsto en el Capítulo II del Título Séptimo de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima.

c) ÁREAS EN PROCESO DE URBANIZACIÓN (AU-PU)

d) ÁREAS DE RENOVACIÓN URBANA (AU-RN)

El Reglamento de Zonificación define a estas áreas como las áreas urbanizadas en donde se programe realizar obras de urbanización para la renovación urbana, es decir, las acciones técnicas de acondicionamiento del suelo en zonas comprendidas en el centro de población; y las relativas al mejoramiento, saneamiento y reposición de sus elementos, como la vialidad, redes de servicio o del paisaje urbano, pudiendo implicar un cambio en las relaciones de propiedad y tenencia del suelo, que requerirá su reincorporación municipal, según lo dispuesto en la fracción II del artículo 260 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima.

e) ÁREAS DE PROTECCIÓN A LA FISONOMÍA URBANA (PP-PF)

Las Áreas que aun cuando no cuentan con la clasificación de áreas de protección al patrimonio histórico o al patrimonio cultural, contienen traza urbana y edificaciones de valor arquitectónico que pueden formar un conjunto fisonómico, por lo cual su conservación es de interés municipal, según lo estipulado por las fracciones IX y XII del artículo 1 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima.

4.3.2. ÁREAS DE RESERVA URBANA

a) ÁREAS DE RESERVA URBANA A CORTO PLAZO (RU-CP)

El Reglamento de Zonificación del Estado de Colima las define como las áreas pertenecientes a la reserva urbana que cuentan con las obras de urbanización básica, que determinan la disponibilidad de agua potable y la posibilidad de conexión a la red de drenaje sanitario, así como el suministro eléctrico y la conexión al sistema vial, o donde es
factible realizarlas de inmediato.

b) ÁREAS DE RESERVA URBANA A MEDIANO PLAZO (RU-MP)

El reglamento las define como las áreas pertenecientes a la reserva urbana que son potencialmente urbanizables pero no cuentan con las obras de urbanización básica a que se refieren las áreas de reserva urbana a corto plazo, y no es factible realizarlas inmediatamente.

c) ÁREAS DE RESERVA URBANA A LARGO PLAZO (RU-LP)

El Reglamento de Zonificación del Estado de Colima las define como las áreas pertenecientes a la reserva urbana, potencialmente urbanizables pero que no cuentan con las obras de urbanización básica a que se refieren las áreas de reserva urbana de corto plazo y no está programado realizarlas inmediatamente

4.3.3. ÁREAS DE RESTRICCIÓN A INFRAESTRUCTURA O INSTALACIONES ESPECIALES. (IE)

El Reglamento de Zonificación del Estado de Colima define que son las áreas próximas o dentro del radio de influencia de instalaciones, que por razones de seguridad están sujetas a restricciones en su utilización y condicionadas por los aspectos normativos, así como las franjas que resulten afectadas por el paso de infraestructuras y es necesario controlar y conservar por razones de seguridad y el buen funcionamiento de las mismas.

a) ÁREAS DE RESTRICCIÓN POR PASO DE VIALIDADES REGIONALES (IE-SC).

El Reglamento de Zonificación las define a las áreas que corresponden a las franjas a lo largo y lados de las vialidades regionales, su derecho de vía y características lo determinara la autoridad competente en la materia. **IE-SC-1:** Corresponde a la Carretera Federal número 110 Colima – Tecomán.

b) ÁREAS DE RESTRICCIÓN POR PASO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS (IE-EL).

El reglamento de zonificación señala que estas áreas corresponden a las franjas a lo largo y alrededor de las instalaciones de electricidad, por lo general sobre las vías públicas.

c) ÁREAS DE RESTRICCIÓN POR PASO DE INSTALACIONES DE RIESGO (IE-RG).

El reglamento de zonificación define a estas áreas como las referidas a depósitos de combustible, gasoductos y redes de distribución de energéticos, gasolineras, gaseras, cementerios, industrias peligrosas y demás usos de suelo que entrañen riesgo o peligro para la salud en sus inmediaciones.

d) ÁREAS DE RESTRICCIÓN POR PASO DE INSTALACIONES FERROVIARIAS (IE-FR).

El reglamento de zonificación define a estas áreas como las referidas a las estaciones de ferrocarril de pasajeros y carga, con sus respectivos patios de maniobras, así como a las vías ferroviarias.

e) ÁREAS DE RESTRICCIÓN POR PASO DE INSTALACIONES MILITARES (IE-ML).

El reglamento de zonificación define a estas áreas como las referidas a cuarteles y edificios del Ejercito Mexicano, cuyas instalaciones y áreas colindantes deberán respetar las normas, limitaciones y restricciones a la utilización del suelo que señala al respecto la Secretaria de la Defensa, en base a las leyes y reglamentos en la materia.

4.3.4. ÁREAS DE TRANSICIÓN (AT)

El reglamento de zonificación las define como las que fungen como separadoras entre las áreas urbanas y las áreas rurales o naturales protegidas, aminorando la confrontación directa entre las condiciones físicas de cada una de ellas.

4.3.5. ÁREAS RÚSTICAS (AR)

El reglamento de zonificación las define como las tierras, aguas y bosques cuyo uso corresponde a las actividades del sector primario de manera permanente, por lo que son susceptibles de explotación renovable agrícola, pecuaria, piscícola o forestal.

a) ÁREAS RUSTICAS AGROPECUARIAS (AR-AGR)

El reglamento de zonificación define que estas áreas son los terrenos propios para cultivos o pastizales y demás actividades agropecuarias. Se identifican con el dibujo y la clave de las áreas rústicas más la sub-clave (AGR);

4.3.7. ÁREAS DE PROTECCIÓN A CAUCES Y CUERPOS DE AGUA (CA)

Son las áreas requeridas para la regulación y el control de los cauces en los escurrimientos y vasos hidráulicos, tanto para su operación natural como para los fines de explotación agropecuaria como de suministro a los asentamientos humanos. Estas áreas se identifican con la clave CA y el número que las especifica. Estas áreas se
subdividen en:

a) Áreas de protección a cuerpos de agua: Las relacionadas con las aguas nacionales, en los términos de la Ley de Aguas Nacionales.

b) Áreas de protección a cauces: Las relacionadas con el cauce de una corriente, de manera continúa en los terminos de la Ley de Aguas Nacionales.

c) Áreas de proteccion a escurrimientos: Las relacionadas con el cauce de una corriente, de manera intermitente en los terminos de la Ley de Aguas Nacionales.

4.4. ZONIFICACIÓN

Según lo define el Artículo 18 del Reglamento de Zonificación para el Estado, para formular la zonificación, los programas de desarrollo urbano subdividirán un área territorial en distintos tipos de zonas, que identifican y determinan los

aprovechamientos predominantes que se permiten en las mismas, y se norman por la Reglamentación de Zonas que el propio Reglamento establece en los capítulos VII al XIII.

4.4.1. ZONAS AGROPECUARIAS (AG)

Las Zonas Agropecuarias son las que a continuación se describen y deben ajustarse a las normas señaladas en el Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

4.4.2. ZONA FORESTAL (F)

Las Zonas de actividades silvestres son las contempladas por el programa, implican solamente acciones de conservación silvícola, quedando prohibidas en ellas todas las acciones de aprovechamiento urbano del suelo, así como el aprovechamiento de las especies vegetales o animales presentes en dichos hábitat.

4.4.3. ZONAS HABITACIONALES

a) ZONAS HABITACIONALES DENSIDAD BAJA H2

Las Zonas Habitacionales de densidad Baja, son las que a continuación se describen y deben ajustarse a las normas señaladas en el capítulo IX (Reglamentación de Zonas Habitacionales) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.En estas zonas (H2), no deberán de permitirse la intensificación del suelo con cambios de densidad, por lo que estos quedan prohibidos.

b) ZONAS HABITACIONALES DENSIDAD MEDIA H3

Las Zonas Habitacionales de densidad Media, son las que a continuación se describen y deben ajustarse a las normas señaladas en el capítulo IX (Reglamentación de Zonas Habitacionales) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima. En estas zonas (H3), no deberán de permitirse la intensificación del suelo con cambios de densidad, por lo que estos quedan prohibidos

c) ZONAS HABITACIONALES DENSIDAD ALTA H4.

Las Zonas Habitacionales de densidad Alta, son las que a continuación se describen y deben ajustarse a las normas señaladas en el capítulo IX (Reglamentación de Zonas Habitacionales) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

4.4.4. ZONAS MIXTAS DE BARRIO

El reglamento de zonificación define que estas zonas es donde la habitación es predominante pero compatible con otros usos comerciales y de servicios estrictamente barriales; en ellas el uso habitacional no podrá ser menor del 75 por ciento de la superficie aprovechable de la zona. Generalmente se constituyen alrededor de los centros vecinales
o centros de barrio, o en corredores internos del barrio, deberán ajustarse a las normas señaladas en el capítulo X (Reglamentación de Zonas de Usos Mixtos) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

a) MIXTO DE BARRIO INTENSIDAD MEDIA (MB2)

b) MIXTO DE BARRIO INTENSIDAD ALTA (MB3)

4.4.5. ZONAS DE CORREDOR URBANO MIXTO

El reglamento de zonificación define que estas zonas es donde la habitación coexiste en forma equilibrada con usos comerciales y de servicios cuya zona de influencia es un distrito urbano, o el conjunto de varios barrios; en ellas el uso habitacional no podrá ser menor del 50 por ciento de la zona. Se constituyen en corredores urbanos interzonales, siendo adecuadas para ubicar los usos de comercio y servicios de mayor impacto, así como actividades de trabajo de baja incidencia en el medio ambiente, deberán ajustarse a las normas señaladas en el capítulo X (Reglamentación de Zonas de Usos Mixtos) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

a) CORREDOR URBANO MIXTO INTENSIDAD MEDIA (MD2)

b) CORREDOR URBANO MIXTO INTENSIDAD ALTA (MD3)

4.4.6. ZONAS MIXTAS DE CENTRO

El reglamento de zonificación define que estas zonas es donde la habitación deja de ser predominante, mezclándose con usos comerciales y de servicios de carácter urbano general, que sirven a la totalidad o a un amplio sector del centro de población; en ellas el uso habitacional no podrá ser menor del 25 por ciento de la zona. Generalmente se constituyen alrededor de los centros o subcentros urbanos, donde por razones de impacto en la imagen urbana, deben excluirse los usos comerciales y de servicios de mayor impacto, deberán ajustarse a las normas señaladas en el capítulo X (Reglamentación de Zonas de Usos Mixtos) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

a) MIXTO DE CENTRO INTENSIDAD MEDIA (MC2)

4.4.7. ZONAS COMERCIAL Y DE SERVICIOS DE BARRIO

El reglamento de zonificación define que en estas zonas es donde se ubica la principal concentración de estas actividades para servicio de un núcleo vecinal o un barrio, generando los centros vecinales y centros de barrio, deberán ajustarse a las normas señaladas en el capítulo XI (Reglamentación de Zonas Comerciales y de Servicios) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

b) COMERCIAL Y DE SERVICIOS DE BARRIO INTENSIDAD ALTA (CB3)

4.4.8. ZONAS COMERCIAL Y DE SERVICIOS CENTRAL (CC)

El reglamento de zonificación define que en estas zonas es donde se ubica la principal concentración de las actividades para servicio de la totalidad o un amplio sector del centro de población, generando los centros o subcentros urbanos, en estas zonas, por la afectación que provocan en la imagen urbana, deberán ajustarse a las normas señaladas en el capítulo XI (Reglamentación de Zonas Comerciales y de Servicios) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

En el presente Programa se establece que dentro de los usos y destinos permitidos para estas zonas, se excluirán los siguientes giros de los Centros de Diversión: cantinas, centros nocturnos, table dance, cabarets, centros botaneros y casinos.

a) COMERCIAL Y DE SERVICIOS CENTRAL INTENSIDAD MEDIA (CC2)

4.4.9. ZONA DE CORREDOR COMERCIAL Y DE SERVICIOS REGIONALES (CR)

El reglamento de zonificación define que estos corredores es donde las actividades que se ubican en estas zonas tienen un alcance que rebasa al propio centro de población, por lo que son adecuadas en forma de corredores desarrollados sobre arterias del sistema vial primario con fácil accesibilidad hacia las salidas carreteras; en ellas los usos habitacionales deben quedar excluidos, deberán ajustarse a las normas señaladas en el capítulo XI (Reglamentación de Zonas Comerciales y de Servicios) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima.

En el presente Programa se establece que dentro de los usos y destinos permitidos para estas zonas, se excluirán los siguientes giros de los Centros de Diversión: cantinas, centros nocturnos, table dance, cabarets, centros botaneros y casinos. Así mismo se establece en el presente programa que los lotes con usos (CR) no deberán de colindar con lotes habitacionales (H2, H3 y H4).

4.4.10. SERVICIOS A LA INDUSTRIA Y AL COMERCIO (S)

El reglamento de zonificación define que estas zonas son de alcance urbano y regional que se caracterizan por que su uso predominante lo constituyen las actividades de abastos, almacenamientos y talleres de servicios y ventas especializadas, pudiendo coexistir con giros seleccionados de tipo industrial de bajo impacto; normalmente se localizan cercanas a zonas industriales y centros de abastos, debiendo excluirse los usos habitacionales en estas zonas, deberán ajustarse a las normas señaladas en el capítulo XI (Reglamentación de Zonas Comerciales y de Servicios) del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima. En el presente Programa se establece que dentro de los usos y destinos permitidos para estas zonas, se excluirán los siguientes giros de los Centros de Diversión: cantinas, centros nocturnos, table dance, cabarets, centros botaneros y

casinos. Así mismo se establece que los lotes con usos (S) no deberán de colindar con lotes con usos habitacionales (H2,H3 y H4).

a) INDUSTRIA LIGERA Y DE BAJO IMPACTO

b) INDUSTRIA LIGERA Y DE MEDIO IMPACTO (I2)

c) INDUSTRIA LIGERA Y DE ALTO IMPACTO (I3)

4.4.12. ZONAS DE ESPACIOS VERDES Y ABIERTOS (EV)

Estas zonas corresponden a las áreas que comprenden a la restricción por el paso del gasoducto. Estas zonas únicamente podrán tener pasto y vegetación de ornato.

4.5. ESTRUCTURA URBANA

Con el fin de lograr el ordenamiento del espacio urbano en los centros de población, se debe considerar la característica, modo de operar y adecuada jerarquía de los diferentes elementos que lo componen, y que se relacionan entre sí; para lo cual se establecen dos
grandes sistemas que conforman la base de la estructuración urbana:

El sistema de estructura territorial, que tiene por objeto ordenar el espacio urbano en "unidades territoriales" que se jerarquizan en función de la actividad que en ellas se realice, del número de habitantes y las demandas de equipamiento urbano que genera la vida en la comunidad, así como de la necesidad de conservar el sentido de identidad y escala humana dentro del centro de población, independientemente del tamaño del mismo. El sistema vial, que tiene por objeto establecer una adecuada jerarquía entre los diferentes tipos de vías urbanas que sirven para los desplazamientos de personas y bienes en el centro de población; cuyos lineamientos se describen en el Título IV de este reglamento. Ambos sistemas dependerán del tamaño y funciones que tenga el centro de población dentro del contexto regional.

4.5.1. CENTRO URBANO

Corresponde al mayor nivel de jerarquía de los elementos urbanos de estructuración urbana, y su área de influencia directa es la totalidad del centro de población, siendo su *centro cívico,* el punto de mayor concentración de servicios y equipamiento urbano, y el lugar de ubicación de las principales funciones cívicas, sede de autoridades municipales,
estatales y federales, así como de la plaza cívica y funciones comerciales generales y de servicios diversos. La dosificación de su equipamiento dependerá del número habitantes de dicho centro de población y de la población regional a la que sirve, apoyándose para esos efectos con áreas institucionales y de servicios regionales.

Los rangos de número de habitantes señalados para cada elemento son indicativos de manera aproximada, debiendo adecuarse a las condiciones particulares de cada centro de población.

CU: Centro Urbano, se desarrolla sobre los principales ejes viales del primer cuadro de la localidad. Alberga al centro histórico, comercial y financiero y es la sede donde se asientan las autoridades e instituciones político administrativas. En el sentido más amplio, el centro urbano se encuentra circunscrito por las calles Mariano Matamoros, Niños Héroes, Juan Oseguera Velázquez y Belisario Domínguez.

4.5.2. CENTROS BARRIALES

La Unidad de Barrio es la cedula fundamental de la estructura Urbana, con un rango de población entre los 10,000 y los 20,000 habitantes, se integra a partir de unidades vecinales en torno a *Centro de Barrio,* que concentra el Equipamiento Urbano Principal que requieren las unidades vecinales que está integrando; equipamiento vecinal, escolar, medio básico, plazas, jardines, instalaciones deportivas, mercado e instalaciones comerciales suficientes párale abasto, instalaciones culturales, religiosas, para el desarrollo de la comunidad y la administración pública.

4.6. ESTRUCTURA VIAL

El reglamento de zonificación define que los sistemas generales de vialidad, están constituidos por la red regional, y la urbana que se desarrolla al interior de los centros de población. La red vial urbana debe incluir específicamente dos

sistemas, uno primario, que estructure los espacios en la totalidad del área urbana y que forme parte de su zonificación y de la clasificación general de los usos y destinos del suelo; y otro complementario, o secundario, destinado fundamentalmente a comunicar el primer sistema vial con todos los predios del centro de población.

4.6.1 VIALIDAD REGIONAL

El reglamento de zonificación define que estas vialidades son vías para el transito directo entre diferentes centros depoblación, a efecto de permitir el tránsito de bienes y personas al exterior de las regiones o entre los asentamientos humanos de una misma región según su tipo.

VR-1: Carretera Federal número 110 y 200, que constituye la carretera federal Colima -Tecomán.

VR-2: Carretera Federal número 200, que constituye la carretera federal libre Colima – Manzanillo y que comunica al municipio de Armería.

VR-3: Carretera Federal número 200, que constituye la carretera federal libre Tecoman – Cerro de Ortega

VR-4: Carretera Federal número 89, que constituye la carretera Tecomán – Tecuanillo.

VR-5: Carretera Estatal, que constituye la carretera federal Tecomán -El Real.

VR-6: Carretera Federal número 200, que constituye la carretera federal Tecomán -Boca de Pascuales.

4.6.2. VIALIDAD PRIMARIA

El sistema de vialidad primaria, de acuerdo a la regulación del Reglamento de Zonificación, se divide en dos tipos, de Vialidad: VÍAS DE ACCESO CONTROLADO Y VÍAS PRINCIPALES. Este sistema debe alojar la mayor parte de transporte público, las cuales se describen a continuación.

a) VÍAS DE ACCESO CONTROLADO

El reglamento de zonificación menciona que estas vialidades son vías para el tránsito directo en las que el acceso a las mismas está limitado a ciertos sitios, determinados desde que se realiza el proyecto de la vía. La función de las vías de acceso controlado es la de facilitar la movilidad de altos volúmenes de tránsito eficientemente, agilizando el tránsito de paso a través del área urbana, permitiéndole al sistema vial cumplir su función adecuadamente entre los principales centros generadores de tránsito. A su vez deben garantizar niveles adecuados de seguridad a volúmenes de tránsito elevados, controlando los puntos de acceso.

Cuando el control del acceso es total y todas las intersecciones importantes cruzan a desnivel, estas vías se denominan también con el nombre de *autopistas* o *víaductos*. En este tipo de vías las entradas y salidas, a y desde los carriles de alta velocidad, deben estar diseñadas y espaciadas convenientemente para proporcionar una diferencia mínima entre la velocidad del tránsito de la corriente principal y la velocidad del tránsito que entra o sale de la misma. Las intersecciones con otras vías públicas se efectuarán a desnivel y además se deben incluir pasos a desnivel para peatones.

b) VÍAS PRINCIPALES (VP)

El reglamento de zonificación menciona que este subsistema, conjuntamente con las vías de acceso controlado, deberá servir como red primaria para el movimiento de tránsito de paso de un área a otra dentro del ámbito urbano. Permite un enlace directo entre los generadores de tránsito principales, la zona central comercial y de negocios, centros de empleo importantes, centros de distribución y transferencia de bienes y terminales de transporte en toda el área urbana. Estas vías permiten también enlazar las carreteras con la vialidad urbana y sirven para proporcionar la fluidez al tránsito de paso y de liga con las arterias colectoras y calles de distribución y locales. Pueden ser de un solo sentido o doble sentido con faja separadora central, física o pintada.

4.6.3. VÍAS SECUNDARIAS

El sistema de vialidad secundaria, de acuerdo a la regulación, del Reglamento de Zonificación, se divide en dos tipos de vialidad; Arterias Colectoras (AC) y las

Calles de Distribución (CD). Según el artículo 197 del Reglamento de Zonificación, solamente las Arterias Colectoras pueden alojar el transporte Público.

a) ARTERIAS COLECTORAS

b) CALLES DE DISTRIBUCIÓN

El reglamento de zonificación menciona que estas calles son las que a la vez que dan acceso a las propiedades colindantes, también conducen el tránsito de las calles locales que intersectan, generalmente esta función la desempeñan dentro de una zona habitacional específica, debiendo estar conectadas con el sistema de arterias colectoras. Este tipo de calles no debe alojar rutas de transporte público, ni de carga ni de pasajeros.

Áreas naturales protegidas

La legislación ambiental protege las aéreas con mayor biodiversidad decretándolas como aéreas naturales protegidas (ANP) y asignándoles un plan de manejo que regula su funcionamiento. El ordenamiento fortalece estas aéreas asignando una política de protección. Además sugiere la conservación o restauración de ciertas aéreas que tienen la función de corredores biológicos que unen las ANP's existentes y delimita las aéreas prioritarias para la conservación.

En el Estado de Colima existen 4 ANP´s, La reserva de la biosfera de la sierra de Manantlán con una superficie de 139,577 hectáreas. Y el parque nacional Nevado de Colima con 9600 hectáreas., se encuentran compartidas con el estado de Jalisco. Dentro del estado de Colima, se cuenta con el área de protección de recursos naturales de “Las huertas” y el área de protección de flora y fauna “El Jabalí” con superficies de 167 y 5,179 hectáreas respectivamente.

III.3 Uso actual de suelo en el sitio del proyecto

El uso actual de suelo en el sitio del proyecto es agrícola. En estos predios se desarrollan cultivos de papaya actualmente y por medio de fotografías de satélite se puede observar que han sido utilizados con estos fines por más de 10 años.

En el **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima** vigente, publicado en el Periódico El Estado de Colima, el 11 de Agosto de 2012,

se clasifica la zona bajo una política de "Aprovechamiento-Sustentable". Con un uso Predominante de: Agricultura de riego y plantaciones de frutales, compatible con la Acuacultura bajo ciertas condicionantes (con especies nativas o con medidas para la prevención de escapes de especies exóticas a cuerpos de agua).

Uso de suelo del predio (Mayo 2016)

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima, esta sección se encuentra dentro de la **UGA 96** que de acuerdo a este instrumento de ordenamiento territorial, se define como de usos:

> **Predominante:** Agricultura de riego y plantaciones de frutales.
>
> **Compatibles:** Agricultura, Agroforestería, Agroturismo, Ecoturismo, Frutales, Ganadería, Investigación, Plantaciones agrícolas, UMA´s.
>
> **Condicionados: Acuacultura** (con especies nativas o con medidas para la prevención de escapes de especies exóticas a cuerpos de agua),

En referencia a este punto, se considera como enteramente compatible la actividad debido a que la especie de camarón a cultivar (camarón blanco *Penaeus vannamei*) es nativa de la región y de todo el litoral Pacífico mexicano. Los cuerpos de agua más cercanos son el Río Armería que presenta un ambiente que es incompatible para la reproducción de esta especie debido a su naturaleza marina y estuarina, y finalmente la obra se encuentra alejada y aislada de este

cuerpo de agua, sin embargo se contemplan las medidas de prevención de escapes de organismos debido a que esto representaría además pérdidas económicas para el proyecto.

La política de operación del presente proyecto contempla también el establecimiento de medidas de cero impacto para los ecosistemas. El sistema de producción que será implementado es un sistema de cultivo intensivo con cero recambios, utilizando las técnicas probadas de cultivos heterotróficos (Avnimelech, 2009) en condiciones floculantes, también conocida como biofloc (Mahanand *et al*, 2013). Por medio de estas técnicas intensivas se asegurará una producción sostenible, amigable con el ambiente debido a la ausencia de intercambios de descargas al medio o a cuerpos de agua como parte del manejo de la Unidad de Producción.

De acuerdo al **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tecomán**, se reconoce la sección Norte el predio, donde se pretende realizar la instalación de la infraestructura productiva, como un **Área Rústica Agropecuaria AR-AGR** y una **Zona AG** Agropecuaria, con la cual es compatible la instalación y operación de una granja de cultivo de camarón.

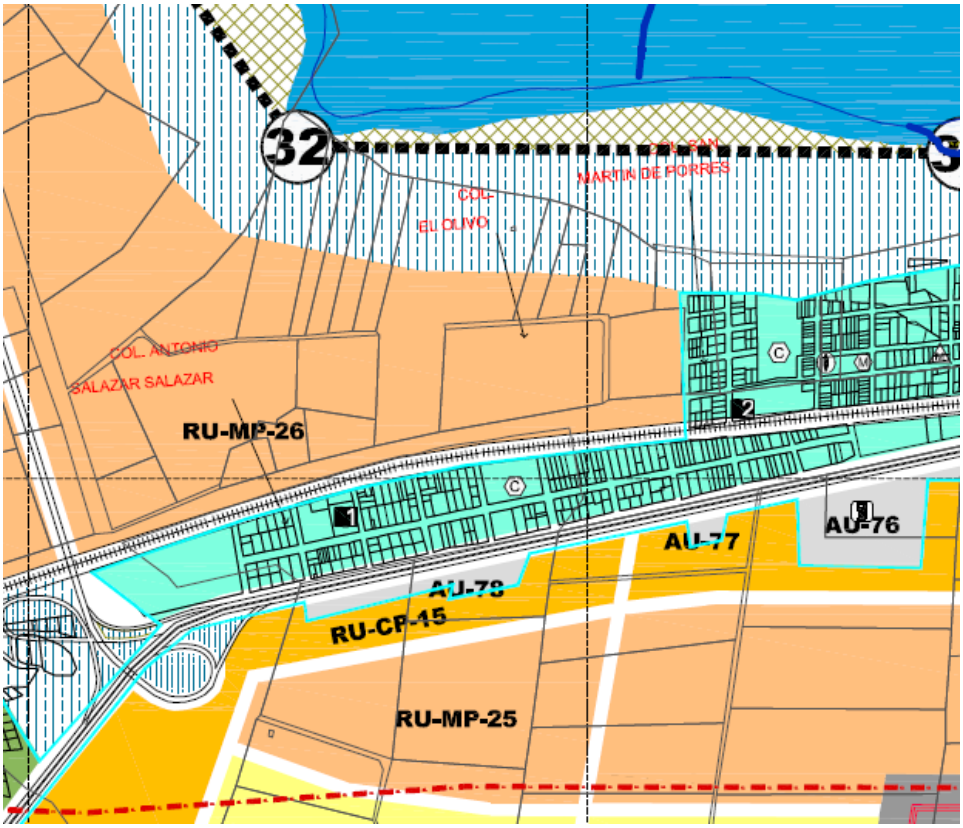
Esta información es sustentada en el oficio N° 0212/2017 emitido por el H. Ayuntamiento Constitucional de Tecomán el 15 de marzo de 2017 para el proyecto en cuestión (Anexo).

La sección sur del predio (2 hectáreas) se encuentran en una zona de Reserva Urbana a Mediano Plazo y están en una zona compatible con la industria ligera (en este caso industria acuícola) y en una Zona de Transición hacia el uso agrícola.

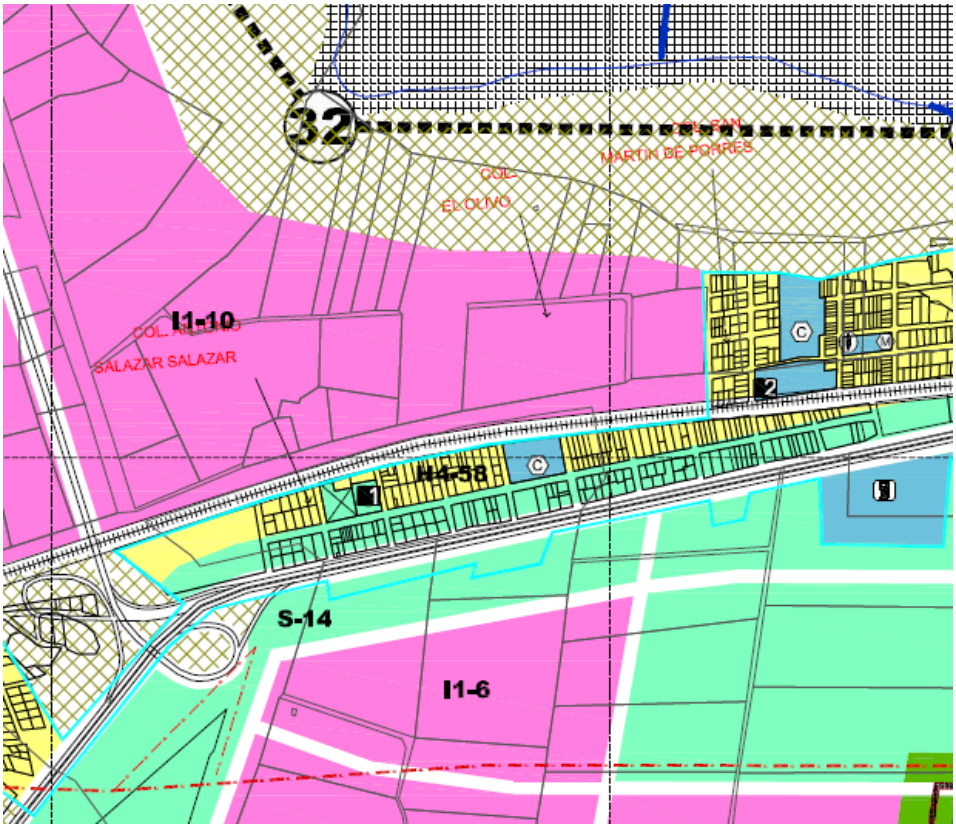
En el citado Programa de Desarrrollo se define como:

b) ÁREAS DE RESERVA URBANA A MEDIANO PLAZO (RU-MP)

El reglamento las define como las áreas pertenecientes a la reserva urbana que son potencialmente urbanizables pero no cuentan con las obras de urbanización básica a que se refieren las áreas de reserva urbana a corto plazo.



RU-MP-26: Área conformada por un polígono, el cual cuenta con una superficie aproximada de 84.47has., delimitada por el Área de Urbanización Progresiva AU-UP-6, el Área de Transición AT-12, el Área Rustica Agropecuaria AG-AGR-10, el área de restricción por paso de Vía del Ferrocarril IE-FR-1, la Vialidad Regional VR-2 ó Área de Restricción por paso de Instalaciones de Infraestructura Carretera IE-SC-5.



I1-10: Zona de industria ligera y de bajo impacto con una superficie aproximada 84.47has., delimitada al norte por la zona Agropecuaria AG-1,al sur por la Vía de Ferrocarril, al este por la zona habitacional H4-56, al oeste por la Vialidad Regional VR-2, corresponde a la Reserva Urbana a Mediano Plazo RU-MP-26

En la sección sur del predio es donde se pretende realizar la instalación de la infraestructura complementaria básica descrita en la sección anterior (zona de bodega, baños, área de proceso y dormitorios), para lo cual se deberá atender previamente lo dispuesto por el "Título Octavo de la Ley, relativo al aprovechamiento Urbano del suelo", en un proceso independiente de la instalación-operación de la infraestructura productiva en la fracción norte.

Por lo anteriormente descrito, se considera que la realización del presente proyecto de instalación y operación de infraestructura acuícola se vincula de manera adecuada a las políticas, criterios y lineamientos establecidos en los ordenamientos jurídicos aplicables y a la zona geográfica donde se establecerá el proyecto.

H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE TECOMAN
2015-2018
DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO Y REGULACIÓN URBANA

TECOMÁN

OFICIO N° 0212/2017

C. FERNANDO JAVIER ROSETE AYALA
P R E S E N T E

En atención a su escrito de fecha 10 de marzo del año en curso, en el que solicita se determine la compatibilidad para la producción acuícola con estanques de geomembrana en la fracción norte del predio identificado como Parcela 1659 Z-7 1/5 del Ejido N.C.P.A. Cofradía de Juárez y Anexas, al respecto le informo lo siguiente.

La fracción norte del predio referido se localiza conforme el Programa de Desarrollo Urbano en un Área Rústica Agropecuaria AR-AGR y una zona AG Agropecuaria, en donde conforme el Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima, el uso planteado es compatible para cultivo (tilapia y camarón).

Sin embargo, para cualquier otra actividad que implique procesos industriales o edificaciones de tipo urbano, es necesario atender previamente lo dispuesto por el Título Octavo de la Ley, relativo al aprovechamiento urbano del suelo.

Sin otro asunto en particular, quedo de usted para atender cualquier duda o comentario al Respecto.

ATENTAMENTE
Tecomán, Colima; a 15 de marzo de 2017
EL DIRECTOR GENERAL DE DESARROLLO Y REGULACIÓN URBANA

ARQ. ERNESTO II VERGARA OROZCO

DIRECCION DE DESARROLLO Y REGULACIÓN URBANA

C.c.p. Archivo

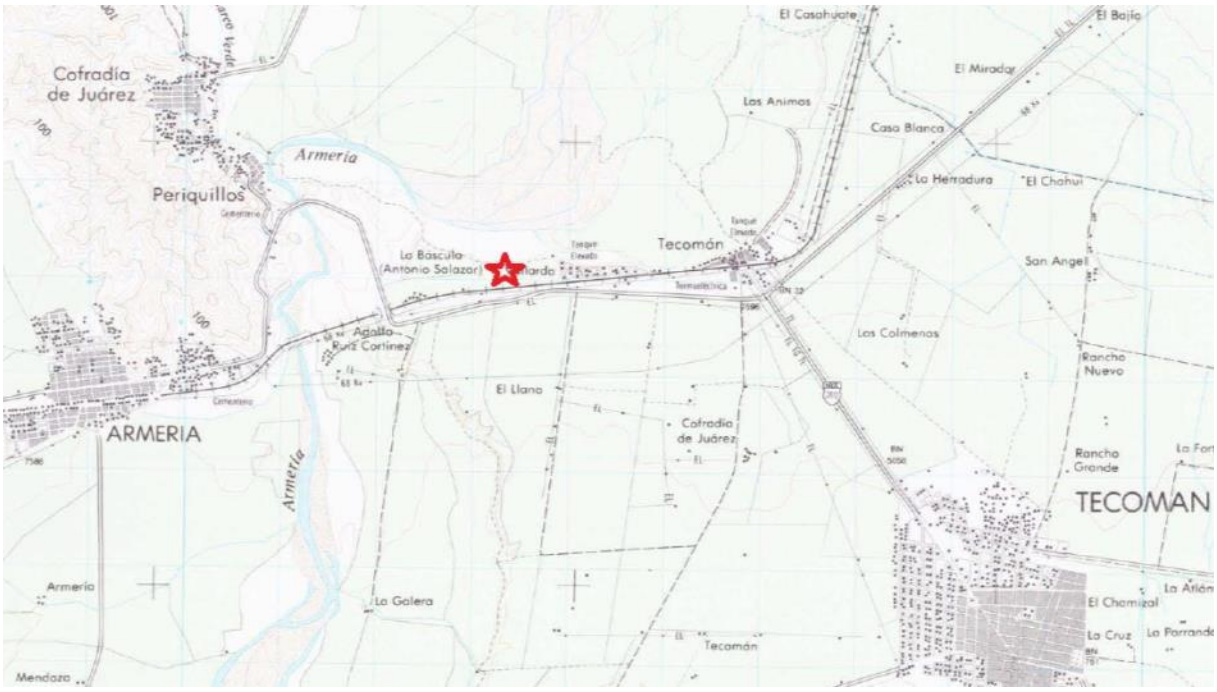
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Inventario ambiental

IV.1 Delimitación del área de estudio

El área de estudio se delimita con base en criterios técnicos y de evaluación, considerando que dentro de la misma se localicen todos los elementos que serán objeto de estudio, descripción y análisis en el presente trabajo, ya que estos elementos bióticos, abióticos y sociales, serán lo que directamente tendrán algún grado de impacto de autorizadas las obras pretendidas.

El proyecto “Granja Acuícola Tecomán” para engorda de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) se localiza en el estado de Colima, a 5 km al noroeste de la cabecera municipal de Tecomán, del mismo nombre y a 4 km al este de Armería, también cabecera municipal del municipio homónimo.



Localización del sitio del proyecto, dentro de la Carta topográfica INEGI E13B54 TECOMAN.

a) Dimensiones del Proyecto.

El proyecto se pretende instalar en dos polígonos separados por un camino vecinal, de forma cuadrangular ambos, el mayor con una extensión de **6-06-20.861 hectáreas**, y el menor con **2-00-00.00 hectáreas**, que suman 80,620 m2, estos tienen un uso actual de tipo agrícola, dedicado al cultivo de papaya (*Carica papaya*).

b) Conjunto distribución y tipo de obras.

Las obras a desarrollar en términos generales serán:

- Retiro de los restos de la vegetación actual (retiro de las plantas de papaya).
- Rastreo del terreno.
- Nivelación del terreno.
- Excavaciones necesarias para instalación de red eléctrica e hidráulica de entrada, sistema de recirculación y reservorio.
- Instalación de tuberías.
- Instalación de estanquería de geomembrana, tanques circulares y rectangulares.
- Instalación de cubierta de malla sombra para los tanques (zona de producción).
- Construcción de casetas de vigilancia y bodegas.

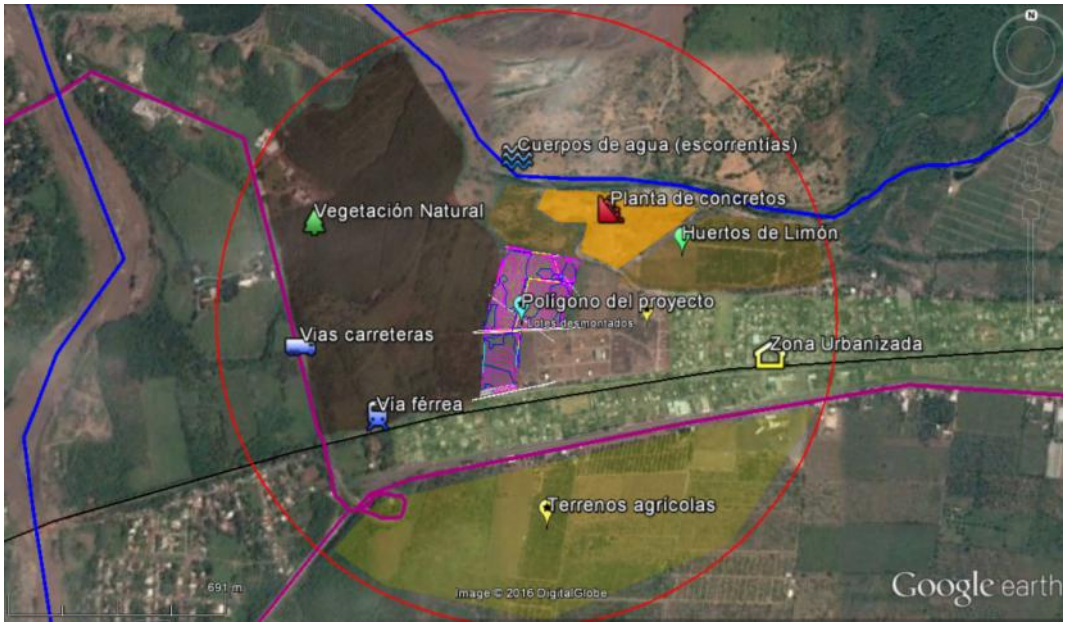
c) Ubicación y características de las obras y actividades asociadas y provisionales.

Las únicas obras provisionales del proyecto serán dos letrinas o sanitarios portátiles y una bodega temporal, ambas obras serán ocupadas exclusivamente, en la etapa de construcción de las instalaciones proyectadas. Los sanitarios tipo Sanirent, serán arrendados, su limpieza y mantenimiento estará a cargo de la misma empresa que los rente al promovente.

Por su parte la bodega tendrá medidas de 6m x 3 m, se construirá con madera tipo rolliza y láminas de metal. Esta se empleará para el resguardo de los materiales de construcción y las herramientas requeridas por los trabajadores.

La ubicación de estas obras será dentro de la parte norte del predio y al término de la etapa constructiva ambas obras provisionales serán retiradas del sitio.

Se considera mínimo el grado de impacto que pudiera ocasionar la instalacion de estas obras en materia de impacto ambiental durante la operación de los procesos; ya que sus características no ocasionarán perturbaciones significativas.



Zona de influencia del proyecto donde se identifican actividades en un radio de 1 km.

d) Sitios para la disposición de desechos.

Existirán contenedores especiales para cada tipo de desecho: los desechos de tipo domestico serán conducidos para su final disposición al lugar que el ayuntamiento de Tecomán tiene para tal fin, basurero municipal o relleno sanitario. Y los desechos de manejo especial de producirse serán sujetos de acopio por empresas especializadas para su transporte y manejo.

e) Factores sociales (poblados cercanos).

El sitio está en el límite de la localidad Colonia Bayardo, y está cercano a Cofradía de Juárez, que está al noroeste, Armería que esta al oeste y Tecomán, que está al sureste del predio.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima.

Tipo de clima.

El área a la que se localiza el presente predio en estudio, se localiza en el municipio de Tecomán, Colima. Colinda al norte con los municipios de Armería, Coquimatlán, Colima e Ixtlahuacán; al este con el municipio de Ixtlahuacán y el estado de Michoacán de Ocampo; al sur con el estado de Michoacán de Ocampo y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el municipio de Armería.

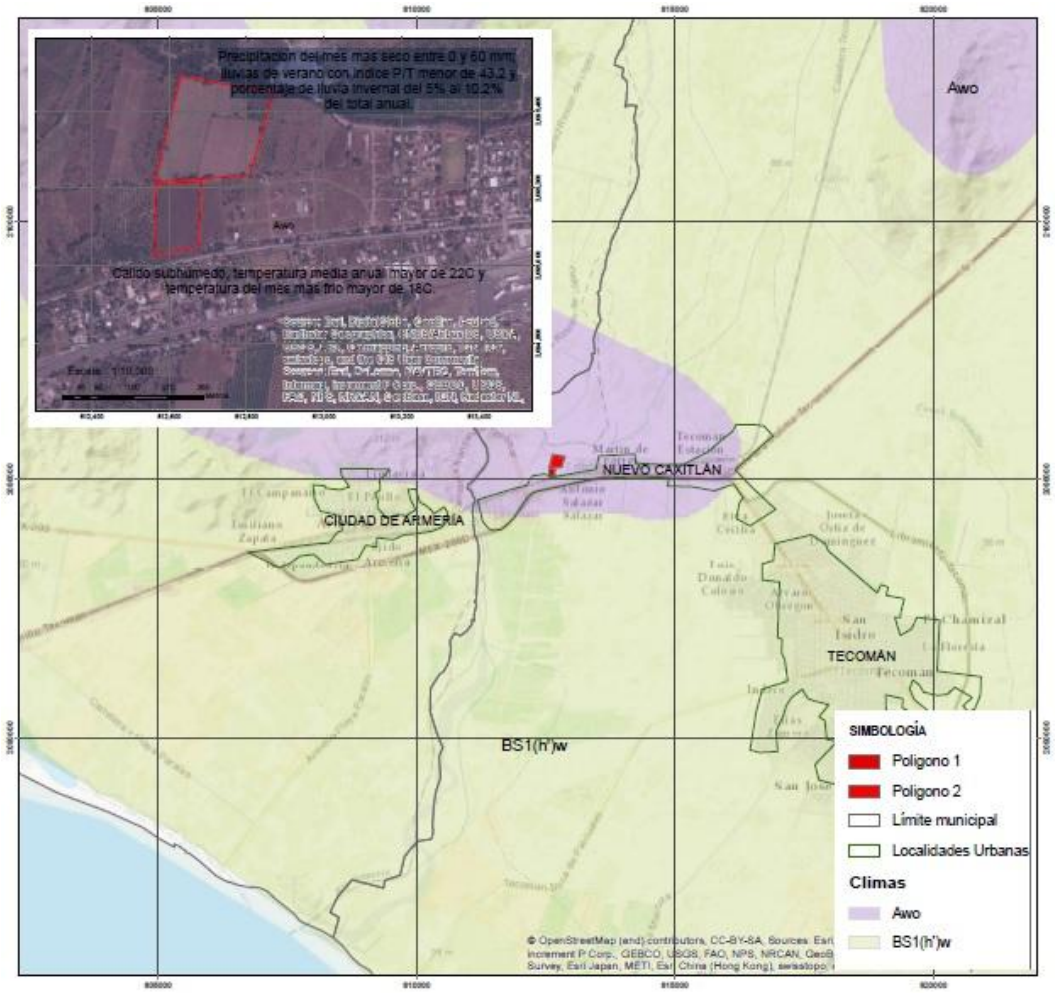
El municipio se encuentra entre los paralelos 18°40’ y 19°08’ de latitud norte; los meridianos 103°37’ y 103°59’de longitud oeste; altitud entre 0 y 1 200 m y ocupa el 14.04% de la superficie estatal.

La temperatura media anual es de 26.5 ºC, con una precipitación media anual en la zona del proyecto y cabecera municipal, de 810.6mm, el régimen de lluvias, principalmente es de verano.

El clima para el área de estudio de acuerdo al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (modificado por E. García, 1975), corresponde al tipo **Awo** y para la microcuenca también se observa el tipo BS1 (h') w.

El clima Awo es descrito como: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22C y temperatura del mes más frio mayor de 18C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 yporcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2%del total anual.

El clima BS1(h')w es Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22C, temperatura del mes más frío mayor de 18C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

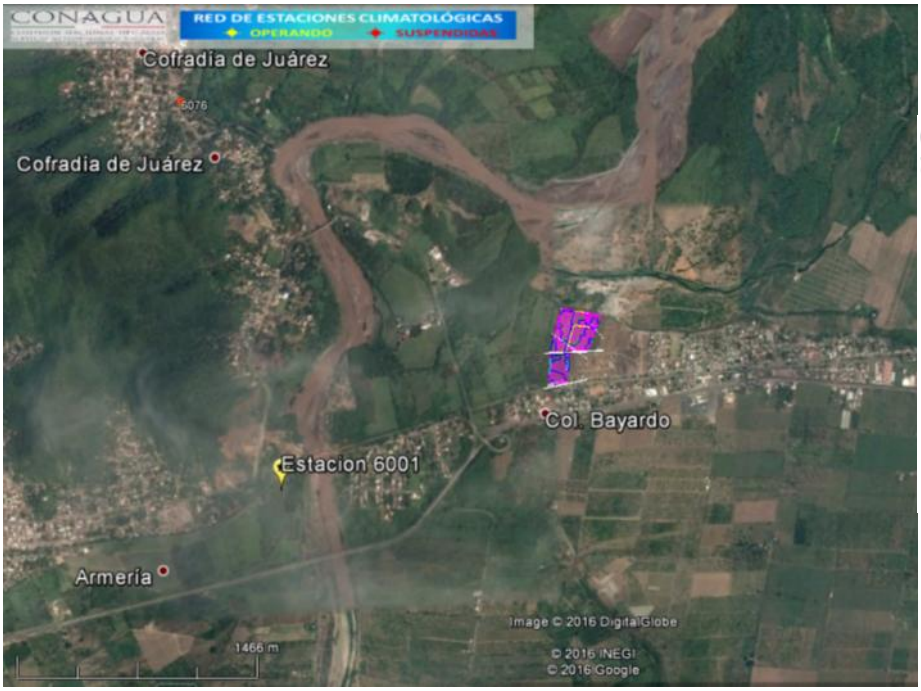


Cartografía de climas (Anexa)

Se tomaron en cuenta los datos recabados por la estación meteorológica CONAGUA 6001-Armería, localizada a 2 km al oeste del polígono propuesto.

A partir de la información de los registros históricos de esta estación climatológica, se obtiene un registro histórico durante los años de 1971 al 2000, indicando temperaturas promedio mínimas que van de los 12.1 grados para el mes de enero a 37.1 para el mes de mayo.

Por consiguiente las temperaturas tanto máximas como mínimas presentan una estabilidad en su comportamiento. Además durante este mismo el periodo, de igual manera se registran una condición climática estable con una temperatura media anual de26.5 ° C.

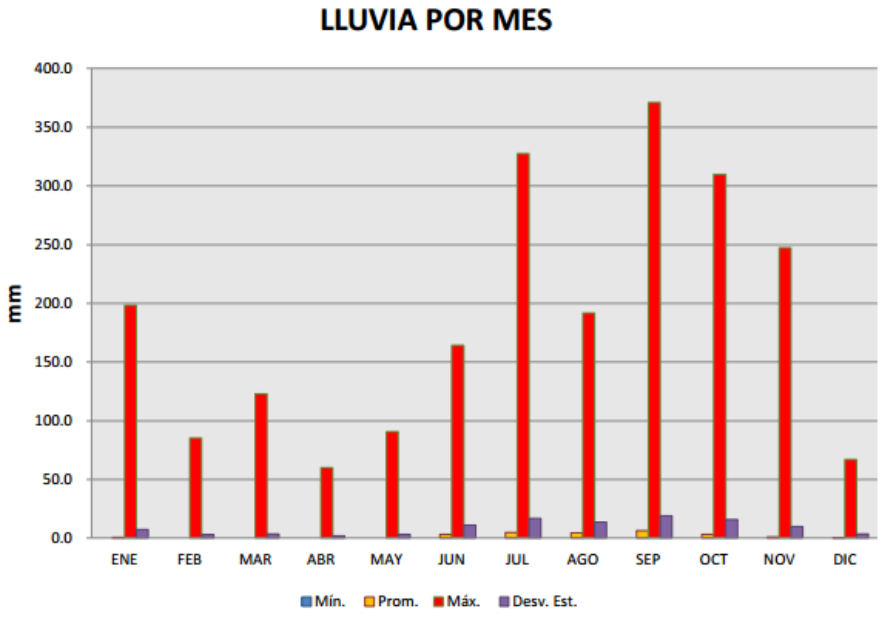


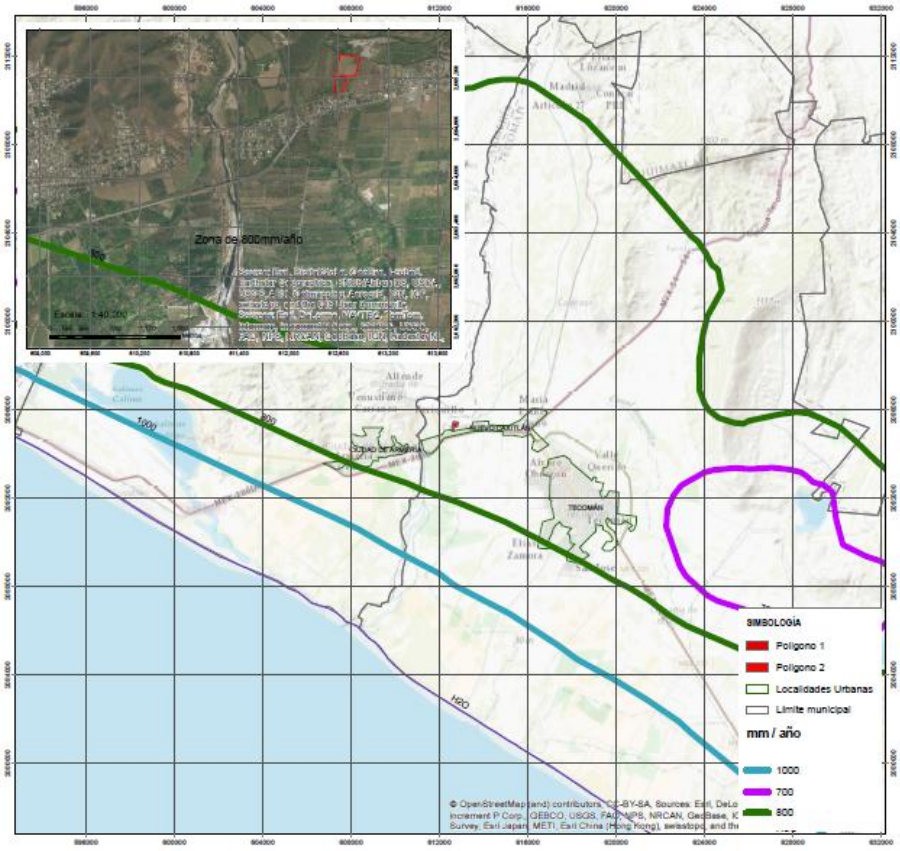
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

DATOS DE LA ESTACIÓN

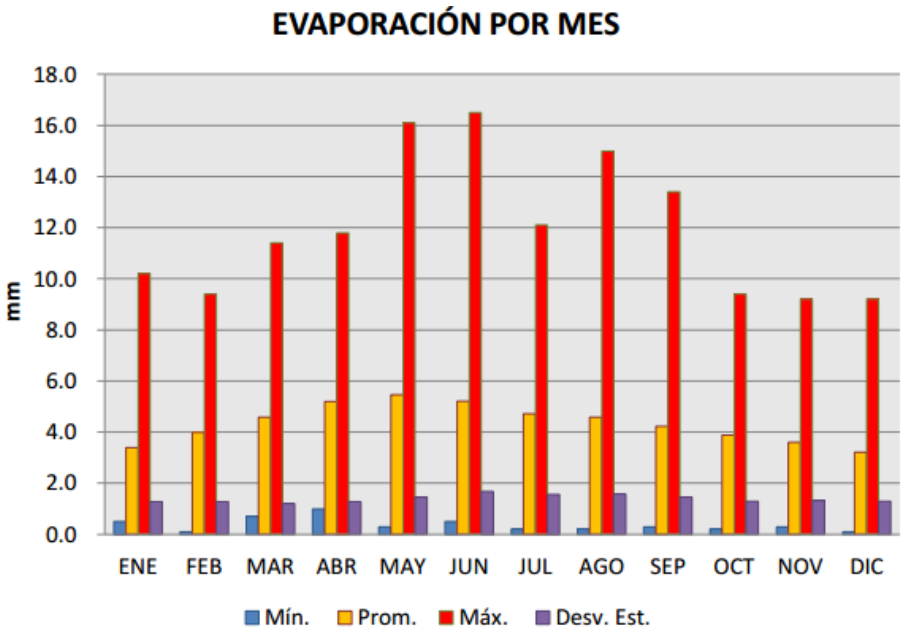
ESTACIÓN:	6001
NOMBRE:	ARMERIA
ESTADO:	COLIMA
MUNICIPIO:	ARMERIA
LATITUD (°):	18.9383
LONGITUD (°):	-103.9464
ALTURA (msn):	37
SITUACIÓN:	OPERANDO
DATOS DESDE:	1 de enero de 1949
HASTA:	30 de junio de 2014

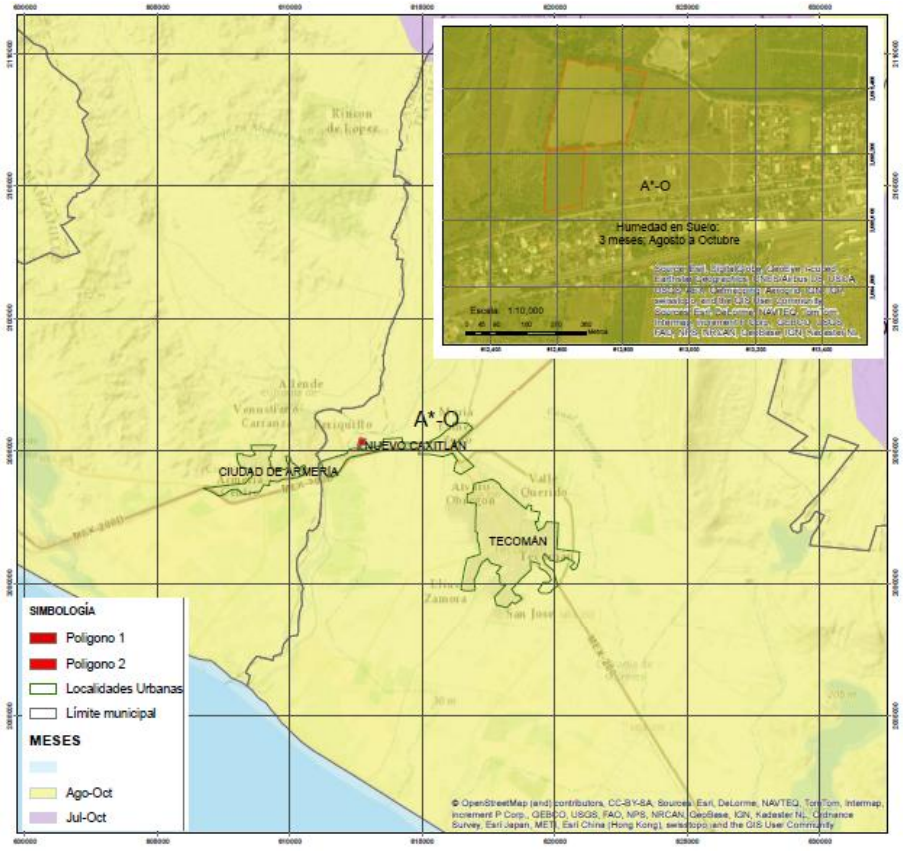
Localización de la estación meteorológica más cercana. (CONAGUA 6001)





Mapa de precipitación anual para la zona de estudio.

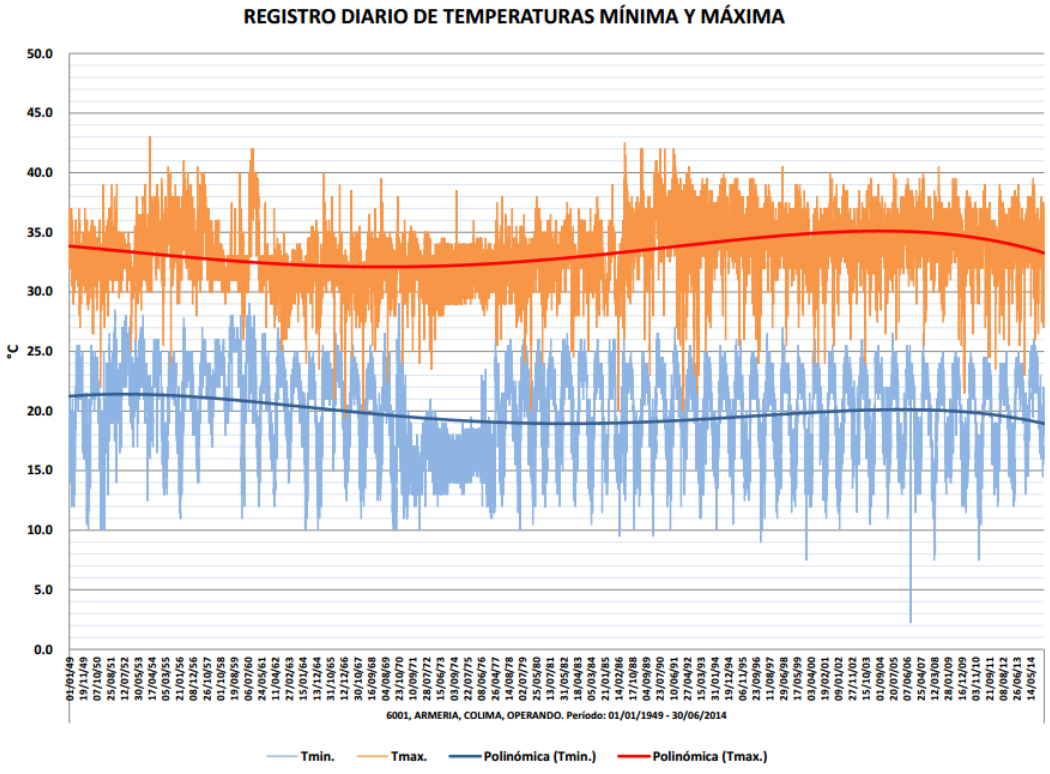




Mapa de meses con humedad en suelo para la zona del proyecto.

La precipitación para la localidad Tecomán se registra con 810 mm. Para los meses secos la precipitación fue de 2.5mm y 6.1mmsiendo los meses de Abril y Marzo respectivamente; los mes con mayor lluvia es Septiembre que ha presentado su mayor precipitación con 648.5 mm.

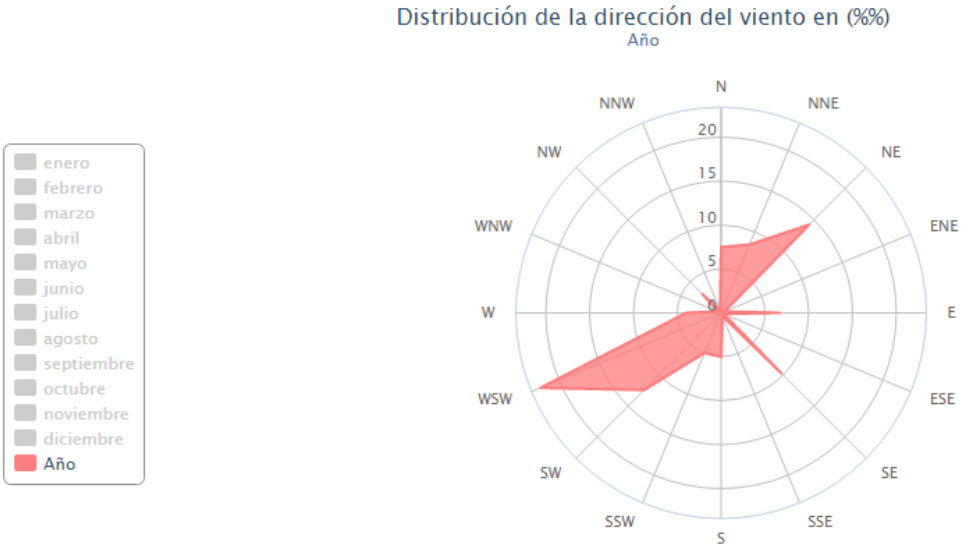
Municipio	Precipitación Promedio Anual	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tecomán	810.6	498.9	25.3	6.1	2.5	206	287.7	517.2	405.7	648.5	282.2	316	97.2



Datos estadísticos climáticos de temperatura promedio mensual de Tecomán, Colima. Durante el periodo de 1971 al 2000.													
Localidad	Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tecomán	Tem_Max _Men	34.3	34.7	34.2	35.4	37.1	36.9	36.8	36.2	35.6	36.3	36.8	36.6
	Año _Max	1993	1993	1993	1990	1999	1999	1999	1999	1996	1996	1996	1996
	Tem_mim _Men	12.1	12	12.4	12.1	16.4	16.7	21.4	21.3	21.4	20.4	16.3	14.4
	Año _min	1996	1993	1996	1996	1999	1999	1999	1989	1992	1995	1992	1999

Fenómenos climatológicos:

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y pecuarias señala que en el 2010 se presentó en condiciones normales una velocidad promedio del viento de 1.52 km/hr. La pre-ponderación de los vientos registrados en la zona tiene una dirección suroeste.



Distribución de la dirección de los vientos por año para Tecomán.

Ciclones. Huracanes. Ondas tropicales.

De acuerdo a su localización el municipio de Tecomán, este se encuentra en una zona que es susceptible a la presencia de este tipo de fenómenos hidrometeorológicos, ya que en los últimos 50 años los ciclones han sido el fenómeno perturbador más recurrente para el municipio, debido a los cuantiosos daños que han sufrido la mayoría de las localidades, ya sean tanto pérdidas materiales como humanas.

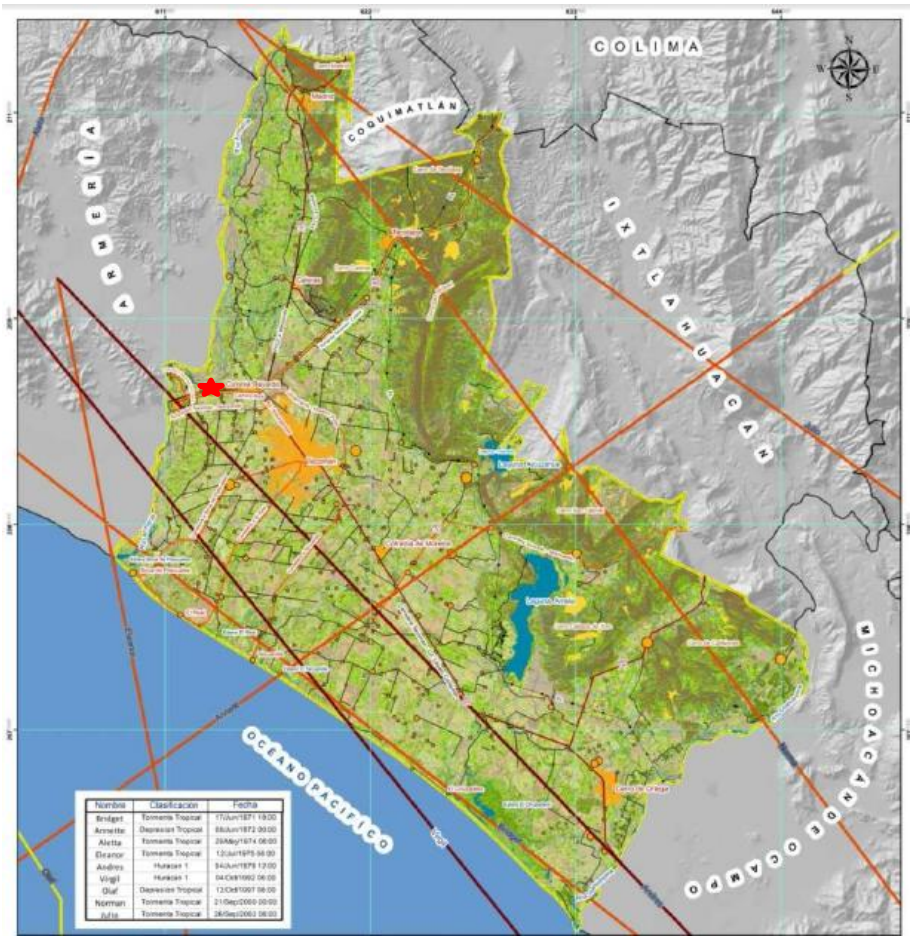
Las depresiones tropicales que se presentan de forma directa o indirecta en el municipio poseen los niveles de peligro moderado, es muy probable que cada tres años aproximadamente ocurra este tipo de acontecimientos en el municipio. De igual forma para las depresiones tropicales que poseen un nivel de peligro alto, se calcula más del 30 por ciento en su periodo de retorno.

Las tormentas tropicales con un nivel de peligro alto y moderado tienen una probabilidad de ocurrencia anual del 43.86 por ciento, esto es que tiene un periodo de retorno de casi tres años.

Según el Centro Nacional de Prevención y Desastres (CENAPRED) señala que el ultimo huracán de categoría H1 que se ha presentado en la zona, fue en el año de 1996 con un nivel de peligro alto, y una probabilidad de ocurrencia anual del 10.51 % esto es, obtiene un periodo de retorno de más de cinco años.

Los ciclones de categoría H2 con un nivel de peligro alto, se tiene registrado que poseen una probabilidad de ocurrencia anual de 10.51, con un nivel de retorno menor de 10 años. Los huracanes de categoría H5 en el municipio, son los más escasos ya que tienen un periodo de retorno de menos de 60 años, con una amplitud de marea de 4.75 metros, por lo que se considera de alto nivel de peligro para las localidades del municipio, principalmente las costeras.

Las condiciones atmosféricas que se han venido presentando en forma de huracanes, tormentas y depresiones tropicales, han sido factor de desastre en la zona, ya que han provocado grandes pérdidas materiales.



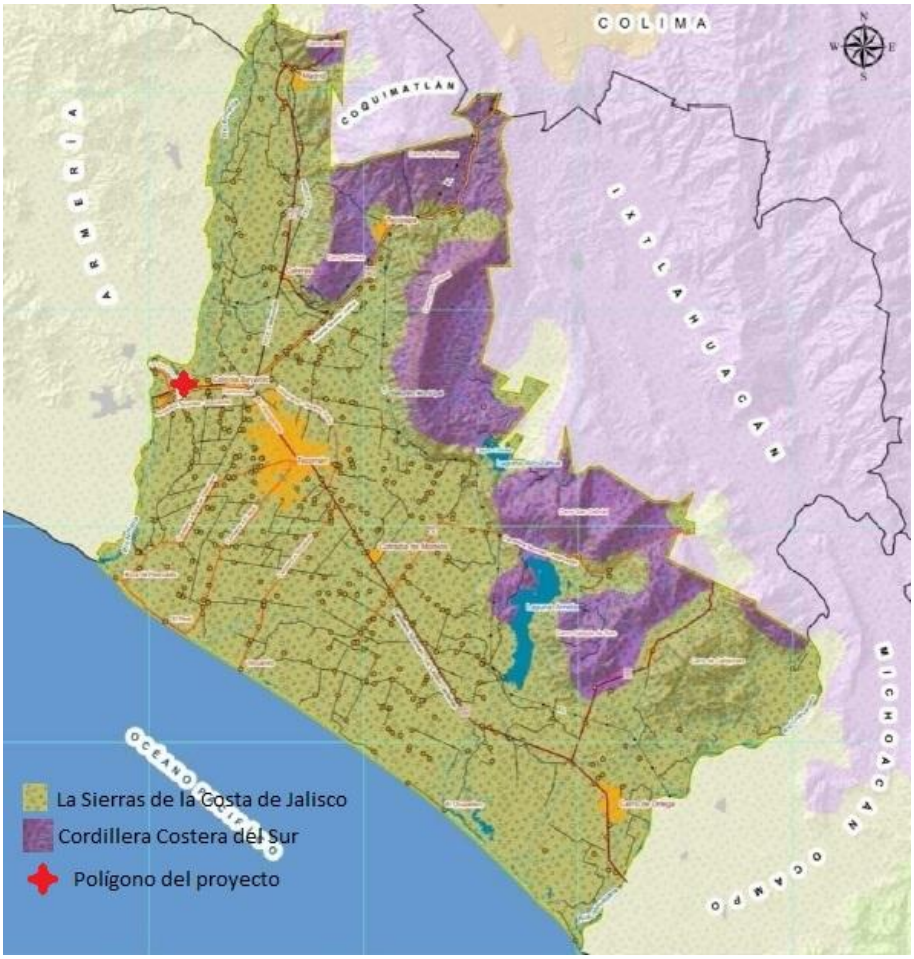
Mapa por trayectoria de Ciclones, tormentas y depresiones tropicales que han impactado al municipio de 1972-2011.

Inundaciones.

En Tecomán año con año, se presenta este fenómeno, principalmente de tipo fluvial que es el más peligroso y el que mayores daños ocasiona. Además con la posible crecida de los ríos Armería y Coahuayana, que nacen en Jalisco, se desata una serie de riesgos que inclusive pueden llegar a cuantiosas pérdidas. El rio que recorre la parte Norte de la zona o polígono del proyecto y que conecta con el Rio Armería ha presentado desbordamientos históricos, saliendo de su cauce hasta 15 metros afectado los asentamientos que se ubican a los márgenes del mismo, con derrumbes ya que se encuentran asentados en pendiente pronunciada.

b) Geología y geomorfología.

El municipio se encuentra en la provincia de la Sierra Madre del Sur; Esta provincia está constituida por dos sub-provincias fisiográficas las cuales son: La Sierras de la Costa de Jalisco en donde se localiza el 88% del territorio municipal y Colima y la sub-provincia de la Cordillera Costera del Sur con el 12% restante.



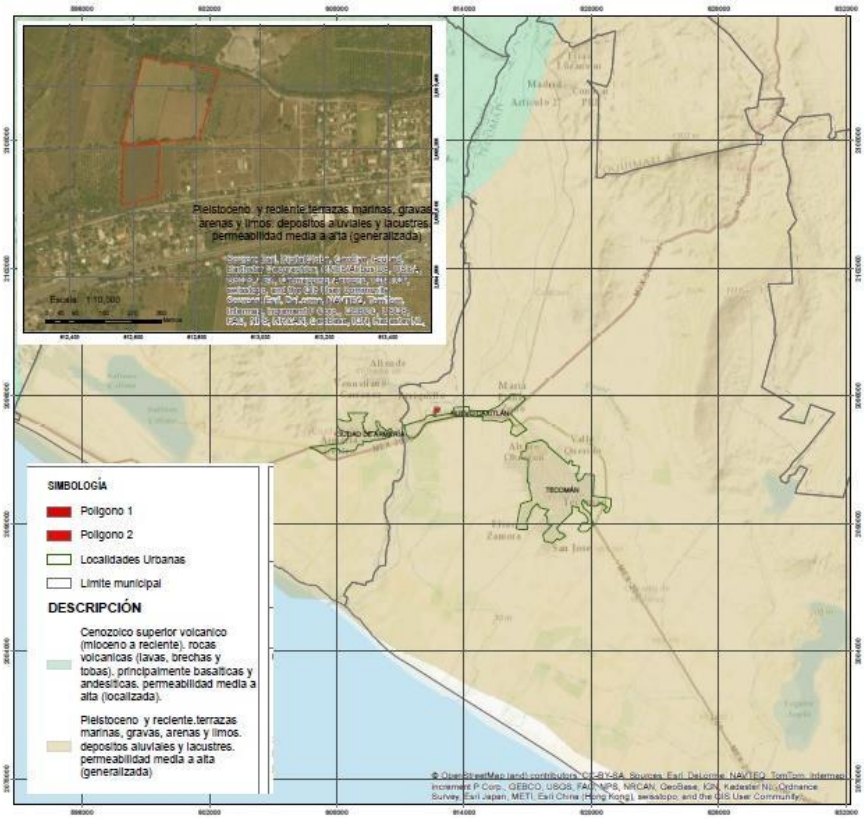
Subprovincias fisiográficas. Tecomán, Colima.

La subprovincia donde se ubica el polígono del proyecto es Sierras de la costa de Jalisco y Colima, está conformada por los llanos y valles del municipio; su ubicación es con una dirección de Noroeste a Sureste, se delimita al Noroeste-Oeste con el Río Armería y al Noreste-Este con el Río Coahuayana, está caracterizado por un sistema de llanuras y valles, con una mínima porción de

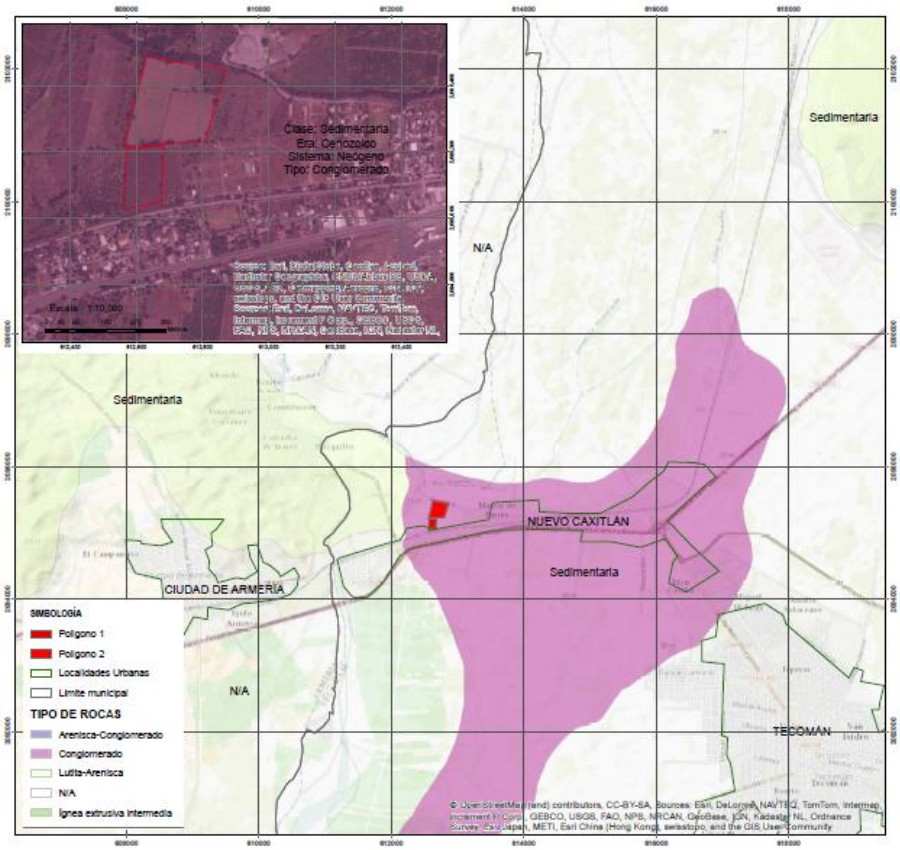
serranías hasta el límite con el Océano Pacifico; además, se localizan las principales actividades agrícolas de riego y temporal del municipio.

Geología.

El municipio se localiza el La Sierra Madre del Sur, que está caracterizada por afloramientos de rocas metamórficas y depósitos marinos del Cretácico, estos últimos se encuentran intemperizados por la acción del clima.Por otro lado, se localizan depósitos aluviales principalmente, en las márgenes de los Ríos Armería y Coahuayana, generando suelos poco consolidados del periodo Pleistoceno, las ígneas tanto intrusivas como extrusivas son las más abundantes, abarcan un amplio periodo que va desde fines del Cretácico hasta el Terciario Superior. Forman estructuras volcánicas sobresalientes en el paisaje nacional, como el Volcán de Colima. La composición geológica que se muestra en el municipio de Tecomán, es de tipo intrusivo y sedimentario. Debido a su ubicación geografía, se exhibe un cierto patrón de características morfo-climáticas. Estas particularidades ha produciendo una erosión acelerada degradando las unidades litológicas quedando expuestos los cuerpos intrusivos.



Mapa de Hidrogeología de la zona de estudio.



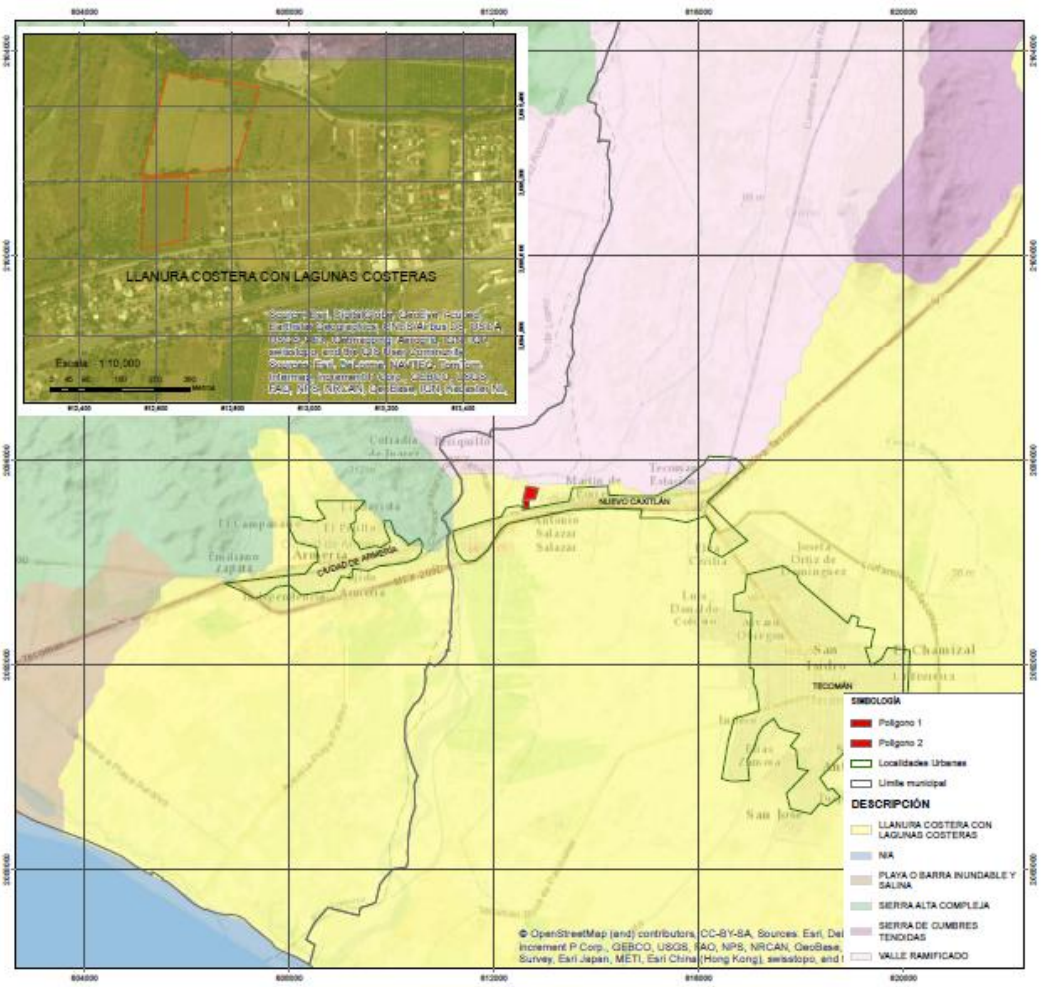
Tipos de rocas para la zona de estudio.

Geomorfología.

El municipio presenta tres rasgos morfológicos sobresalientes, que son: las Sierras, Llanura y Valle, representando un paisaje característico en esta región de Colima. Esta orogenia activa de tipo Andino que está influenciada por la deformación entre dos placas tectónicas; la placa del Pacifico (Bloque de Rivera) con la placa Norteamericana y son las principales causantes en el modelado del distrito costero.

Para el sitio de estudio se clasifica según el sistema de topoformas como: llanura costera. Estas estructuras geomorfológicas están distribuidas en la mayor parte del municipio; comprendiendo una superficie con un porcentaje de más del60%. Se caracterizan por ser áreas semiplanas y con una pendiente suave y va descendiendo conforme se avanza al límite de la costa. Se encuentra delimitado entre las cadenas montañosas “las serranías” hacia Este y Noreste. Por último hacia el Noroeste el Valle del Río de Armería. Su unidad litológica que está compuesta es principalmente de rocas aluviales; que son depositadas por los

agentes gravitacionales por las serranías circundantes. Esta misma conformación es a la que pertenece el polígono del proyecto (se anexa levantamiento topográfico), que no muestra ninguna irregularidad; socavón o montículo importante y que para la modelación requerida para la instalación de la infraestructura requerida no requerirá obras mayores en cuanto a movimientos de tierra.



Sistema de topoformas para el área de estudio.

Características del relieve:

El relieve surge de los cambios proceden en la corteza terrestre, como el viento, el agua, las olas, la gravedad, los cambios de temperatura, etc. Y pueden provocar los drásticos cambios de climas, sismos y activación de los volcanes en algunas regiones de la tierra. Como ya se describió, para la zona del proyecto, el

relieve es muy regular, pertenece a la clasificación: llanura, y según el levantamiento topográfico que se anexa en el presente; no existen diferencias en las cotas mayores de 5 metros de un lindero a otro, desde cualquier punto del terreno.

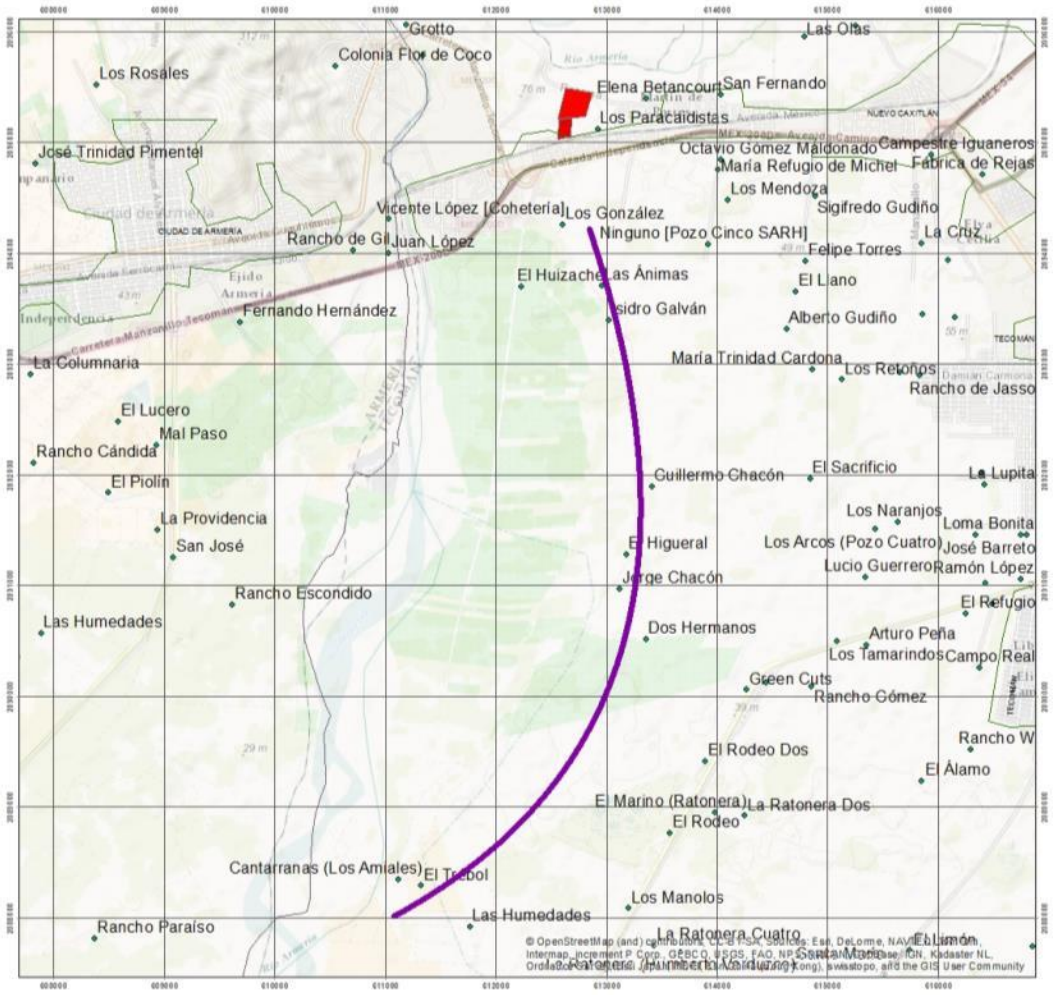
Para las obras necesarias para la instalación de la infraestructura se pretende darle una pendiente hacia el desagüe natural de al menos 3%. En este caso sería hacia el norte, para que los escurrimientos pluviales puedan llevarse a la escorrentía que se localiza hacia ese punto cardinal.

Levantamiento topográfico del sitio del proyecto.

Presencia de fallas y fracturamientos:

Las amenazas por este tipo de fenómenos geológicos para el municipio, es debido que este se localiza sobre una región de alta sismicidad que pueda activar las fallas y fracturas geológicas existentes, donde el peor escenario, es que se presenten uno a más fenómenos perturbadores al mismo tiempo, por ejemplo; la presencia al mismo tiempo de un Huracán con lluvias torrenciales y fuertes vientos y un sismo de gran magnitud, que al activar una falla o fractura, genere un fuerte deslizamiento, derrumbe o flujo de lodo sobre zonas pobladas.

En el municipio se encuentran detectadas 4 fallas. Y para la zona de estudio se presenta lo siguiente: al Sur de la localidad conocida como Colonia Bayardo, se encuentra una falla discontinua que se localiza a 700 metros de esta, misma que se extiende a lo largo del río Armería en sedimentos aluviales y suelos conglomerados no consolidados, con orientación de Norte-Sur. Este lineamiento presenta una longitud de 6 km.

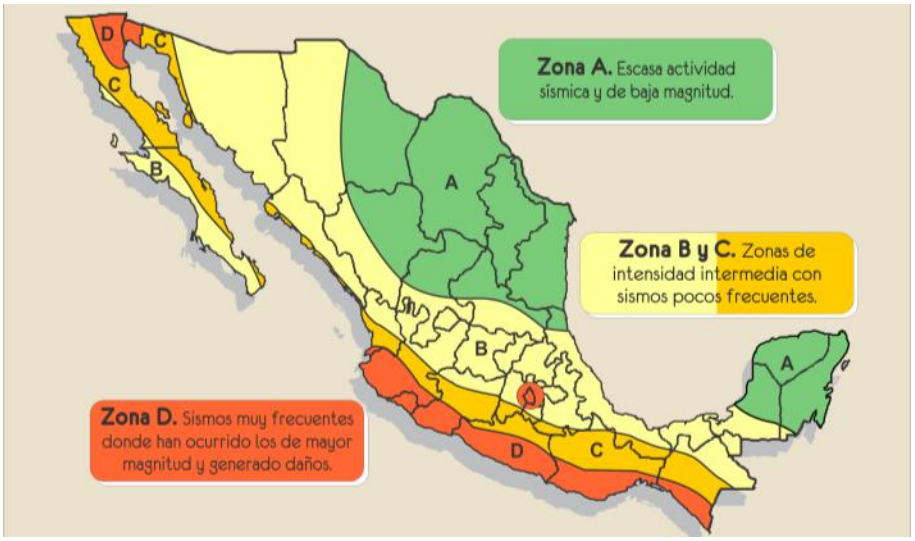


Mapa de falla geológica en la zona de influencia del proyecto.

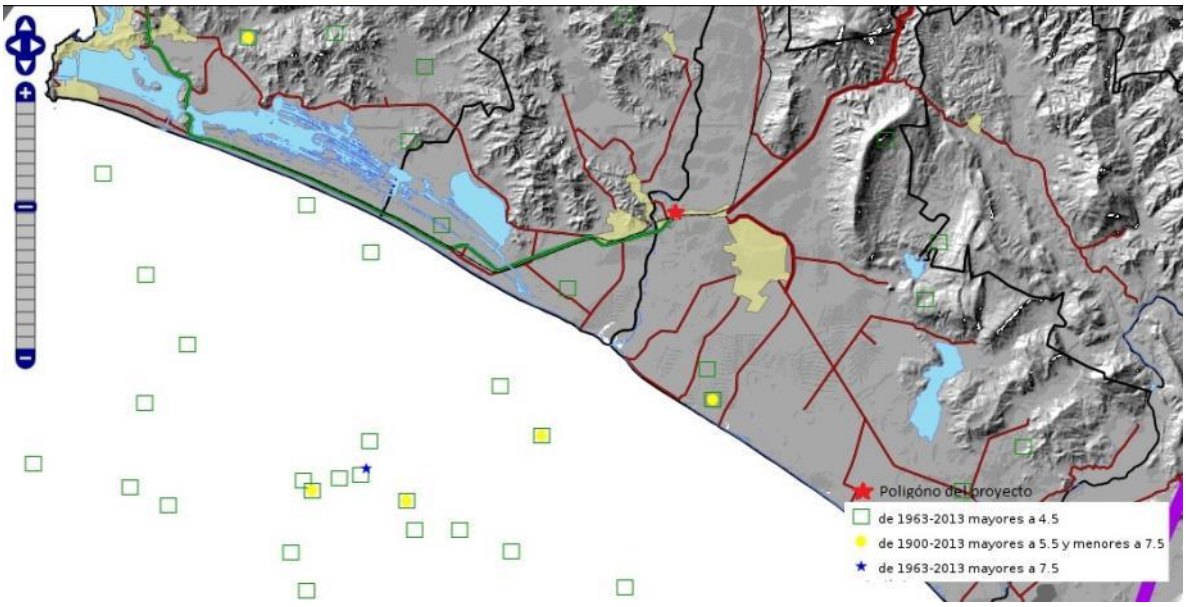
Susceptibilidad de la zona a sismicidad.

Desde el punto de vista sísmico el municipio de Tecomán, se encuentra ubicado en la zona sísmica D (De alta exposición). Esto significa que las aceleraciones del terreno superan con frecuencia los 80 gal, y son zonas susceptibles a sismos de

gran magnitud, superiores a M=7 en la escala de Richter. Que son los grandes generadores de desastres. Esto se debe en gran parte, a la ubicación del municipio con relación a la fosa mesoamericana, donde convergen en la zona de subducción del Pacifico, las Placas de Cocos y Rivera, que penetran hacia la placa de Norteamérica a una velocidad relativa de5cm/año.



Zonas sísmicas de México.



Sismos ocurridos en la región del proyecto, según el Atlas de Peligros y Riesgos de Colima en línea.

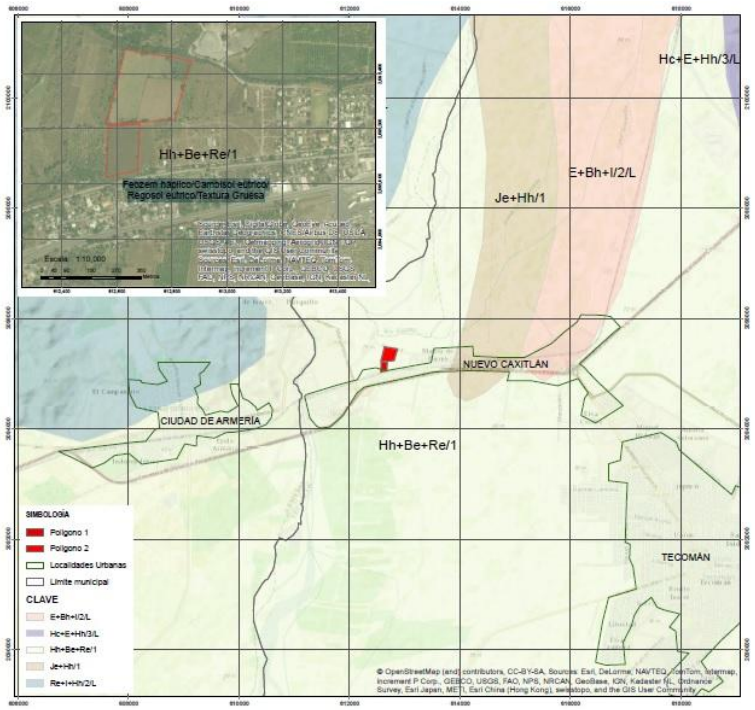
c) Suelos

Tipos de suelo:

La conformación del suelo en Tecomán, presenta características muy complejas y heterogéneas con propiedades físico-químicas y biológicas que por separado o con sus tantas interrelaciones, ejerce influencia sobre las relaciones suelo-agua y el crecimiento de las plantas. Las propiedades físicas del suelo, se refieren a las características del terreno que impiden o limitan el uso agrícola del mismo, debido a la presencia de gravas, de pedregosidad o porque definitivamente está compuesto por un lecho rocoso.18

El municipio está constituido por múltiples tipologías homogéneas que se encuentran asociadas en pequeños conjuntos relacionados entre sí. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señala que para este municipio, se encuentran aproximadamente 55 tipos de suelos, los cuales están agrupados en primarios y secundarios, así como también las pequeñas asociaciones que a cada uno de ellos.

Para el polígono del proyecto y la zona de estudio se identifica edafológicamente el tipo de suelo: Feozem háplico/Cambisol eútrico/ Regosol eútrico/Textura Gruesa.



Tipos de suelo para la zona de estudio.

Características de los tipos de suelo identificados.

Actualmente, los suelos conocidos como Feozem tienen una extensión de 195.1 km2 aproximadamente, este tipo de suelo se caracteriza por presentar una capa superficial oscura, y a comparación del regosol si es rico en materia orgánica. Su tipo de textura es media lo que le confiere buenas condiciones aeróbicas obteniendo así un buen drenaje. Así mismo, este suelo permite prácticamente el desarrollo de cualquier especie o tipo de vegetación.

El suelo Cambisol, presenta una diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros. Los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación. Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas. Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases. En zonas de elevada pendiente su uso queda reducido al forestal.

El tipo de suelo denominado regosol (RG) es uno de los que predomina en gran parte del territorio municipal y se encuentra al Suroeste, para este proyecto es el suelo que se identifica dentro del polígono, asimismo se encuentra cerca de la costa, como del Río Armería hasta formar parte del límite del municipio. También se localiza en la parte Noroeste incluyendo la cabecera municipal, la colonia Insurgentes y la Colonia Bayardo, donde colinda prácticamente el polígono del proyecto. Por otro lado, este tipo de suelo se caracteriza por tener una composición de sedimentos arenosos como, limo - arenoso y arena fina por lo que posee poca capacidad para almacenar agua.

Este suelo se puede ubicar en muy diversos climas, vegetación y relieve. Tienden poco a desarrollarse y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. Indistintamente son claros o pobres en cuestión a la materia orgánica.

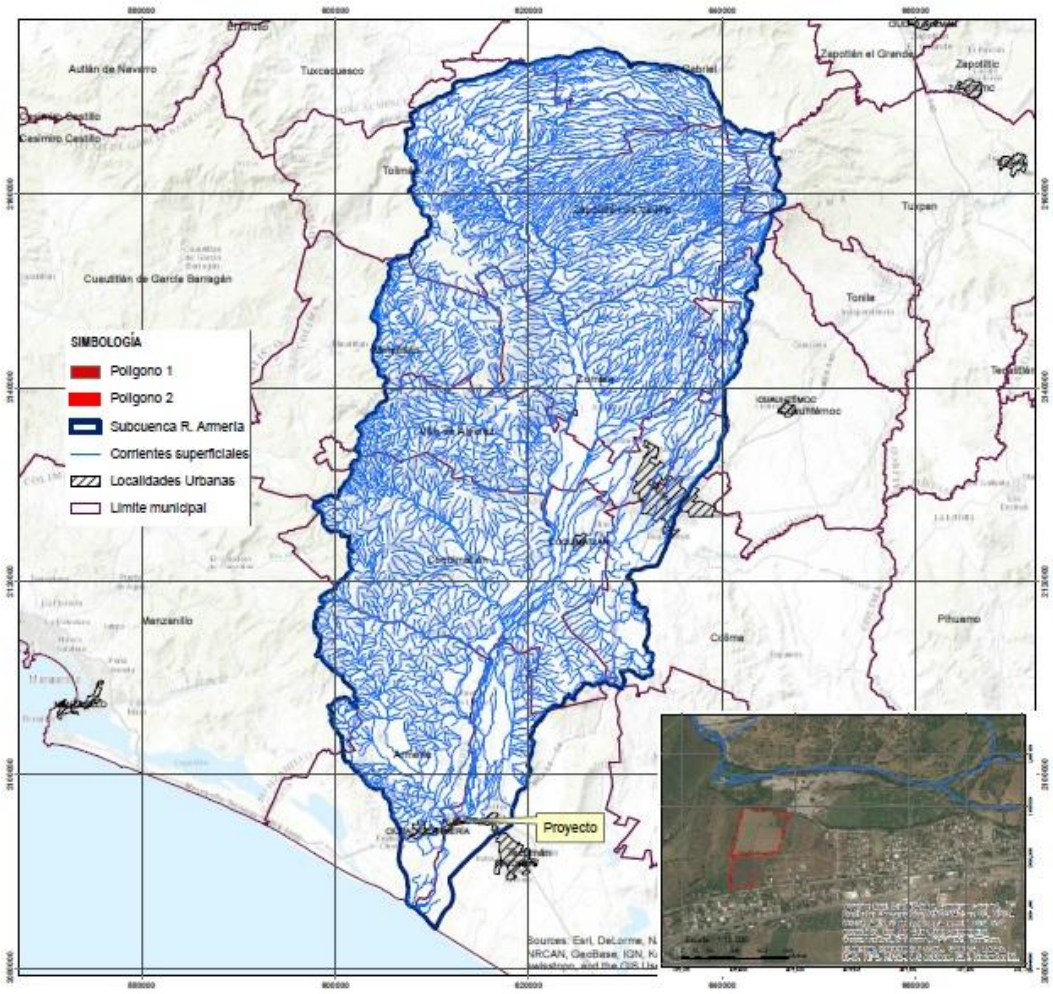
Dado el tipo de trabajos que se proyecta en el sitio, el tipo de suelo no será factor afectado ni afectará a los trabajos, ya que toda la infraestructura a instalar solo será sentada en el suelo y el agua y los organismos no tendrán contacto directo con el mismo en ningún momento. El recubrimiento de geomembrana o liner de todas los tanques, estanques o pilas y canales evitará erosión, filtrados o asentamientos.

d) Hidrología superficial y subterránea.

Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.

Tecomán se sitúa sobre la Región Hidrológica 1625 (Armería – Coahuayana), que comprende la porción Norte, Noroeste y Sureste del Estado de Colima y muestra una explotación hídrica moderada lo que la condiciona de buena calidad.

El proyecto se ubica en la Cuenca denominada: Río Armería. Formado por la unión de variosarroyos en la porción sur de Jalisco, el río Armería corre alternadamente hacia el sur ysuroeste; recibe los nombres de “Ayutla” y de “Ayuquila”, en esa entidad; se interna enterritorio de Colima, ya con el nombre de “Armería”; transita por el borde occidental de valle donde está asentada la ciudad capital; ingresa a la planicie costera y, finalmente,desemboca al Océano Pacífico. Sus afluentes principales son los ríos Colima, Comala ySan Palmar (Algodonal): el primero es originado por manantiales en las faldas delVolcán de Fuego, corre de noreste a suroeste, cruza la ciudad de Colima y se une alArmería en el borde superior de la planicie costera; el segundo, también formado pormanantiales en la misma área, corre hacia el suroeste y confluye con el río Colimaaguas abajo de la ciudad de mismo nombre; el tercero es originado por las descargasde un manantial que brota en las faldas de la sierra Perote, en la porción noroccidentaldel estado, se dirige hacia el sureste y confluye con el Armería en el borde sur de vallede Colima. Su cuenca tiene extensión superficial de 9,800 km2, correspondiendo el 19% de ella a territorio colimense, y su escurrimiento medio anual fue de 1,067 Mm3 en laestación “Peñitas” durante el intervalo 1967-87.



Mapa de hidrología superficial de la región del proyecto.

Para la zona del proyecto y su área de influencia se observa hacia el norte a un promedio de 500 metros en línea desde el lindero norte del polígono, el cauce del río Armería, uno de los 2 principales del estado y que nombra la subcuenca, también se localiza al norte una escorrentía menor que es afluente del mismo, sin embargo al parecer en los últimos años debido al impacto que ha generado la empresa de concretos que se localiza también al norte del predio, los cauces han modificados ligeramente debido a la extracción de material geológico que realiza esta industria.

En ninguna fase del proyecto se tiene planificado el impactar este cuerpo de agua, debido a la naturaleza de la tecnología a emplear en esta granja acuícola que es de cero recambios de agua, y que se describe ampliamente en el presente documento.

Hidrología subterránea.

Los principales acuíferos subterráneos del estado de Colima se localizan a lo largo de la costa, donde los ríos Armería, Salado, Coahuayana, Cihuatlán y otros de menor caudal han acumulado sedimentos deltaicos permeables que reciben buenas recargas debido a la precipitación abundante y a sus propios escurrimientos.

El estado se divide administrativamente en 11 acuíferos. La zona del proyecto está dentro del acuífero con clave 0603, también llamado acuífero Armería-Tecomán-Periquillos.-Tiene una extensión superficial de 450.90 km2 y un área incluida su zona de recarga (Zona Geohidrológica) de 1,311 km2;se ubica en la zona costera de los Municipios de Armería y Tecomán, colindando con elacuífero Los Reyes al occidente y con el Río Coahuayana al oriente y la Zona Costeraal sur.

Los tres principales Usuarios, en éste Acuífero son: El organismo operador denominado COMAPAT para uso Público Urbano, las Unidades de Riego Y uso Industrial.

El Acuífero es de tipo libre, lo constituyen depósitos aluviales formados por una mezcla de boleos, gravas y arenas, y en menor proporción por limos y arenas graduadas. La profundidad de la roca basal varía entre 100 y 300 m. Por su extensión, la capacidad de almacenamiento es grande, por lo quelas posibilidades de explotación del agua subterránea son buenas, estando únicamente limitadas en la franja marginal del litoral costero por el peligro de intrusión salina.

Este acuífero tiene una recarga total media anual, (que es la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida) de 230 millones de metros cúbicos por año (Mm3/año).

Mapa de acuíferos del estado de Colima. (La zona de estudio se ubica dentro del 0603).

Imagen donde se señalan los aprovechamientos subterráneos de agua con concesión CONAGUA a 1km a la redonda del sitio y en el área del estudio.

Datos del permiso del aprovechamiento de donde se obtendrá agua para el proyecto:

FOLIO REGISTRO = 08COL103984/16IMGE98
TITULAR = PABLO MARIO CAMACHO VAZQUEZ
CLAVE DEL ACUIFERO = 603
NOMBRE DEL ACUÍFERO = ARMERIA-TECOMAN-PERIQUILLOS
VOLUMEN DE LA CONSECIÓN = 198,584.00 m3

(Se anexa el análisis del agua a utilizar de obtener la autorización para el proyecto)

El gasto de recurso hídrico del proyecto no será constante, como si lo tiene la actividad agrícola que actualmente se desarrolla en el sitio, ya que solo al inicio de actividades productivas se llenarán los tanques y demás infraestructura de producción y en lo que resta del ciclo productivo solo se recuperarán niveles perdidos por evaporación. Por lo que el impacto a la explotación del recurso hídrico para el predio será incluso menor el actual.

IV.2.2 Aspectos bióticos.

a) Vegetación

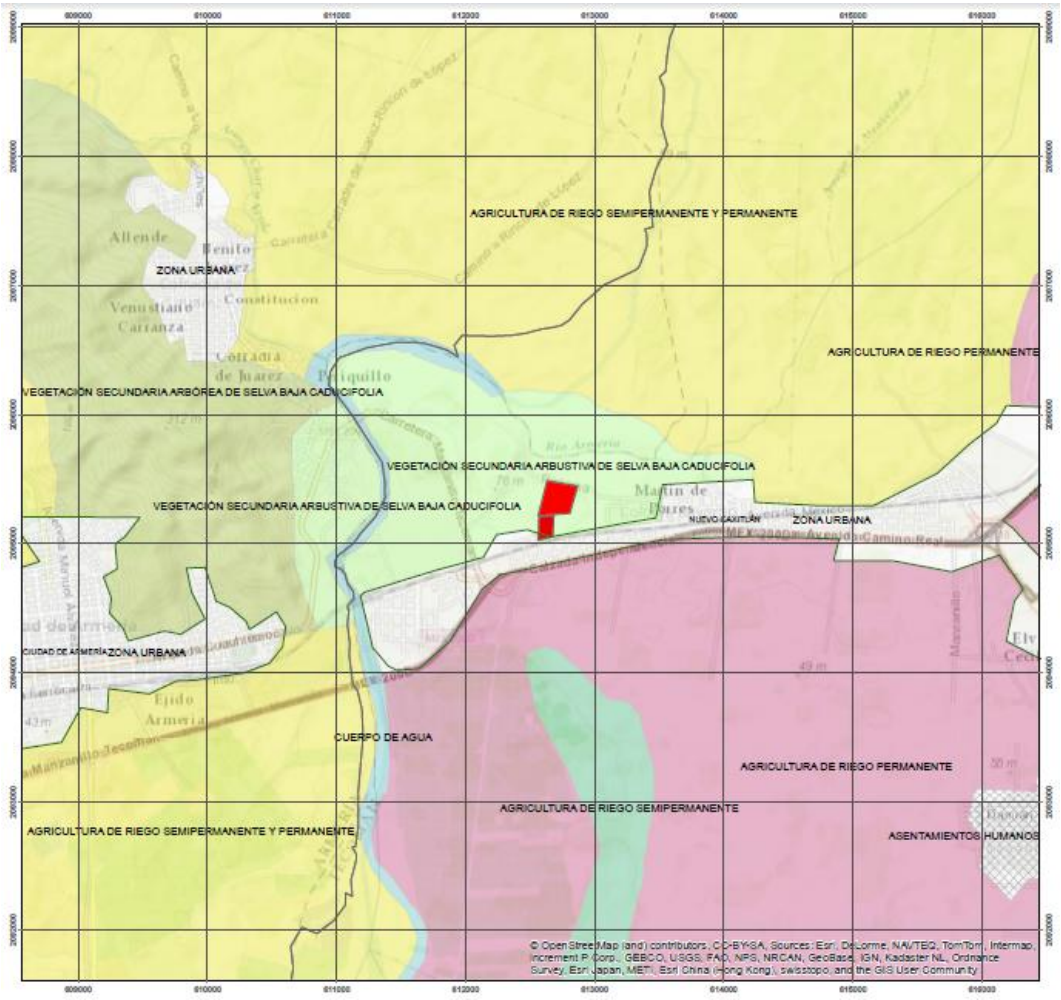
México es un país con una alta riqueza florística; se ha calculado que aproximadamente 10% de los géneros y 62% de las especies son endémicas (Rzedowski 1993).

En el estado la presencia de variados elementos florísticos, tanto templadoscomo tropicales, y las variaciones en el ambiente físico y químico,han dado como resultado un intrincado y complejo mosaico deasociaciones vegetales, con una flora extraordinariamente contrastantedentro de áreas sumamente reducidas. Y se han identificado hasta 14 tipos de vegetación principales en el estado.

La vegetacion que se identifica en el sitio del proyecto y en el area de influencia son elementos de 2 tipos de vegetación: Selva baja caducifolia, y matorral espinoso, según la capa de usos de suelo y vegetación SERIE V disponible en INEGI el poligono del proyecto está en una zona de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, aunque se debe señalar que en las visitas al predio y a la zona de influencia solo se identificaron pocos elementos aislados de la vegetación original, ya que hace varios años en el terreno se retiró la vgetación original para darle un uso agricola.

Para la zona de influencia directa se presentan los siguientes tipos de vegetación: hacia el norte tenemos terrenos dedicados a huertos de limón, hacia el este se observan terrenos agrícolas desmontados sin uso productivo actual (potreros),

hacia el oeste es donde se puede observar vegetación orígínal en una zona de lomerío y de igual manera existen predios que hace años fueron desmontados y que son de uso potencial agrícola pero han recuperado por proceso natural su vegetación y hacia el sur es donde esta el área urbana.



Mapa de Uso de suelo y Vagetación SERIE V INEGI para la zona de estudio.

El uso actual del suelo de la totalidad de los 2 poligonos del proyecto es como ya se mencionó, agricola, dedicado a la producción de Papaya (*Carica papaya*). En los recorridos en campo realizados solo se observaron ejemplares arboreos dispersos, la mayor parte de estos en los linderos de los poligonos, a manera de cortinas rompevientos, y dentro del terreno donde se pretende instalar la infraestructura productiva se inventariaron 2 guamuchiles (*Pithecellobium dulce*) y

1 Primavera (*Tabebuia donnell-smithii*). En los linderos ademas de estas especies se identifican numerosos ejemplares arbustivos y mayores de Guásima (*Guazuma ulmifolia*), 1 ejemplar de Ficus sp., otros ejemplares de Primavera (*Tabebuia sp*) y otros arbustos caracteristicos del bosque caducifolio y del matorral espinoso, ejemplo de ello la *Acacia Farnesiana*. (se anexa mapa de arboles y fotografias).

Al estar ocupado el terreno con las plantas de Papaya, no existen aparte de esta mas que escasos y dispersos ejemplares de herbáceas que cotidianamente como tarea de mantenimiento son retiradas por medios mecánicos, se observaron entre estas hierbas: Amaranthus sp., Physalis sp., Solanum sp., Cosmos sp., Tithonia sp., y algunos pastos (Fam. *Poaceae*). Se anexan fotografías.

Localización de los elementos arbóreos.

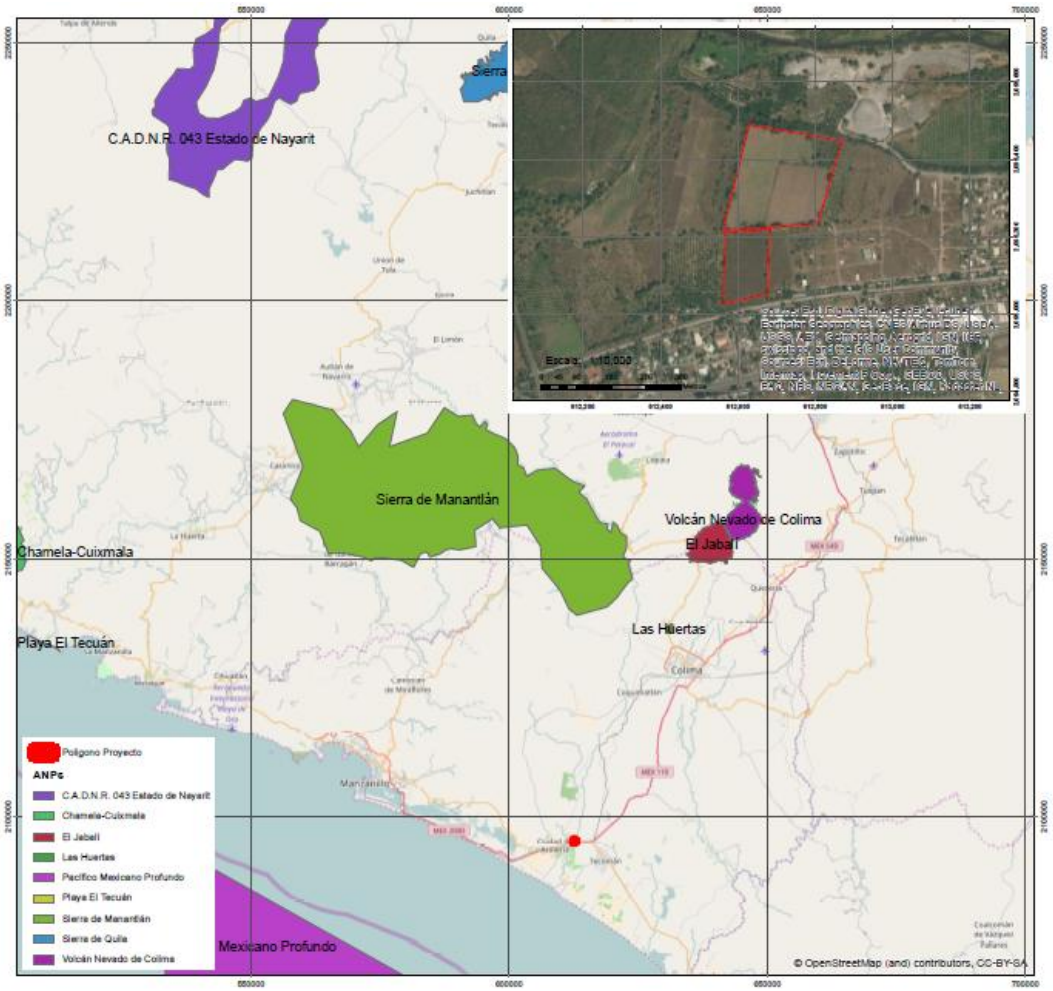
Cabe señalar que no se derribará el ejemplar de Primavera que se encuentra al interior del predio, ya que es la única eminencia arbórea de los 2 polígonos y aparece en el listado de especies NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

La vegetación que será impactada por la remoción necesaria para instalar la infraestructura productiva pretendida será todos los ejemplares de Papaya, que es vegetación inducida, las herbáceas anuales adaptadas al disturbio que ya se mencionaron y 2 ejemplares arbóreos de Guamuchil, (en el plano de árboles aparecen como G1 y G2). Los demás arboles enlistados son parte de los linderos y no serán impactados. Para esto se proponen medidas de compensación en el capítulo correspondiente por medio de las cuales se realizará una reforestación.

b) Fauna

México como es ampliamente conocido tiene una gran diversidad de fauna representada por todos los grupos zoológicos, desde los invertebrados hasta los vertebrados mayores.

El estado de Colima de igual manera cuenta con gran diversidad, ejemplos de esto son que en el territorio estatal se ubica en una de las regiones con mayor diversidad y mayor número de especies endémicas de mamíferos, 129 especies (27% del nacional), de las cuales 31 son endémicas para México. Las aves para el estado de Colima tiene registrado 441 especies(sin incluir las de islas Revillagigedo), representan41% de la riqueza nacional. Las familias con más especies son la de los chipes (Parulidae, 37)y mosqueros (Tyrannidae, 31). En la entidad se encuentran 43 especies endémicas, 15% se encuentran en una categoría de riesgo. Colima tiene representación de 15% de los reptiles del país, 117especies incluidas en 25 familias y los anfibios; se tiene registro de 35 especies, que representan 10% a nivel nacional.



Mapa de Áreas naturales con algún tipo de protección SEMARNAT 2017, para la región de estudio.

El polígono del proyecto no se encuentra cercano a ninguna área natural con algún tipo de protección del gobierno mexicano, y por el tipo de vegetación que presenta y que ya se describió, no fue posible ubicar ninguna especie de importancia durante las visitas para muestreos en campo. Solo se localizaron rastros, como madrigueras de Tuzas y excretas de perros ferales. Puede considerar que hay transito ocasional de vertebrados por el sitio, pero no se asientan en el mismo por la constante actividad humana, el grado de disturbio y la falta de nichos propicios para asentarse.

Se realizó por lo tanto una extensa revisión bibliográfica de la diversidad reportada en la zona teniendo en cuenta a nivel estatal hasta llegar a la subcuenca donde se ubica el proyecto, la cual fue la introducción de este capítulo, además de recopilar

testimonios de habitantes y trabajadores del área de influencia y del sitio del proyecto.

El resultado fue el siguiente listado potencial:

NOMBRE CIENTIFICO	**NOMBRE COMÚN**
Bassariscus astutus	tejón
Nassau narica	tejón o coatí
Procyon lotor	Mapache
Desmodus rotundus	murciélago vampiro
Odocoileus virginianus	venado cola blanca
Tayassu tajacu	jabalí de collar
Mephitis macroura	zorrillo
Cannis latrans	coyote
Urocyoncinereo argentus	zorra gris
Mustela frenata	comadreja
Didelphys virginiana	tlacuache
Sylvilagus cunicularius	conejo
Pappogeomys bulleri,	tuzas
Sciurus aureogaster	ardillas
Dasypus novemcinctus	armadillo

El posible impacto a la fauna con la construcción del proyecto será mitigado con la propuesta de establecer una zona del predio para reforestación con especies endémicas, y con la reforestación también de las cortinas rompevientos para que en las zonas donde no están bien conformadas se les complete, esto servirá para

que las especies de artrópodos, y los pocos vertebrados que circulaban por la zona de cultivo de Papayas, tengan a donde desplazarse fácilmente y que sea lugar para que otras especies lleguen y se asienten o simplemente transiten por esta zona.

Para el cuerpo de agua en el norte de la zona de influencia no existirá ningún impacto, ya que el sistema de cero gasto de agua o sin recambios, no generará aguas de desecho que pudieran de alguna manera llegar a este cuerpo de agua cercano, además de que con la zona de reforestación propuesta, de haber que sacar alguna cantidad de agua del sistema de producción, será directamente dirigida al riego de esta área.

IV.2.3 Paisaje

El concepto de paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. En líneas generales podemos afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual (Álvarez y Espluga, 1999; Conesa, 1997). En la primera, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información del territorio.

Se puede afirmar, por tanto, que el concepto de paisaje contiene, intrínsecamente, una componente visual y por tanto, una dimensión perceptiva, aspecto éste que constituye un paso inicial para llegar a su entendimiento y explicación. Como indica García Ramón (1981), el primer peldaño del estudio del paisaje sería la descripción de lo que se ve, dando lugar en un segundo peldaño a la interpretación y explicación. Así, el paisaje puede considerarse definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos visualmente por el hombre (relieve, tipo y estructura de las formaciones vegetales, etc.).

El enfoque desde donde se estudia y analiza el paisaje es el paisaje perceptible o paisaje visual que se enfoca hacia el sentido estético o de percepción, como combinación de las formas y colores del territorio. Interesa como expresión espacial y visual del medio, como conjunto de los caracteres físicos del medio físico y biótico, perceptibles con la vista. Se concreta en lo que el observador es capaz de percibir de ese territorio y parte de una base, la realidad territorial, que constituye el objeto de estudio (SMARDON et al., 1986; AMIR y GIDALIZON, 1990; JONSON, 1990; JOHNSTON y NAIMAN, 1990; AL-KODMANY, 1999).

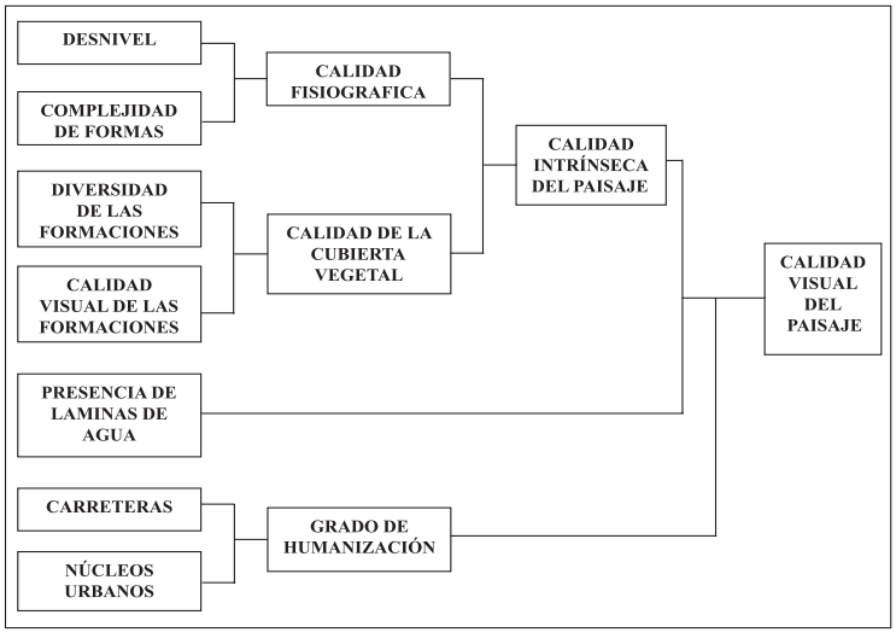
Por lo tanto se deduce que para realizar una valoración integral del paisaje se requiere de estudios de diferentes tipos, el objetivo no es dictar normas de estudio, sino explorar posibilidades y obtener un valor del paisaje en función de su atractivo o por la evaluación de su menor o mayor susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él.

El objetivo de este apartado es determinar la calidad y fragilidad visual del paisaje en el área de estudio y su zona de influencia.

Se realizó el procesamiento y almacenamiento de la información cartográfica básica, creándose una base de datos fácilmente manejable. La cartografía básica que se consideró y que se presenta anexa en el presente estudio fue; topografía, geología-litología, hidrología superficial, geomorfología, suelos, vegetación y usos del suelo. También se realizó una revisión de la documentación existente sobre la zona de estudio así como recorridos de campo.

Calidad visual del paisaje

Se entiende por calidad de un paisaje «el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve» (BLANCO, 1979). El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde el se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje (CIFUENTES, 1979). En la aplicación del modelo de calidad, se emplean variables que se consideraron definen la calidad del paisaje, entre ellas la fisiografía, vegetación y usos del suelo, presencia de agua y grado de humanización.



Modelo de calidad visual del paisaje.

Fisiografía

La calidad fisiográfica de la unidad del paisaje se valora en función de dos aspectos, el desnivel y la complejidad topográfica. Este criterio pretende asignar una mayor calidad unidades más abruptas, movidas, con valles estrechos, frente a las que corresponden a valles abiertos dominados por formas llanas.

— Desnivel, o diferencia entre la cota máxima y mínima de cada unidad. A mayor desnivel corresponde mayor calidad. El desnivel se ha calculado en función de la diferencia entre la cota máxima y mínima de cada unidad. A mayor desnivel corresponde mayor calidad. Las unidades se han agrupado en cuatro intervalos de desnivel:

Para el caso de estudio corresponde a la clase de menor calidad, se explica esto debido a lo relativamente reducido del polígono, y a su conformación topográfica, plano en su totalidad. Cabe señalar que aun si se considerara toda la zona de influencia como área de estudio paisajística, no se presentan desniveles mayores como para incrementar su valoración como unidad de paisaje.

Menor Calidad	**Clase 1**	**Desnivel <600 m**	**Valor asignado 1**
	Clase 2	Desnivel entre 600 y 850 m	Valor asignado 2
	Clase 3	Desnivel entre 850 y 1100 m	Valor asignado 3
Mayor calidad	Clase 4	Desnivel >1100 m	Valor asignado 4

—Complejidad de las formas, La calidad será mayor en aquellas unidades con más porcentaje de superficie ocupada por formas que indican complejidad estructural. Se han determinado las Unidades de Paisaje del área de influencia del polígono y en función del porcentaje con que aparecen estas formas simples o complejas en cada una de las unidades de paisaje definidas se ha realizado una clasificación de éstas, asignando mayor valor a aquellas unidades de paisaje que presentan mayor superficie ocupada de formas que indican complejidad estructural.

Para el caso de estudio la diversidad y complejidad de forma en el predio mismo es prácticamente nula, ya que se presenta formación de planicie sin ninguna confluencia de lomerío u otro tipo. La complejidad en el área de influencia si presenta diversidad de formas, ya que al norte están tanto el cauce del afluente del rio Armería como el mismo Armería a unos metros más. Y al oeste se localiza un remanente de vegetación natural en una zona de lomerío. Sin embargo valorando los mismos no le dan gran singularidad a la zona.

Menor Calidad	Clase 1	Formas Simples	Valor asignado 1
	Clase 2		**Valor asignado 2**
	Clase 3		Valor asignado 3
Mayor calidad	Clase 4	Formas Complejas	Valor asignado 4

Vegetación y usos del suelo

La vegetación y los usos del suelo son un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje por ser un elemento extensivo a todo el territorio. Se han tenido en cuenta la diversidad de formaciones, ya que es muy diferente desde el punto

de vista paisajístico en este territorio la calidad de una zona con mezclas irregulares de varias formaciones que la de una gran extensión homogénea, aunque su calidad individual sea buena. En segundo lugar la calidad visual de cada formación, en la que se considerará mejor aquella que se acerque más a la vegetación natural, o aquellos usos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados en el entorno.

Diversidad de formaciones. Se asigna mayor calidad a unidades de paisaje con mezcla equilibrada de cultivos, masas arboladas y matorral, que a aquellas zonas con distribuciones dominadas por uno de los tres estratos. La diversidad de formaciones se ha agrupado en cuatro clases:

Para el caso de estudio, no se presentan diversidad de formaciones, ya que existe cultivo de Papaya en las más de 8 hectáreas de los polígonos del proyecto, solo tiene en algunas zonas cortinas rompevientos constituidas por arbustos y árboles de la zona. Y si se considera la zona de influencia, se tienen agricultura de riego, los cuerpos de agua al norte (río Armería y su afluente), predios desmontados, industria extractiva (planta de concretos), y zona poblacional. Por lo que se clasifica como de mediana calidad.

Menor Calidad	Clase 1	Valor asignado 1
	Clase 2	Valor asignado 2
	Clase 3	**Valor asignado 3**
Mayor Calidad	Clase 4	Valor asignado 4

Calidad visual de las formaciones. Se valora con mayor calidad la vegetación autóctona, el matorral con ejemplares arbóreos y los cultivos tradicionales. En función de este criterio se han establecido cuatro clases:

En este caso solo se presentan cultivos de Papaya. La vegetación autóctona es prácticamente nula limitada a las cortinas presentes en los linderos conformadas por arbustos y árboles de la zona (guamuchil, guazima) y dentro del polígono hay ejemplares arbóreos aislados y que se pretenden conservar aun con la instalación del proyecto.

Menor Calidad	Clase 1	Valor asignado 1
	Clase 2	**Valor asignado 2**

	Clase 3	Valor asignado 3
Mayor Calidad	Clase 4	Valor asignado 4

Presencia de agua

La presencia de láminas de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Se valora la presencia de agua que se percibe en el conjunto de la unidad, no aquella que aunque esté no es un elemento dominante en la misma. En este caso se han considerado sólo los ríos perennes.

A pesar de que se presenta cercano o en la zona de influencia el cuerpo de agua Río Armería y un afluente menor del mismo, este no forma parte de la unidad paisajística propiamente dicha del proyecto, ya que se encuentra en otro nivel topográfico y ni el río es parte del paisaje directo que se aprecie en el polígono, ni el proyecto afectará directamente la calidad visual desde la ribera del mismo río.

Menor Calidad	**Clase 1**	**Ausencia**	**Valor asignado 0**
Mayor Calidad	Clase 2	Presencia	Valor asignado 1

Densidad de carreteras. Se ha restado más calidad a las unidades con mayor número de carreteras en la zona de estudio y su área de influencia, dando mayor peso a la red viaria principal (carreteras nacionales asfaltadas y de terracería), que por sus mayores exigencias constructivas resultan más conspicuas que las brechas y veredas, más fácilmente camuflables.

Para la zona del predio solo existen la presencia de brechas de tierra, y caminos balastrados y para la zona de influencia y estudio hay además carreteras asfaltadas de 4 y de 2 carriles.

Mayor Calidad	Clase 1	Valor asignado 1
	Clase 2	**Valor asignado 2**
	Clase 3	Valor asignado 3

Menor Calidad Clase 4 Valor asignado 4

Densidad de población. Se ha restado calidad a aquellas unidades con cercanía solo a Mayor poblaciones dispersas y en mayor medida las ocupadas por núcleos urbanos. El proceso seguido ha sido análogo al de las carreteras.

La cercanía del núcleo poblacional hacia el este y sur del polígono, es de considerar para valorar este aspecto del paisaje y se le pondera como de calidad baja.

Mayor Calidad	Clase 1	Valor asignado 1
	Clase 2	Valor asignado 2
	Clase 3	**Valor asignado 3**
Menor Calidad	Clase 4	Valor asignado 4

El resultado de la aplicación del modelo de Calidad permite valorar cada una de las unidades de paisaje en función de su calidad paisajística, se han establecido 5 clases en las que la clase 1 representa la calidad más baja y la clase 5 la mayor calidad del paisaje.

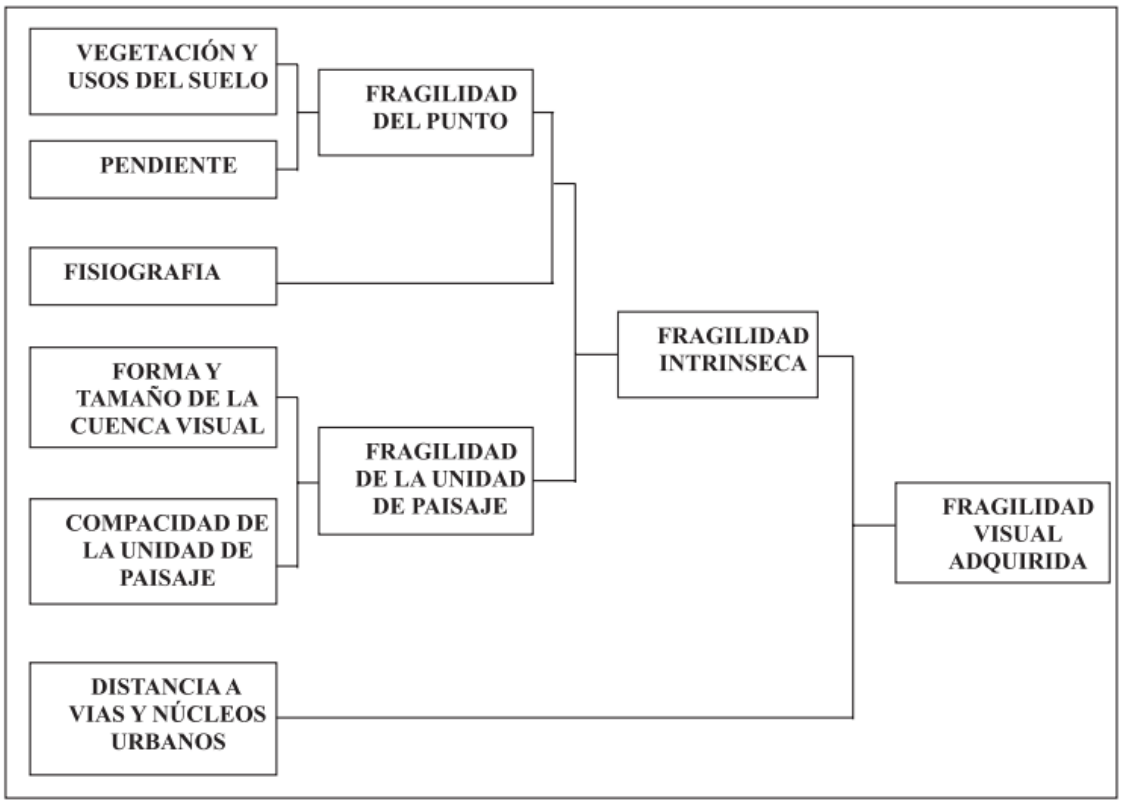
Para este caso y según lo obtenido en los criterios anteriores, la calidad visual del paisaje es MEDIA.

1 calidad baja
2 calidad media
3 calidad moderada
4 calidad alta
5 calidad muy alta

Fragilidad o vulnerabilidad visual del paisaje

La Fragilidad Visual se puede definir como «la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones» (CIFUENTES, 1979). La calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad

que se piensa desarrollar. El espacio visual puede presentar diferente vulnerabilidad según se trate de una actividad u otra. En este caso se trata de un estudio donde la superficie del territorio es grande y el planeamiento tiene como objetivo proporcionar una valoración. Los factores utilizados para la valoración de la fragilidad del paisaje son la vegetación y usos del suelo, la pendiente, fisiografía, forma y tamaño de la unidad de paisaje y la distancia a la red vial y núcleos de población.



Modelo de fragilidad visual del paisaje.

Vegetación y usos del suelo

La fragilidad de la vegetación la definimos como el inverso de la capacidad de ésta para ocultar una actividad que se realice en el territorio. Por ello, se consideran de menor fragilidad las formaciones vegetales de mayor altura, mayor complejidad de estratos y mayor grado de cubierta. En función de estos criterios se ha realizado una reclasificación de los diferentes tipos de vegetación y usos del suelo en cuatro

tipos, de menor a mayor fragilidad. Los núcleos urbanos se excluyen en esta clasificación.

En observación en campo del sitio y su área de influencia se aprecia la vocación agrícola que ha adquirido desde décadas pasadas, para el polígono del proyecto, sin predominancia de masas arbóreas, ya que son solo ejemplares aislados y cortinas rompevientos en ciertas zona de los linderos, al ser instalada la obra pretendida, solo se tendrá que remover la materia vegetal del cultivo de papaya y se plantea reforestar los linderos para fortalecer las cortinas rompevientos.

Menor Fragilidad	Clase 1	Formación arbórea densa y alta	Valor asignado 1
	Clase 2	Formación arbórea dispersa y baja	Valor asignado 2
	Clase 3	Matorral denso	Valor asignado 3
	Clase 4	**Matorral disperso,**	**Valor asignado 4**
Mayor Fragilidad		**o pastizales y cultivos**	

Pendiente

Se considera que a mayor pendiente mayor fragilidad, por producirse una mayor exposición de las acciones. Se ha calculado la pendiente en cada punto del territorio y se han establecido tres categorías.

Al tratarse de un polígono que está conformado como una planicie, con ninguna pendiente, las acciones pretendidas en el sitio, difícilmente estarán expuestas al observador.

Menor Fragilidad	**Clase 1**	**Pendiente <5%**	**Valor asignado 1**
	Clase 2	entre 5% y 15%	Valor asignado 2
Mayor Fragilidad	Clase 3	Pendiente >15%	Valor asignado 3

Fisiografía

Contemplada como la posición topográfica ocupada dentro de la unidad de paisaje. Se han clasificado los tipos geomorfológicos descritos en el área de estudio con un criterio basado en la altitud, pendiente y abruptuosidad de las formas. Se consideran de mayor fragilidad las zonas culminantes, algo menor las laderas y por último las planicies y fondos de valle.

El polígono del proyecto no presenta fragilidad en el aspecto fisiográfico, debido a su topografía y al tipo de obras del proyecto que no la alterarán.

Menor Fragilidad	**Clase 1**	**Aluvial coluvial, homogéneo**	**Valor asignado 1**
	Clase 2	Aluvial, terrazas, islas	Valor asignado 2
	Clase 3	Laderas planas, vertientes	Valor asignado 3
Mayor Fragilidad	Clase 4	Divisorias, crestas, collados	Valor asignado 4

Forma y tamaño de la cuenca visual

Se han evaluado de forma conjunta estos dos parámetros, se considera que a mayor extensión de la cuenca visual mayor fragilidad, ya que cualquier actividad a realizar en una unidad extensa podrá ser observada desde un mayor número de puntos. En cuanto a la forma, su incidencia se ha evaluado en función del tamaño, para grandes unidades se considerará de mayor fragilidad aquella cuya forma establezca una direccionalidad en las vistas (forma de elipse) y de menor fragilidad si la forma es redondeada. La influencia de la forma cuando se trate de una unidad pequeña será al revés: las formas elípticas serán de menor fragilidad que formas circulares.

En función de estos criterios se han diferenciado cuatro clases de fragilidad en función de la forma y tamaño de la unidad de paisaje.

Para este punto a evaluar se debe señalar que la cuenca visual es pequeña, no existirá posibilidad de que un observador lo aprecie directamente desde la carretera, y en cuanto a los caminos que se encuentran en la zona, solo transitan personas dedicadas a la agricultura. El sitio no es de tránsito de turistas, mercancías, y solo es paso para llegar a sus hogares de los habitantes del núcleo urbanizado.

Menor Fragilidad	**Clase 1**	**Unidad pequeña y forma elíptica**	**Valor asignado 1**
	Clase 2	Unidad pequeña y forma circular	Valor asignado 2
	Clase 3	Unidad extensa y forma circular	Valor asignado 3
Mayor Fragilidad	Clase 4	Unidad extensa y forma elíptica	Valor asignado 4

Compacidad

Se ha considerado que a mayor compacidad mayor fragilidad, ya que las cuencas visuales con menor complejidad morfológica tienen mayor dificultad para ocultar visualmente una actividad. Se han diferenciado tres clases de compacidad en función de la variedad de formas que aparecían dentro de cada una de las unidades de paisaje definidas.

En el área de influencia directa se presentan zonas agrícolas, además de la propia zona de cultivo de papaya descrita. Y como ya se describió, la fisiografía y cuenca visual, ocultan la apreciación de la obra pretendida por el posible observador en tránsito, solo los habitantes de la zona urbanizada que transitan por el lindero sur del polígono serán observadores de las obras proyectadas, pero por la naturaleza de las mismas no romperá el paisaje en su continuidad.

Menor Fragilidad	Clase 1	menor compacidad	Valor asignado 1
	Clase 2		**Valor asignado 2**
Mayor Fragilidad	Clase 3	mayor compacidad	Valor asignado 3

Distancia a red vial y núcleos habitados:

Este factor se ha considerado para incluir la influencia de la distribución de los observadores potenciales en el territorio. Evidentemente, el impacto visual de una actividad será mayor en las proximidades de zonas habitadas o transitadas que en lugares inaccesibles. Para evaluar la incidencia de este parámetro se ha clasificado el territorio en función de la distancia a la red viaria y núcleos urbanos. Los intervalos se han clasificado de la siguiente forma:

Ya se ha señalado que existe una zona o núcleo urbanizado al sur del polígono, y la cantidad de observadores será considerable por el tránsito de sus habitantes, sin embargo en este zona del proyecto es donde se tiene para obras como bodegas y para tratamiento del producto, por lo que serán de infraestructura del mismo tipo que la urbana y no romperá con la unidad paisajística.

Menor Fragilidad	Clase 1	Distancia superior a 1600 m	Valor asignado 1
	Clase 2	Distancia entre 400 y 1600 m	Valor asignado 2
Mayor Fragilidad	**Clase 3**	**Distancia inferior a 400 m**	**Valor asignado 3**

La valoración de estos aspectos se obtiene mediante la integración y combinación de las clases de fragilidad de cada uno de los aspectos que forman el modelo de fragilidad visual del paisaje. El resultado de la aplicación del modelo permite establecer cuatro clases de fragilidad en la valoración del territorio.

El resultado después de ponderar lo anteriormente evaluado se calcula en una fragilidad visual del paisaje MEDIA.

Clase 1 fragilidad baja

Clase 2 fragilidad media

Clase 3 fragilidad alta

Clase 4 fragilidad muy alta

El polígono que se propone para el proyecto no se encuentra cercano de ninguna zona de interés turístico, histórico, o cerca de ninguna zona con alguna categoría de protección especial a la flora o fauna. Ni forma parte directa o conspicua del paisaje distintivo de la zona. Y no integra ningún punto de interés de importancia.

La afectación será de mediano y largo plazo, ya que las labores pretendidas no serán de gran intensidad, el sitio seríaobjeto de remoción de la vegetación integrada por el cultivo de papaya y la topografía no variará mayormente, y al final se integraría el sitio el paisaje como un lugar similar a labores de agricultura protegida por la cubierta de malla sombra tipo invernadero que se propone instalar. Y a mediano plazo se le integraría al aspecto y gama de colores que domina ahora por esta zona.

IV.2.4 Medio socioeconómico

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El polígono que cubre el proyecto se extiende a 8.1 hectáreas, y si consideramos su área de influencia; tiene hacia el norte el cauce del río Armería, huertos de Limón, una planta de concretos que tiene sus trabajos además extrayendo material geológico del mismo río, y terrenos que son de vocación agrícola. Hacia el este es donde tenemos al núcleo urbano de la Colonia Bayardo, localidad del municipio de Tecomán, además colindando con el predio tenemos terrenos desmontados destinados a la agricultura aunque actualmente no se dedican a esta actividad, hacia el sur también está la localidad urbanizada y además a escasos metros del lindero esta la vía férrea, y unos metros más adelante la autopista de 4 carriles que conduce de Guadalajara a Manzanillo, y posterior a esta carretera tenemos terrenos agrícolas, hacia el oeste tenemos terrenos dedicados a la actividad agrícola, y es donde además se cuenta con la zona que permanece con vegetación nativa, ya que se levanta una zona de lomeríos relativamente

conservada, y más adelante tenemos la carretera hacia las poblaciones de Armería y Cofradía de Juárez y el cauce del mismo río.

Por lo que si se resumen las unidades por la cobertura o porcentaje que cubren en esta área tenemos en primer lugar la zona agrícola con actividad en el presente, los predios desmontados o de agostadero, cubiertos de especies vegetales características de zonas con disturbio, el área urbanizada, la zona de lomerío donde se encuentra vegetación original, el cauce de cuerpo de agua permanente y la zona industrial.

Los factores ambientales descritos anteriormente por su uniformidad y por el tipo de obras que se pretenden realizar, no representan mayores problemas, las temperaturas son ideales para el tipo de producto en cuanto a sus requerimientos para tener producción todo el año, y el régimen de lluvias y demás fenómenos meteorológicos no deberán poner en riesgo los trabajos pretendidos.

El tipo de suelo, rocas y la conformación topográfica del terreno son ideales por sus características para instalar la infraestructura productiva, y el impacto será muy bajo, ya que no hay riesgos de erosión al no tener contacto el agua directamente con el manto, el piso como tal, solo será donde se asiente todo lo instalado y los movimientos de tierra solo serán para dar el desnivel necesario para evitar encharcamientos o inundaciones al interior del sitio.

En los recorridos al campo se observó que la diversidad en la flora y fauna presente se ha reducido paulatinamente en los últimos años, ya que con las actividades agrícolas se limita a presentar ejemplares del mismo cultivo al que se dedica la tierra, que es la producción de Papaya, y algunas herbáceas bien identificadas como resistentes al disturbio, los ejemplares arbóreos de importancia se limitan a los linderos en forma de cortinas rompevientos de los cuales ninguno será removido, e incluso se propone completarlos con nuevos ejemplares para terminar su correcta conformación. Para el interior del terreno solo tenemos una eminencia arbórea de Primavera (Tabebuia sp.) la cual será conservada (se encuentra en la NOM) y unos ejemplares de Guamuchil (Pithecellobium dulce) que de ser removidos se propone mitigar esta acción o impacto con la propuesta de reservar una zona para tener arbolado. En cuanto a la fauna solo se observaron madrigueras muy dispersas de Tuzas (Geomys sp), reptiles menores y aves que circulan por el predio, sin embargo no se tienen como habitantes permanentes del sitio y solo es su zona de tránsito.

Los impactos que serán descritos adelante, por la naturaleza y tipo de operación del proyecto; no afectarán directamente al medio biótico del área de influencia, y solo será el impacto al mismo polígono el que se describe en este trabajo.

En el análisis del medio sociocultural se encontró que para la derrama económica del Municipio de Tecomán, el sector acuícola y pesquero tiene representación importante en cuanto además a los empleos generados. Por lo que el proyecto encaja directamente en la vocación de un sector de la población y generará empleos directos e indirectos que fortalecerían este sector y su cadena de valor.

El proyecto no está ni dentro ni próximo de ningún polígono con protección especial por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, ni es zona turística, histórica o de tránsito, y las posibles afectaciones al paisaje son ponderadas como de grado bajo.

Se concluye por lo anterior que las obras del proyecto no afectarán la biota terrestre, ni la flora, sino que al contrario, ayudará al proponer una zona de reforestación para mitigar cualquier impacto negativo al medio, lo que repercutirá en beneficio de especies que transitan por la zona. En cuanto al medio social, tendrá efectos positivos al generar empleos directos e indirectos, y fortalecer la industria acuícola estatal y nacional, brindando alimento de la mejor calidad y con garantía de inocuidad producido de manera sustentable.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Por lo expuesto en el diagnóstico ambiental del capítulo anterior y a las actividades que se llevarán a cabo en todas las fases de la realización del proyecto, se desarrolla enseguida un análisis de los efectos de las acciones del proyecto sobre los indicadores ambientales. Esto nos conducirá a identificar y evaluar las actividades que pueden generar impactos, ya sean de naturaleza positiva y/o desequilibrios ecológicos de acuerdo a la intensidad, magnitud, duración y periodicidad hacia los factores ambientales y socioeconómicos.

V.I Metodología para evaluar los impactos ambientales

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros, sin embargo son pocos los que gozan de una aplicación sistemática. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados en tres grandes grupos, así: Modelos de identificación (listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras), Modelos de previsión (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos “in situ”, con el fin de predecir las alteraciones en magnitud), y Modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos).

Para identificar y evaluar los impactos ambientales que generará este proyecto en sus diferentes etapas, se empleará un métodos matricial, estos son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales; son básicamente de identificación. Los métodos matriciales, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la Evaluación de Impacto Ambiental.

La modalidad más simple de estas matrices muestra las acciones del proyecto en un eje y los factores del medio a lo largo del otro. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en la celda de cruce, describiéndose en términos de su magnitud e importancia. Uno de los métodos matriciales más conocido es el de la Matriz de Leopold, desarrollado en 1971 para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos de América. de Leopold, et al (1971). Esta matriz considera acciones y supotencial de impacto sobre cada elemento ambiental.

Para construir esta matriz se dividen las acciones en fase de preparación, construcción y de operación y mantenimiento.Los indicadores de impacto son los elementos del medio que podrán ser afectados por algunade las actividades y se clasificaron en: medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico.Estos componentes y factores ambientales se usaron como índices cualitativos porser representativos y de fácil identificación.

Tabla 1: Agrupación de factores ambientales (FARI) para la matriz modificada de Leopold.

Abiótico	Aire	Contaminación por olores
		Emisiones (Humos)
		Emisiones (Polvos)
		Nivel de Ruidos
	Tierra y Suelo	Contaminación del suelo
		Derrumbes
		Erosión
		Topografía
	Agua	Agua subterránea
		Corrientes superficiales
		Contaminación del agua
		Drenaje y filtración
	Electricidad	Consumo de energía
	Paisaje	Calidad paisaje
Biótico	Flora	Cubierta Vegetal
		Deforestación
		Especies en estatus de protección
		Diversidad de especies
	Fauna	Diversidad de especies

		Perdida de Hábitat
		Conectividad (Corredores Biológicos)
		Poblaciones silvestres
		Especies en estatus de protección
Medio Socioeconómico	Población	Empleos fijos
		Empleos temporales
	Economía	Economía local
		Proveedores (Locales y nacionales)
		Economía estatal
		Producción acuícola nacional

V.I.1 Indicadores de impacto

Los indicadores de impacto son unos índices, ya sea cuantitativos o cualitativos, que permiten evaluar la cuantía de las alteraciones que se producen como consecuencia de determinado proyecto.

Es importante comentar que los indicadores ambientales tienen que elaborarse tomando en cuenta la problemática específica de cada comunidad o territorio, aunque siguiendo los lineamientos generales; de lo contrario, se corre el riesgo de desarrollar un conjunto de datos desligados del contexto local. Además, en caso de no poder encontrar un indicador cuantificable, se puede acudir a una valoración cualitativa (Gómez Orea, 2003).

Se pueden agrupar los indicadores por área temática en relación con el medio afectado por los potenciales impactos, como agua (consumo y contaminación), atmósfera (contaminación), residuos (producción y disposición), suelo (uso y contaminación) y vegetación (biomasa, diversidad y deterioro), entre otros complementarios de carácter socioeconómico (Colmex, 2011).

Con la ejecución de las obras y actividades del proyecto, se ha considerado que los elementos del medio que pueden ser potencialmente afectados se dividen en los siguientes: *abiótico, biótico y socioeconómicos*, estos indicadores se usarán como índices cualitativos por ser representativos y de fácil identificación.

Con esta clasificación se permitirá señalar la intensidad del impacto y el cambio que se genere en el ecosistema. Los indicadores (Tabla 1) pueden ser diferentes según la etapa del proyecto.

V.I.2 Relación general de algunos indicadores de impacto

Se pueden detallar algunos de los siguientes factores, los cuales se podrán afectar por las obras y desarrollo de lo proyectado.

Aire: Se debe considerar latente la posibilidad de la generación de olores por la naturaleza de los productos y desechos o subproductos de este tipo de industria, y la contaminación sonora de igual manera es posible por el tipo de equipamiento eléctrico y mecánico que requiere la producción acuícola intensiva de camarón.

Tierra y suelo: la contaminación del suelo por algún tipo de desechos de manejo especial en la fase de construcción, así como la correcta conformación topográfica del terreno para darle cauce natural a los escurrimientos de lluvias probables.

Agua: los indicadores de la calidad del agua subterránea a emplearse en el sistema productivo proyectado, el evitar la disposición de agua de desecho del sistema hacia la escorrentía permanente (río Armería y su afluente) localizada al norte del predio, y las posibles filtraciones de esta misma agua al manto freático son factores a considerar.

Electricidad: el gasto de energía eléctrica por el empleo de equipamiento electromecánico requerido pasa soportar y mantener la producción según el proyecto.

Paisaje: el cambio en la calidad visual de la cuenca local.

Flora: el retiro de la escasa flora que no sea la integrada por la especie producida en el predio (papaya), el número de ejemplares arbóreos derribados o lo que se conservarán, y las especies que se localizan en el sitio con algún estatus de protección.

Fauna: especies que serán desplazadas, la diversidad observada en el sitio y las especies que tengan algún estatus de protección.

Población: los empleos a generar, ya sean permanentes o temporales en la fase de preparación y construcción, además de los indirectos en la fase de producción del proyecto,

Economía: impactos a la economía local a nivel municipal y regional, el aumento en las estadísticas de producción estatal, la entrada de divisas, y la contribución a la producción nacional acuícola.

V.2 Criterios y metodologías de evaluación

La Evaluación de Impacto Ambiental se plantea como un estudio que sirve para identificar, predecir e interpretar el impacto (efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por la actividad humana en un espacio y un tiempo determinados), así como para prevenir las consecuencias negativas que determinadas acciones, planes, programas y proyectos pueden tener en la salud humana, el bienestar de las comunidades y el equilibrio ecológico.

De este modo la evaluación del impacto ambiental (eia) se convierte en un instrumento indispensable para la toma de decisiones, sobre todo en la etapa de planeación, lo que no debe considerase como un obstáculo para el desarrollo, sino como un apoyo para la selección de las mejores alternativas de cada proyecto en particular, ecológicamente más sustentables.

Como ya se había señalado, se utilizará la matriz de Leopold, et al (1971), este método considera acciones y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental o establece un sistema para el análisis de los diversos impactos.

El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El principal objetivo es garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto.

La matriz de Leopold se considera como una manera simple de resumir y jerarquizar los impactos ambientales, y concentrar el esfuerzo en aquéllos que se consideren mayores. La ventaja de la matriz es su recordatorio de toda la gama de acciones, factores, e impactos. En la medida de lo posible, la asignación de magnitud debe basarse en información de hecho. Sin embargo, la asignación de importancia puede dejar cierto margen para la opinión subjetiva del evaluador. Esta separación explícita de hecho y opinión es una ventaja de la matriz de Leopold.

En su versión original, la matriz de Leopold contiene 100 acciones susceptibles de causar impacto y 88 características o condiciones ambientales, lo cual arroja 8800 posibles interacciones. Sin embargo, este método se ha adaptado para ser utilizado con acciones y factores diferentes según sea la naturaleza del proyecto a evaluar.

V.2.1 Criterios

Evaluación individual de las interacciones: Para la evaluación de las interacciones marcadas se utilizan tres criterios o parámetros:

Clase: Indica el tipo o sentido de las consecuencias del impacto: positivas o benéficas (+) o negativas o perjudiciales (-).

Magnitud (M): Corresponde al grado o nivel de alteración que sufre el factor ambiental a causa de una acción del proyecto (se califica con 1 la alteración mínima y con 10 la alteración máxima, pudiendo asignarse calificaciones intermedias). Este criterio evalúa los cambios en las variables o condiciones propias o intrínsecas del factor, es decir cuánto se desmejoró, cuanto se destruyó, etc.

Importancia (I): Evalúa el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del ambiente que puede ser afectado por el proyecto (se califica con 1 cuando es insignificante y con 10 cuando se presenta la máxima significación). Este criterio evalúa otras consideraciones extrínsecas al factor analizado, como el valor del mismo dentro del entorno afectado, la importancia para la comunidad, etc. También se considera como el valor ponderal que da el peso relativo del impacto y hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio y a la extensión o zona territorial afectada.

En la interpretación de la matriz de Leopold modificada al caso presente, el código que se usa en las celdas de la matriz se traduce como las características de los impactos y si es posible mitigarlos o no.

La estimación de la magnitud y de la importancia es directamente influenciada por la experiencia del evaluador, y después se debe acompañar de una explicación justificando los impactos señalados resaltando los más significativos, aquellos cuyas filas y columnas aparecen con calificaciones altas. También se hace constar si los impactos evaluados son a corto, mediano y largo plazo.

Además se evaluará de acuerdo a la modificación de la matriz en una segunda parte bajo los siguientes criterios:

Intensidad: Se refiere al grado de afectación del medio (físico, biológico y socioeconómico-cultural) por la ejecución del proyecto. Para su evaluación se considera insignificante o sutil cuando no hay cambios o estos son imperceptibles y significativos o notables cuando las repercusiones en el medio ambiente son evidentes. La evaluación de este criterio es la siguiente: Insignificante o sutil (I).- Cuando no hay cambios o estos son imperceptibles. Significativo o notable (S).- Cuando son evidentes las repercusiones en el medio ambiente.

Extensión: Se refiere a las repercusiones del impacto in situ y en algunos casos este trasciende más allá de sus límites hacia la localidad, municipio, estado o región. Se evaluará así: Predio (P).- In situ, no rebasará los límites de polígono

propuesto. Localidad (L).- Las repercusiones del impacto que irán más allá de los límites del mismo proyecto.

Duración: Considera la escala temporal del impacto, desde la aparición del efecto hasta que el factor afectado pudiera retornar a las condiciones iníciales u originales previas a la acción ya sea por medios naturales o mediante la realización de medidas de mitigación. Se evaluará de la siguiente manera: Fugaz (Z).- La recuperación de la calidad ambiental es inmediata tras el cese de la actividad. Temporal (T).- Es una alteración no permanente en el tiempo (hasta 10 años), llegando a ser en algunos casos persistente (muy duradero o pertinaz).Fijo (F).- Es una alteración continua en el tiempo sobre los factores ambientales considerados (mayor a10 años).

Periodicidad: trata sobre la regularidad de manifestación del efecto, puede ser de impacto ininterrumpido en el tiempo(continuo), que se presente de manera intermitente (discontinuo) o un efecto o presencia cíclica o recurrente en eltiempo (periódico).

V.2.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Existe un gran número de metodologías, las cuales cubren un alto espectro de posibilidades: Generales o específicas, cualitativas o cuantitativas, sencillas o complejas, con altos o pocos requerimientos de información, con sencillos o sofisticados elementos de cálculo y procesamiento de información, etc.

Este amplio abanico de posibilidades indica que no existe un método universal o mejor que todos que sea aplicable a todo tipo de proyectos o utilizable en cualquier fase de los mismos. Es por eso que la selección del método que se debe utilizar para un proyecto debe ser el resultado de un análisis que considere los siguientes aspectos:

- El tipo o naturaleza del proyecto que se esté evaluando
- La fase en que se encuentra
- Los requerimientos y disponibilidad de información
- La naturaleza de los impactos
- Los requisitos legales (específicamente los términos de referencia o las guías ambientales sectoriales)
- La experiencia del equipo de trabajo
- Los recursos técnicos, financieros y de tiempo disponibles
- La posibilidad del trabajo en equipos interdisciplinarios

Para el proyecto como ya se ha reiterado se eligió un método matricial. Donde se diseñan matrices de doble entrada que se construyen con la información del proyecto y el ambiente procesada en los elementos de la EIA, Evaluación de Impacto Ambiental: las acciones del proyecto susceptibles de producir impacto: ASPI y los componentes y factores del ambiente que pueden ser modificados o los factores ambientales representativos del impacto: FARI, con el fin de buscar las posibles interacciones entre estos dos elementos, con las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- El arreglo cuadrático permite hacer consideraciones acerca de las posibles relaciones entre factores y acciones
- Ampliamente utilizadas, lo que facilita su comprensión
- Permiten comparar eventos aparentemente no comparables
- Se tiene una visión integrada de los impactos involucrados
- Se pueden utilizar en diferentes fases de la evaluación
- Se puede trabajar con diferentes niveles de información

Desventajas:

- Normalmente no son selectivas
- No poseen mecanismos para destacar áreas de interés
- No permite visualizar la temporalidad de los impactos

Las modificaciones que se han citado del método elegido (construcción de una segunda matriz) permiten acotar en lo posible las desventajas.

Construcción de la matriz de Leopold: Se debe construir una matriz de doble entrada colocando las ASPI en las filas y las FARI en las columnas. **(Para el caso de la matriz modificada, que es la que utilizamos en el presente se invierte este orden)**

Identificación de interacciones existentes: Luego se procede a identificar las interacciones entre las ASPI y las FARI; para ello se toma la primera acción y se va examinando si tiene relación con cada uno de los FARI; donde se determine que existe interacción se traza una línea diagonal en la celda, para indicar que allí

hay un impacto ambiental. Se continúa este procedimiento hasta barrer toda la matriz.

Tabla 2. Acciones en cada etapa del proyecto.

ETAPA	ACCIÓN
Acciones preliminares	**Elaboración de estudios previos.**
	Pagos (Permisos, Licencias, Tramites)
Preparación del sitio	Contratación de personal (Propio y de empresas externas)
	Retiro de la materia vegetal (Papayos y Herbáceas)
	Generación de residuos (sanitarios y domésticos)
Construcción	Movimientos de tierra: conformación según proyecto
	Contratación de personal (Propio y de empresas externas)
	Obras para instalaciones eléctricas
	Instalación de infraestructura hidráulica (Entrada, Salida y Recirculación)
	Instalación de infraestructura productiva (estanquería)
	Construcción de Obra civil (bodegas, dormitorios)
Operación y mantenimiento	Contratación de personal
	Llenado de estanquería y puesta a punto para recepción de organismos
	Siembras de organismos
	Alimentación diaria de organismos
	Consumo diario de energía eléctrica
	Cosechas
	Mantenimiento de maquinaria e infraestructura
	Generación de residuos (sanitarios y domésticos)
	Generación de subproductos o residuos biológicos

Utilizando la matriz modificada de Leopold, se realizó el análisis del impacto en cada una delas etapas del proyecto considera 20 acciones sobre 29 factores ambientales clasificados en tres indicadores ambientales: abióticos, bióticos y medio socioeconómico.

La evaluación se realizó en dos matrices que se presentan enseguida:

a- La evaluación de los impactos del proyecto con los indicadores de magnitud e importancia (Anexa en formato grande).

b- La valoración de los impactos del proyecto con los criterios de intensidad, extensión, duración, periodicidad y carácter del impacto.

Indicadores Ambientales/Acciones de la Etapas			Acciones Preliminares		Preparación del Sitio			Construcción							Operación y mantenimiento									Proyecto	
Se anotan los valores por cuadro para la Magnitud e Importancia asginados a los impactos potenciales por cada etapa del proyecto. Los valores van de 1 al 10.			Elaboración de estudios previos.	Pagos (Permisos, Licencias, Tramites)	Contratación de personal (Propio y de empresas externas)	Retiro de la materia vegetal (Papayos y Herbaceas)	Generacion de residuos (sanitarios y domesticos)	Movimientos de tierra: conformación según proyecto	Contratación de personal (Propio y de empresas externas)	Obras para instalaciónes electricas	Instalación de infraestructura hidrahulica (Entrada, Salida y Recirculación)	Instalación de infraestructura productiva (estanqueria)	Construcción de Obra civil (bodegas, dormitorios)	Contratación de personal	Llenado de estanqueria y puesta a punto para recepción de organismos	Siembras de organismos	Alimentación diaria de organismos	Consumo diario de energía electrica (EQUIPOS AIREACIÓN)	Cosechas	Mantenimiento de maquinaria e infraestructura	Generación de residuos (sanitarios y domesticos)	Generación de subproductos o residuos biologicos	EVALUACIÓN		
M - Magnitud																								Mag	Imp
I - Importancia			M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I		
Abiótico	Aire	Contaminación por olores																-2 -1			-1 -1	-2 -1	-3 -2	-3 -2	-11	-7
		Emisiónes (Humos)						-3 -5		-5 -6						-2 -2			-2 -1							-14	-16
		Emisiónes (Polvos)						-6 -4		-7 -5			-2 -2	-6 -5	-2 -2	-3 -2										-26	-20
		Nivel de Ruidos						-3 -3		-2 -3			-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -1				-3 -2	-2 -1	-3 -2				-21	-18
	Tierra y Suelo	Contaminación del suelo							-2 -1							-1 -1										-6	-4
		Derrumbes								-1 -1																-1	-1
		Erosión						-6 -5		-6 -6																-12	-11
		Topografía						-2 -2		-4 -2						2 -2										-4	-6
	Agua	Agua subterránea													-2 -2										-2	-2
		Corrientes superficiales								-2 -2				-1 -1	-2 -2	-1 -1										-6	-6
		Contaminación del agua												-1 -1											-3 -2	-4	-3
		Drenaje y filtración								-2 -3				-1 -1		-2 -2										-5	-6
	Electricidad	Consumo de energía												-1 -1	-3 -2	-1 -1			-4 -3							-13	-10
	Paisaje	Calidad paisaje						-3 -3	-1 -2	-2 -2					-2 -1	-2 -2										-10	-10
Biótico	Flora	Cubierta Vegetal						-5 -3																		-5	-3
		Deforestación						-1 -2																		-1	-2
		Especies en estatus de protección						-1 -1																		-1	-1
		Diversidad de especies						-2 -2																		-2	-2
	Fauna	Diversidad de especies						-3 -2		-1 -1													2 2			-2	-1
		Perdida de Hábitat						-1 -2		-1 -2																-2	-4
		Conectividad (Corredores biológicos)						-1 -2																		-1	-2
		Poblaciones silvestres						-1 -1																		-1	-1
		Especies en estatus de protección						-1 -1																		-1	-1
Medio Socioeconómico	Población	Empleos fijos			3 3					4 5					6 5											13	13
		Empleos temporales	3 3		5 4					6 7					7 6											21	20
	Economía	Economía local		2 2	2 3					2 3					4 4				4 4							16	18
		Prooveedores (Locales y nacionales)	2 2		5 6					6 7					7 7						2 1					22	23
		Economía estatal		3 3	2 2					2 2					3 3				3 3				1 1			14	14
		Producción acuícola nacional																	6 4							6	4
		TOTAL	5 5	5 5	17 18	-39 -38	-3 -3	-33 -33	20 24	-4 -4	-14 -13	-11 -9	-12 -13	27 25	-5 -4	1 1	-2 -1	-9 -7	10 9	-5 -3	-4 -3	-3 -1				**-59**	**-45**

Indicadores Ambientales/Acciones de la Etapas			Acciones Preliminares		Preparación del Sitio			Construcción									Operación y mantenimiento						
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS: - Intensidad, Duración, Extensión, Periodicidad - Negativo no mitigable, Benefico, Mitigable			Elaboración de estudios previos.	Pagos (Permisos, Licencias, Tramites)	Contratación de personal (Propio y de empresas externas)	Retiro de la materia vegetal (Papayos y Herbaceas)	Generación de residuos (sanitarios y domesticos)	Movimientos de tierra: conformación según proyecto	Contratación de personal (Propio y de empresas externas)	Obras para instalaciónes electricas	Instalación de infraestructura hidrahulica (Entrada, Salida y Recirculación)	Instalación de infraestructura productiva (estanqueria)	Construcción de Obra civil (bodegas, dormitorios)	Contratación de personal	Llenado de estanqueria y puesta a punto para recepción de organismos	Siembras de organismos	Alimentación diaria de organismos	Consumo diario de energía electrica (EQUIPOS AIREACIÒN)	Cosechas	Mantenimiento de maquinaria e infraestructura	Generación de residuos (sanitarios y domesticos)	Generación de subproductos o residuos biologicos
Abiótico	Aire	Contaminación por olores															IPWC		IPTZ	IPFD	SLTZ	SLTZ
		Emisiones (Humos)																IPFD					
		Emisiones (Polvos)				SPTD		SPTD		IPFD	SPFD	IPTD	IPFD										
		Nivel de Ruidos				IPFD		IPTD		IPFD	IPFD	IPTD	IPFD					SPWC	IPFD	IPFD			
	Tierra y Suelo	Contaminación del suelo					IPTD						IPFD										
		Derrumbes						IPFD															
		Erosión				SPTD		SPTD															
		Topografía				IPWC		SPTD					IPWC										
	Agua	Agua subterránea													ILTZ								
		Corrientes superficiales						ILTD			ILTD	ILTD	ILFD										
		Contaminación del agua									ILFD												ILTZ
		Drenaje y filtración						IPTD			IPFZ		IPTD										
	Electricidad	Consumo de energía									IPTD	IPFD	IPTD		IPTZ	IPTZ		SPWC					
	Paisaje	Calidad paisaje				IPFC	IPTD	IPTD				IPWC	IPWC										
Biótico	Flora	Cubierta Vegetal				SPTD																	
		Deforestación				IPFD																	
		Especies en estatus de protección				IPFD																	
		Diversidad de especies				IPFD																	
	Fauna	Diversidad de especies				IPFD		ILTD								IPTZ							
		Perdida de Hábitat				IPTD		IPTD															
		Conectividad (Corredores Biológicos)				IPFC																	
		Poblaciones silvestres				IPTD																	
		Especies en estatus de protección				IPFD																	
Medio Socioeconómico	Población	Empleos fijos			SLWC				SLWC					SLWC									
		Empleos temporales	ILTD		SLTD				SLTD					SLTZ									
	Economía	Economía local		SLFD	ILWP				SLTD					SLTZ					SLTC				ILTZ
		Proveedores (Locales y nacionales)	SLFD		SLTP				SLTD					SLWC							ILTZ		
		Economía estatal		ILTD	ILFP				ILTD					SLTC					ILTC				ILTZ
		Producción acuícola nacional																	SLTC				

Intensidad:	**Insignificante**	**I**
	Significativo	**S**
Extensión:	**Predio**	**P**
	Localidad	**L**
Duración:	**Fugaz**	**F**
	Temporal	**T**
	Fijo	**W**
Periodicidad:	**Discontinuo**	**D**
	Continuo	**C**
	Periódico	**Z**

Negativo no mitigable
Benefico
Mitigable

Descripción de los impactos:

ETAPA	ACCIÓN	IMPACTOS Descripción (- Negativo, + Positivo)
Acciones preliminares	**Elaboración de estudios previos.**	+ La realización del presente estudio llevará a describir las actividades que se desarrollarán en cada etapa del proyecto y los diferentes impactos positivos o negativos que pudieran afectar el entorno. Para este fin se contrató personal capacitado para la realización de la manifestación de impacto ambiental. El impacto de esta actividad se considera positivo, debido a la derrama económica por la generación de empleos temporales. Benéfico (Magnitud Baja, Importancia Baja)
	Pagos (Permisos, Licencias, Tramites)	+ Se realizarán todas las gestiones para contar con los permisos, licencias o autorizaciones necesarias para estar conforme a lo legal para la realización del proyecto, y se pagarán los derechos en la ventanilla correspondiente. El impacto es benéfico además porque con esto todas las obras del proyecto en sus etapas estarán supervisados por las autoridades correspondientes asegurando su correcta marcha. Benéfico (Magnitud Baja, Importancia Baja)
Preparación del sitio	**Contratación de personal (Propio y de empresas externas)**	+ Para todas las fases de la conformación y funcionamiento del proyecto se realizará contratación de personal capacitado El impacto de esta actividad se considera Benéfico debido a la derrama económica que desarrollará por la generación de empleos fijos y temporales de acuerdo al tiempo que dure esta etapa del proyecto.

		Benéfico (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Retiro de la materia vegetal (Papayos y Herbáceas)	-Se retirará toda la vegetación de naturaleza frutícola: los papayos que se encuentran en su última fase de producción, y además se retirarán todos los manchones de herbáceas y arbustos pequeños que estén dentro del polígono marcado para la instalación de la infraestructura productiva. Los ejemplares arbóreos mayores dentro del polígono y que se encuentran formando la cortina rompevientos de los linderos del predio no serán objeto de remoción. Esta acción se considera el impacto adverso que repercute en mayor número de componentes ambientales de todo el proyecto, ya que al medio biótico en su totalidad le es adverso este tipo de prácticas, va en detrimento además de la calidad del paisaje, generará emisiones de polvos y ruidos por las acciones de la maquinaria, modificará la topografía del sitio y finalmente por su importancia mayor, contribuye a acelerar el proceso de erosión del suelo. Al respecto se proponen medidas en el capítulo correspondiente. Mitigables y Negativo no mitigables (erosión y especies protegidas) (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Generación de residuos (sanitarios y domésticos)	Durante esta etapa del proyecto se generaran residuos sólidos de distinta naturaleza; los de tipo doméstico, generados por la presencia de los trabajadores contratados para realizar estos trabajos. Así mismo, durante esta etapa se generarán cantidades variables de desechos sanitarios, que conllevan riesgo de propagación de enfermedades, aparte de la contaminación del suelo y el mal aspecto que darían de no disponerse adecuadamente. Mitigable (Magnitud Baja, Importancia Baja)

Construcción	**Movimientos de tierra: conformación según proyecto**	-Esta actividad implica la acción de maquinaria pesada, por lo que se generarán impactos por ruidos y emisiones a la atmosfera provenientes de los motores de combustión interna, modificará el suelo lo que contribuirá al proceso erosivo al impactar la capa fértil del mismo, y la topografía adquirirá la conformación deseada según el diseño operativo del proyecto, el paisaje será objeto de impacto ya que se le cambiará el aspecto de un predio agrícola a un predio con instalaciones de infraestructura acuícola. Mitigables y Negativo no mitigable (erosión) (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Contratación de personal (Propio y de empresas externas)	+ Como ya se citó, durante todas las fases del proyecto se realizará contratación de personal capacitado, en esa fase será la contratación de empresas dedicadas a la construcción e instalación de infraestructura, ya sea de producción acuícola y constructoras de obra civil, aparte dl personal de planta para la operación de la misma granja, que desde esta fase será reclutado y contratado. El impacto de esta actividad se considera Benéfico debido a la derrama económica que desarrollará por la generación de empleos fijos y temporales de acuerdo al tiempo que dure esta etapa del proyecto. Benéfico (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Obras para instalaciones eléctricas	- La obra civil tendrá entre sus impactos más amplios las obras para las instalaciones eléctricas necesarias para poner en marcha un proyecto de las características que se pretenden. Por el sistema productivo de alta intensidad, el mantenimiento permanente del sistema depende del correcto funcionamiento de todo el equipo de aireación y bombeo de agua, que será de gran magnitud por lo que demandan los organismos a producir.

		Estos trabajos generarán ruidos y emisiones a la atmosfera en forma de polvos por la instalación subterránea de este tipo de materiales y el tendido por postes de la red eléctrica demandada. Mitigable (Magnitud Baja, Importancia Baja)
	Instalación de infraestructura hidráulica (Entrada, Salida y Recirculación)	-La instalación de este tipo de materiales; que transportará el agua hacia el sistema a instalar, desde el pozo profundo localizado en un predio vecino del proyecto, así como toda la red de recirculación en la red del mismo sistema, conlleva los trabajos de maquinaria pesada y personal especializado. Ya que se tienen que hacer excavaciones (zanjas y canales) para este trabajo, instalar la tubería y las válvulas así como el equipo de bombeo necesario. Esta tarea generará impactos por emisiones de polvos y contaminación sonora. Para poner a punto el sistema y probarlo se tendrá gasto de agua, lo que podría producir contaminación durante la fase de pruebas del sistema y se consumirá energía eléctrica por el bombeo. Mitigable (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Instalación de infraestructura productiva (estanquería)	- Toda la obra relativa a la estanquería que conte4ndra los organismos a engordar (camarones), estará hecha a base de geomembrana o liner, de polietileno. Este tipo de geomembrana se fabrica a partir de polietileno de alta densidad (HDPE). Es la membrana con mayor demanda en el mercado y tiene fuertes capacidades de resistencia al ataque químico. El objetivo principal a nivel industria de las geomembranas es mantener ciertas áreas impermeabilizadas evitando o previniendo el paso de fluidos. Para poder llevar a cabo este objetivo necesitan contar con ciertas características, tales como bajos niveles de permeabilidad, capacidades reflectivas y resistencia a los rayos UV. La característica de baja permeabilidad es la más

		importante de las geomembranas. Se trata de su capacidad de aislar ciertas áreas del contacto con fluidos, como el agua. Los fluidos no se filtran a través de la superficie de las geomembranas, tampoco los lixiviados ni los gases, lo que hace que sean métodos eficaces de aislamiento. Es por esto que es el material elegido por la mayoría de las empresas de producción intensiva de acuicultura. Además evita toda contaminación de suelos, por filtraciones y porque en otros sistemas los desechos acuícolas eutrófica el suelo de los predios. Esto trabajos los realizaré personal especializado mediante la contratación de una empresa de talla internacional que cumplirá todos las normas ambientales y de calidad en sus procesos. Se generarán polvos emitidos a la atmosfera y ruidos por las actividades de cortes, forjados y armados de la infraestructura, al factor agua se le podría impactar por el gasto y disposición del recurso para preparar las instalaciones, probarlas, enjuagaras, todo esto para dejarlas listas para entrar al sistema productivo conforme lo proyectado. Además se consumiré energía eléctrica durante esta fase y la instalación de estas estructuras cambiará, se pretende a largo plazo el aspecto visual del lugar. Mitigable (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Construcción de Obra civil (bodegas, dormitorios)	-Durante la construcción de las obras consideradas como obra civil la serie de impactos al medio serán diversos, comenzando por el polvo que se emanará a la atmosfera, el ruido de la maquinaria y los posibles derrames de alguna sustancia o mezcla que puedan afectar al suelo, todos estos impactos son mitigables con medidas sencillas, la topografía será modificada según el proyecto lo marca para que la conformación del suelo pueda recibir la carga que implica una obra así. Se utilizará agua para las obras y preparación de los insumos necesarios, y podrían generarse derrames que corran hacia su cauce natural, lo que se deberá evitar de igual manera. El

		consumo de energía también estará presente en todo lo que duren estos trabajos. Y al finalizar la obra, se tendrán cambio en el aspecto visual o paisaje, que serán muy difíciles de revertir, por la amplia vida útil que tiene este tipo de infraestructura. Mitigable y Negativo no mitigable (Paisaje) (Magnitud Baja, Importancia Baja)
Operación y mantenimiento	**Contratación de personal**	+ En esta etapa del proyecto es donde la contratación de personal capacitado en trabajos operativos de la empresa toma su puesto definitivo, además de que es cuando los empleos indirectos necesarios para darle manejo, preparación, conservación y transporte al producto camarón, además de la misma comercialización y posible valor agregado, serán generados, ya que la cadena de valor es muy amplia y requiere personas capacitadas o con experiencia además de nuevo personal que se deberá integrar a la misma industria dado el impacto por el volumen a producir en este proyecto. Actividades específicas como las cosechas, el manejo de los desechos producidos, y los subproductos de las mismas cosechas se señalas específicamente como trabajos donde la empresa tendrá necesidad de contratar personal temporal ya que es necesario trabajar contra reloj en estas actividades específicas para evitar otros impactos negativos como la generación de olores como un ejemplo. El impacto de esta actividad se considera Benéfico debido a la derrama económica que se genera y al aumento en la calidad de vida promedio de la comunidad. Benéfico (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Llenado de estanquería y puesta a punto para recepción de organismos	-La preparación del sistema o puesta a punto para recibir las siembras de organismos implica la extracción de agua del pozo profundo que se ha citado como fuente del recurso hídrico necesario. Es aquí donde se generará el mayor impacto de esta acción, además de la energía eléctrica que se consumirá dado el gran volumen en metros cúbicos

		que demanda el sistema a instalar, que será abastecido por una bomba que funciona con electricidad. Esto anterior se clasifica como negativo por la posible repercusión en los niveles freáticos de las aguas subterráneas, sin embargo si lo comparamos con la cantidad bombeada para el riego agrícola que es el actual uso que se le da al recurso, podemos decir que el impacto será mucho menor ya que estas tareas de bombeo para llenado del sistema no serán continuas, esto se explica en este mismo documento. Mitigable (Magnitud Baja, Importancia Baja)
	Siembras de organismos	- , + Este trabajo tendrá efectos positivos en la diversidad de especies encontradas en la zona, y también implicará el consumo de energía eléctrica dado el tipo de sistema de producción acuícola a utilizar en el proyecto, que como ya se ha detallado, requiere permanente funcionamiento de equipos de bombeo y aireación. Mitigable (consumo de energía) Benéfico (diversidad de especies) (Magnitud Baja, Importancia Baja)
	Alimentación diaria de organismos	- La alimentación es una acción fundamental dentro del sistema productivo, se puede decir que es la tarea que garantiza que de hacerla en forma correcta esta empresa sea redituable económicamente, es por esto que se le considera dentro de estas acciones. El alimento balanceado a utilizar contiene alto porcentaje de proteína de origen animal y vegetal, y el disturbio posible es que de darle un manejo incorrecto al insumo, el olor que tiene de manera natural es fuerte y para muchas personas le representa en alguna escala desagrado. Por lo que todos los trabajos de alimentación son a cargo de personal capacitado para además el alimento sea recibido y puesto en bodega de forma correcta y evitemos descomposición y mal manejo del mismo. Mitigable

		(Magnitud Baja, Importancia Baja)
	Consumo diario de energía eléctrica	-El permanente funcionamiento del equipo que sostiene un sistema de producción como el del proyecto, consta básicamente de equipo de bombeo para la recirculación y equipo que proporcione oxígeno disuelto al agua del sistema, esto implica un alto consumo de energía eléctrica con su consecuente huella de carbono, además la acción de toda esta maquinaria puede generar ruidos, este ruido por su naturaleza puede convertirse en el conocido como Ruido Blanco, concepto descrito como: un ruido constante y uniforme en todas las frecuencias. El ruido blanco es sólo una cantidad igual en cada frecuencia, de baja a alta, que un ser humano puede escuchar y que se llega a convertir en parte del ambiente sin mayor disturbio a las personas. Mitigable (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Cosechas	- , + La acción específica de las cosechas puede generar olores a la atmosfera dadas la características propias del camarón, esto se evita con trabajos rápidos de conservación por lavado y enhielado. Se utiliza también en algunas ocasiones maquinaria de cosecha, lo que lleva la posible generación de ruidos fugaces. Es la acción además que generará un impacto positivo a la producción acuícola estatal y nacional donde participa la cadena de comercialización de productos acuícolas y pesqueros en pleno. Mitigable (Aire) Benéfico (economía) (Magnitud Baja-Media, Importancia Baja-Media)
	Mantenimiento de maquinaria e infraestructura	- El mantenimiento de toda la maquinaria es tarea vital dentro de un sistema de este tipo, es donde el tiempo de respuesta en caso de una contingencia es tan corto (menor de 1 hora), por lo que estos trabajos deben ser planificados previo plan de vigilancia de las condiciones generales del equipo.

		Además las condiciones que debe guardar la infraestructura igualmente son sujetas de la permanente observación por parte de todo el personal. Estas acciones pueden representar la generación de olores y ruidos, disturbios a la calidad de la atmósfera ambos por el tipo de trabajos que son necesarios y que implica el uso de maquinaria. Mitigable (Magnitud Baja, Importancia Baja)
	Generación de residuos (sanitarios y domésticos)	- , + En caso de no disponer correctamente de los desechos de tipo doméstico y sanitarios producidos por el personal de planta que laborará en la empresa, se pueden generar olores, lo que resulta en contaminación a nivel del mismo predio. Las acciones de mitigación son muy sencillas, ya que se dispondrá de estos en contenedores especiales, con características que eviten totalmente otro tipo de impacto al citado, y estos tendrán como destino final el que marque el municipio, ya sea el tiradero o relleno sanitario local o su acopio hacia una planta de separación y reciclaje. Esto puede implicar la acción de personal de alguna empresa especializada en el ramo. Lo que generará impacto positivo. Mitigable (aire) Benéfico (economía) (Magnitud Baja, Importancia Baja)
	Generación de subproductos o residuos biológicos	- , + Los subproductos posteriores a la cosecha y tratamiento del producto, de no ser acopiadas y manejadas correctamente pueden generar olores por su corta vida antes de la descomposición, y podrían contaminar el agua si el recurso utilizado para lavar y del deshielo no es dispuesto de manera adecuada. Sin embargo con las tecnologías disponibles actualmente todos estos pueden ser utilizados para obtener otros insumos, ya que se puede obtener harinas, abonos o ensilados biológicos, que tendrán utilidades según sea el caso, y puede impactar positivamente la economía local y estatal creando otra industria paralela o fortaleciendo alguna otra como la ganadería o agricultura.

		Mitigable (aire y agua) Benéfico (economía) (Magnitud Baja, Importancia Baja)

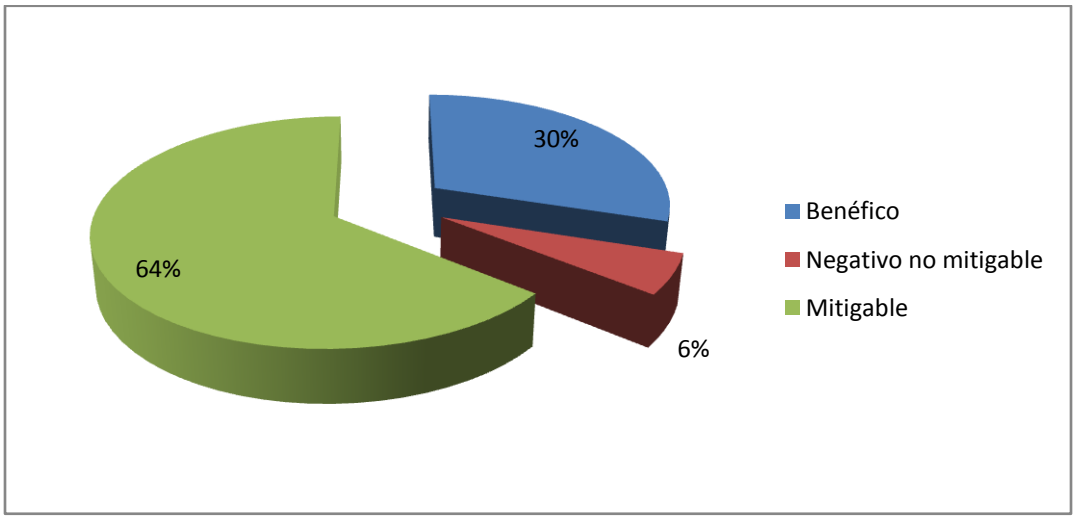
Conclusión de la valoración de los impactos

El análisis de los impactos se realizó comparando las características del medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico de acuerdo a los trabajos que se realizarán en cada etapa del proyecto y la relación que pudiera existir con el sistema ambiental del sitio.

Se observaron un total de 87 impactos, de los cuales 61 resultaron (-) negativos, aunque solo 5 de estos se evaluaron como no mitigables, los restantes 56 son considerados mitigables, y se contabilizaron 26 positivos y benéficos.

La mayoría se catalogaron como de magnitud e importancia baja, y el periodo de tiempo calculado es fugaz o temporal en las fases de preparación y construcción del proyecto.

Los impactos benéficos, están relacionados casi en su totalidad con el efecto que tendrá elpro0yecto en los aspectos socioeconómicos de la zona, ya que la generación de empleos de todo tipo y el movimiento del mismo producto podrá impactar incluso a nivel estatal y nacional.



Proporción de los impactos cuantificados

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las medidas de mitigación ambiental, constituyen el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un Proyecto, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

En base a la evaluación efectuada, las medidas que se analizan a continuación, implican acciones tendientes fundamentalmente a controlar las situaciones indeseadas que se producen durante la preparación, construcción y operación de las obras del presente proyecto.

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

Fases del proyecto.	Acciones	Impactos	Medidas
Preparación del sitio.	**Retiro de la materia vegetal**	Aire (Atmosfera)	Para reducir en lo posible las emisiones a la atmosfera por el retiro de la vegetación, se propone utilizar solo métodos mecánicos y de preferencia manuales, se prohíbe la quema o la utilización de herbicidas o métodos químicos. En caso de emplear alguna maquinaria de motor a combustión se deberá verificar el correcto funcionamiento de los motores a explosión para evitar desajustes en la combustión que pudieran producir emisiones de gases fuera de norma. Además que los ruidos deben ser minimizados

			controlando los silenciadores y su buen funcionamiento en todo momento. El polvo además se evita manteniendo húmedo en lo posible el suelo en todo momento a través de riegos esporádicos en caso de ser necesario. Estas acciones se limitaran exclusivamente a la zona delimitada como polígono propuesto para el proyecto, y avanzará conforme avancen las obras. No se realizará ninguna nueva vía o camino, solo se le dará mantenimiento en caso de ser necesario a las ya existentes (que actualmente se encuentran en condiciones aceptables) por lo que la flora aledaña no será afectada en ninguna fase del proyecto.
		Tierra y Suelos	Solo se afectará la capa superficial del suelo, es por esto que se proponen métodos manuales auxiliados con maquinaria ligera para el retiro de la vegetación, y no impactara en los horizontes del mismo, no se realizarán acciones innecesarias para esta tarea, esto es limitarse al retiro de lo señalado sin conformar montículos u oquedades que además puedan representar riesgos. En el lindero Norte del predio se presenta una zona que por su topografía (ladera empinada) y dados los trabajos descritos, presenta riesgos de derrumbes, lo que se deberá evitar estabilizando este talud a base de introducción de alguna especie de pasto o gramínea que realice esta tarea. La topografía se verá impactada lo menos posible dando una pendiente de hasta el 3% hacia la zona de escurrimiento natural lo que evitará

			además encharcamientos y atenuará la erosión en temporal de lluvias.
		Paisaje	Dado que la continuidad del paisaje será fragmentada por las obras del proyecto y que este impacto es permanente la acción de mitigación propuesta es la reforestación de los linderos, completando las cortinas rompevientos con especímenes arbóreos que compacten el aspecto de las mismas, ya que actualmente están presentes de manera discontinua y con especies mayores y arbustos, en esta tarea se deben utilizar especies nativas propias de esta zona y evitar las exóticas, dándole continuidad al paisaje. Al interior del predio se evitará la conformación de estructuras que rompan con el aspecto de la zona, como lo es la formación de montículos de tierra o materia vegetal.
		Flora	Se prohíbe cualquier método que pueda afectar flora fuera del polígono propuesto (quema, químicos), se retirará en lo posible con métodos manuales toda la vegetación, que son las plantas de papaya y algunos manchones de herbáceas adaptadas al disturbio. Además de las cortinas rompevientos, se destinará una amplia zona a la reforestación, se propone en una primera fase una extensión de 0.5 hectáreas de zona arbolada con especies nativas, lo que a su vez será fertilizado y regado por el agua que pudiera salir del sistema de producción.

			En todo el terreno se evitarán las zonas con el manto del suelo descubierto, esto es; se utilizará algún pasto o herbácea que además auxilia en la captación correcta de agua de lluvias hacia el manto y evita la erosión.
		Fauna	Evitar la utilización de fuego o métodos químicos para la limpieza del predio. Se deberá prestar especial atención a los horarios de trabajo, limitándose a un lapso diurno (8am- 6pm) que genere los menores disturbios por ruidos, vibraciones y emisiones por humos y polvos que pudieran ahuyentar la fauna de la zona. Se deberá controlar el correcto estado de manutención y funcionamiento del parque automotor, camiones, equipos y maquinarias pesadas, tanto PROPIO como de los SUBCONTRATISTAS, así como establecer un reglamento de interno de tránsito, en particular la velocidad de desplazamiento de los vehículos. En una eventualidad de afectación directa a alguna especie, como lo es la destrucción de madrigueras o nidos, diseñar un plan de acción para su correcta captura, manipulación y reubicación en una zona segura. Mediante la reforestación descrita anteriormente se proporcionara de zona de refugio, anidación y tránsito de las especies de la zona, dando continuidad al ecosistema.
	Generación de residuos (sanitarios y	Tierra y Suelos	Para el adecuado manejo y control de los residuos sanitarios que se generen en esta etapa, se recurrirá

	domésticos)		al uso de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 5 trabajadores. La limpieza y mantenimiento de estos estará a cargo de la empresa que los rente y esta misma será la encargada de la limpieza y desinfección así como de disponer en un sitio adecuado los residuos que resulten. Los residuos del tipo domestico serán almacenados temporalmente en botes de metal o plástico con tapa hermética, esto evitará que estos recipientes se rebosen en caso de lluvias y derramen los lixiviados propiciando su infiltración al suelo y subsuelo.
		Paisaje	Con la disposición en contenedores especiales de los desechos se evitará la propagación de fauna nociva y el mal aspecto del predio, de los caminos, y de los predios vecinos. Esto se debe apoyar en la constante vigilancia por parte de una persona encargada previa capacitación de esta tarea.
Construcción	**Movimientos de tierra para conformación según proyecto**	Aire (Atmosfera)	Se deberá verificar el correcto funcionamiento de los motores a combustión para evitar desajustes en la combustión que pudieran producir emisiones de gases fuera de norma. Evitando además vibraciones y ruidos en lo posible. Las acciones de mitigación son similares a las de la fase de reparación del terreno.
		Tierra y suelos	Se deberá controlar que las excavaciones, y movimientos de suelo que se realicen en toda la zona de obra, sean las

			estrictamente necesarias para la instalación, montaje y correcto funcionamiento de los mismos. Deberán evitarse excavaciones innecesarias, ya que las mismas incrementan procesos erosivos, inestabilidad y escurrimiento superficial del suelo. Asimismo se afecta al paisaje local en forma negativa.
		Paisaje	Los excedentes de materiales, en su disposición final, deberán ser dispuestos en forma extendida y en capas sucesivas, a efectos de alterar lo menos posible la topografía del lugar y el escurrimiento natural. De ser posible, deberán ser recubiertos con tierra vegetal en caso de haber sido desprovisto de este, para permitir la repoblación natural o inducida como aquí se propone, con el fin de minimizar el impacto del paisaje.
		Medio Biótico	Al tiempo de conformar el suelo para recibir la infraestructura (estanquería, hidráulica, eléctrica) se deberá evitar remover la capa fértil del suelo, para que este pueda recibir vegetación inducida como ya se citó (pastos, árboles y arbustos), para esto se empleará maquinaria a combustión que ya se explicó cómo evitar su impacto al medio. En el transporte de tierra se cubrirá la carga de los camiones con lonas y se lavarán las ruedas de los vehículos y maquinaria que pasen por pistas de tierra una vez que vayan a salir del área de actuación, con el fin de evitar la emisión de partículas al aire.

	Obras para instalaciones eléctricas	Aire (atmosfera)	Si las obras se realizarán en época seca o con fuerte viento, se procederá al riego de estabilización con agua de la tierra y de los acopios de tierra, para minimizar las generaciones de partículas. Se exigirá a los contratistas que las maquinarias y los vehículos utilizados, hayan pasado las inspecciones reglamentarias y que cumplan con la legislación vigente en materia de emisiones y de ruidos. Para reducir las emisiones sonoras, los vehículos y maquinaria de obra adecuarán su velocidad en situaciones de actuación simultánea.
	Instalación infraestructura hidráulica	Aire (Atmosfera)	Para esta acción se excavaran zanjas y se instalaran los tramos de tubería unidos por bridas, codos y demás piezas, además de motores y equipo de bombeo, para evitar producir emisiones de polvos ya se ha citado que deberá limitarse a el trazo señalado por el proyecto y no hacer movimientos innecesarios, el suelo deberá estar húmedo y la maquinaria afinada, y trabajar solo durante el horario señalado.
		Agua	Para la puesta a punto del sistema se deberá probar con agua circulando por el sistema, de entrada y de salida además de la recirculación, esta agua deberá disponerse para el riego de la zona destinada a la reforestación, con esto contribuye a su reabsorción al manto freático, se evita que llegue a la escorrentía natural localizada al norte del predio y sostiene la masa arbórea en sus necesidades de

			agua.
	Instalación de infraestructura productiva (estanquería)	Aire (atmosfera)	Las mismas acciones de prevención y mitigación anteriormente citadas deberán aplicarse.
		Agua	El agua usada para probar el sistema de estanquería va junto con la señalada para probar el sistema de entrada, salida y recirculación del sistema productivo, por lo que aplican las mismas acciones ya citadas.
		Electricidad	El gasto de energía eléctrica deberá limitarse a lo estrictamente necesario durante estos trabajos.
		Paisaje	Las medidas de mitigación en la posible disminución de la calidad visual del sitio y del área de influencia ya se citaron: las cortinas de vegetación en los linderos juegan un papel fundamental.
	Construcción de obra civil (Bodega, dormitorios)	Aire (atmosfera)	Medidas para evitar las emisiones de polvos y ruidos como las ya señaladas en la fase anterior deberán aplicarse y vigilar su correcta aplicación por personal encargado del seguimiento de estas condiciones. Además que el cumplimiento del horario de trabajo sin exceder el mismo bajo ninguna circunstancia evitara molestias a los vecinos y disturbio a la fauna de transito nocturno.
		Tierra y suelo	Evitar cualquier derrame de sustancias que puedan contaminar

			el suelo es obligatorio. Las medidas preventivas se deben señalar en letreros o lonas donde se describan estas. Estos señalamientos deben ser colocados en la zona de obra y ser sujetos a un programa de vigilancia.
		Agua	Ninguna agua de desecho que pueda tener contaminantes puede ingresar al cuerpo de agua o escorrentía localizada al norte del predio ya sea por disposición directa o por lavado del suelo. Debe tenerse en cuenta de nuevo que la vegetación puede disminuir la entrada al cuerpo de agua de nutrientes y contaminantes lavados del suelo. En caso de las aguas con desechos sanitarios ya se señaló que se dispondrá por una empresa especializada misma que le dará servicio a los baños portátiles.
		Electricidad	Atenerse solo a los horarios señalados y evitar el uso indiscriminado del recurso, con ecotecnologías como la iluminación led, y equipamiento de bajo consumo en general, además de la intención de instalar módulos de paneles solares para surtir de energía la obra civil concluida, la huella de carbono podrá ser razonablemente menor.
		Paisaje	El impacto visual negativo podrá ser mejorado con ayuda de las labores de restitución del suelo y vegetación como ya se ha señalado. Aprovechar el terreno que no se utilice para infraestructura productiva para estos fines.

Operación y mantenimiento	**Puesta a punto de estanquería**	Agua	Las mismas medidas que en los puntos anteriores se deberán aplicar.
		Electricidad	El consumo desde aquí es continuo, esto es; el equipo de aireación que suministrará oxígeno al sistema productivo (factor as importante para el sostén y crecimiento de los camarones), estará constantemente encendido, y el bombeo para la recirculación, la entrada de agua al sistema que se realiza bombeando del pozo profundo destinado para esta tarea implican altos consumos energéticos. Por lo que en fases futuras de operación del proyecto se pretende avanzar con la utilización de energías alternativas como lo es la solar y la eólica previos estudios y cálculos que garanticen su viabilidad financiera y técnica.
	Siembra de organismos	Electricidad	Las mismas acciones que el inmediato anterior deberán ser tomadas en cuenta.
	Alimentación de organismos	Aire (atmosfera)	Generación de olores es el impacto probable en caso de ser mal manejado el insumo alimento, ya que por su contenido presenta fuertes olores que para algunas personas son desagradables (olor a pescado o marisco), por lo que el correcto manejo, almacenamiento, y utilización del mismo es tarea obligatoria, basado en la capacitación en buenas prácticas de producción acuícola, que la otorga el SENSICA (SAGARPA) y sus

			organismos auxiliares. En este tipo de industria se designa personal exclusivo para estas tareas (alimentación) que será responsable de lo anteriormente señalado.
	Consumo de energía por operación continua de equipos	Aire (atmosfera)	Es aquí donde debemos señalar la probable utilización de la planta de emergencia con que cuenta el proyecto, esta se enciende cada que se produzca una eventualidad o falla en el suministro de energía eléctrica por parte de CFE, este equipo es un motor de combustión de diésel, que genera cantidades considerables de humo, por lo que las labores de afinación y mantenimiento de esta son indispensables para mitigar el impacto señalado.
		Electricidad	Como ya se señaló, en la fase de operación siempre se tendrán funcionando los equipos de oxigenación y bombeo, por lo que el gasto de energía eléctrica es considerable, la acción preventiva indicada es el constante mantenimiento de los equipos, la vigilancia y supervisión por parte de personal capacitado en electricidad de alta y media tensión con los equipos de medición digitales necesarios que puedan detectar fallas en la instalación ya sea por mal uso o desgaste natural, evitar los sobrecalentamientos, y demás cuestiones operativas de cada equipo son las propuestas para evitar gastos innecesarios de energía eficientando como consecuencia obvia este consumo.

	Cosechas	Aire (atmosfera)	El manejo de organismos como los camarones, que presentan un corto periodo de frescura si no se somete a bajas temperaturas, representa riesgos de impacto por generación de malos olores, que podrían ser muy molestos para los vecinos del predio y atraer fauna nociva, por lo que el protocolo a seguir para prevenir esto también se describe a detalle en las buenas prácticas de manejo de productos pesqueros y acuícolas, emitidas y validadas por el SENASICA, esto hace necesario la constante capacitación del personal en esta tarea y las auditorías que el mismo órgano realiza prevendrán este impacto.
	Mantenimiento maquinaria e infraestructura	Aire (atmosfera)	Como ya se señaló, la constante supervisión y contar con un calendario de mantenimiento prevendrán y mitigaran los efectos del funcionamiento de la maquinaria involucrada dentro del sistema productivo.
	Generación de residuos sanitarios y domésticos	Aire (atmosfera)	Para tener un adecuado manejo y control de los residuos: domésticos y sanitarios que se generen durante esta etapa del proyecto, se llevará a cabo la aplicación de un **"Programa de Manejo y Control de Residuos Sólidos Domésticos**". Dicho programa consistirá en establecer de manera sencilla el procedimiento que se llevará en la granja para el almacenamiento temporal de los residuos en el sitio y su posterior disposición en un sitio autorizado por la autoridad ambiental municipal. Los baños que se construirán deben disponer sus desechos en fosas

			enterradas tipo ROTOPLAST que eviten la generación de olores o la filtración de algún lixiviado y serán sujetas de limpieza y mantenimiento por personal capacitado de una empresa especializada contratada para tal fin.
	Generación de subproductos acuícolas post-cosecha	Aire (atmosfera) y agua	Los olores, como ya se describió, producto de un posible mal manejo de este tipo de productos llegan a ser muy fuertes y molestos, en cuanto a los subproductos (cabeza, agua del enjuagado), como prevención estos deberán ser manejados a la brevedad para darles disposición final sin que comience el periodo de descomposición y en caso de que fueran utilizados para algún otro fin (ensilado, abono, harina) exigir que quien haga acopio de estos desechos cada que se efectúen cosechas este presente para retirar los mismos.

VI.2 Impactos residuales

Se conoce como impacto residual al que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Dentro de este rubro se mencionan los siguientes posibles impactos en el cuadro siguiente:

Abiótico	Aire	**Emisiones (Humos).** Durante la fase operación del proyecto este impacto será persistente ya que el aumento de tránsito de vehículos por los caminos para llegar al sitio, y la posible operación esporádica de la planta generadora de electricidad de emergencia que funcionaa base de diésel; la atmosfera recibirá las emisiones de estos trabajos.
		Nivel de Ruidos. El funcionamiento constante del equipo de bombeo y recirculación así como la oxigenación del sistema acuícola representa la emisión constante de ruidos de que se pueden ente mitigar pero no evitar.
	Tierra y Suelo	**Erosión.** La compactación del suelo representa un impacto residual, dado que el área donde se asentará la infraestructura productiva (estanquería de geomembrana) estará cubierta y recibirá una gran presión por el agua que contendrán.
	Agua	**Agua subterránea.** La extracción del agua del manto freático es el principal recurso de la industria acuícola a instalar, por lo que el impacto a los niveles freáticos es periódico. Sin embargo como ya se comentó, será menor el volumen al que se requiere para el riego en las actividades agrícolas (cultivo de papaya).
	Electricidad	**Consumo de energía.** Además del

		agua, este es el insumo del que depende el nivel de productividad del sistema acuícola proyectado, por lo que el gasto de la misma, con su consecuente huella de carbono será permanente.
	Paisaje	**Calidad paisaje.** El cambio en el aspecto del sitio será un impacto a largo plazo.
Biótico	Flora	El espacio donde se asienta vegetación inducida y la adaptada al disturbio se verá reducido, ya que el suelo será principalmente ocupado en el proyecto por infraestructura y equipamiento acuícola y la obra civil requerida.
	Fauna	La pérdida de hábitat para las especies favorecidas por el disturbio, por la instalación de las obras requeridas y ya descritas. Se realizará un ahuyentamiento de las especies de roedores que actualmente tienen madrigueras en las periferias. No se afectarán corredores biológicos ni sitios significativos de conectividad.

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

El proyecto traerá beneficios a corto, mediano y largo plazo en el ámbito socioeconómico, a escala local por los empleos directos a generar, a escala estatal y regional, por la demanda de diferentes servicios durante las etapas del mismo y a escala nacional en el sector acuícola por el producto de origen acuícola. Además a nivel ambiental se utilizará, según lo calculado, menos agua que lo que actualmente se demanda en el predio para su uso agrícola, esto se muestra en los análisis y evaluaciones presentados en los capítulos anteriores.

VII.1 Pronóstico del escenario

Después de que se ejecute el proyecto sobre el cual versa este estudio, el área, predio o polígono donde se instalara la infraestructura cambiará de ser un sitio agrícola a un polígono dedicado a la acuicultura comercial intensiva de camarón, que se deberá integrar de manera armónica con el paisaje predominante en la zona, el cual se trata de un paisaje semi-urbano y agrícola, que proporcione un entorno ambiental y laboral atractivo para la sociedad, en donde todos los sectores de la economía y especialmente los de la cadena de valor camarón y productos pesqueros y acuícolas puedan participar proporcionando sus servicios y actividades resultando en beneficios directos o indirectos al sector acuícola nacional, a la población de las comunidades cercanas y finalmente contribuir a la seguridad alimentaria nacional, al ofrecer un producto de la mejor calidad nutricional, garantizando su inocuidad y producido con un sistema sustentable.

Asimismo con respecto a las variaciones que podrá tener de la calidad de los factores ambientales, debemos recordar que en el área actualmente se encuentra dedicada a labores agrícolas, en producción de papaya, por lo que está desprovista de vegetación natural, producto de las actividades de desmonte más de 10 años atrás, y solo se observaron manchones de herbáceas y ejemplares arbóreos aislados que se pretende conservar, además de las zonas en los linderos a manera de cortinas que también se integran por arbustos y árboles, por lo que la implementación del proyecto, que incluye la disposición de superficies para el

establecimiento de áreas verdes y arboladas, mitigará notablemente la calidad visual del paisaje, y las labores de limpieza de la zona de plantación de papayas. Ya que en estas áreas se contara con arbolado de especies nativas.

Se contempla esta zona de reforestación que se encuentran dentro del polígono, conserven las características físicas del suelo, lo cual ayuda a conservar la capacidad de infiltración del suelo el cual es importante para la recarga del acuífero lo cual es una manera de mitigar la perdida de esa capacidad resultante por el uso del agua para el sistema a instalar que depende directamente de este recurso. Además ayudan a la regulación del microclima, contribuyen sustancialmente en la regulación de ruido, en el mejoramiento de la calidad de aire, en la disminución de la erosión del suelo, en el incremento de la biodiversidad y sirven de hábitat y alimento para la fauna silvestre, y como lugar para el asentamiento y descanso de muchas especies de aves migratorias, mejorando de esta forma el escenario ambiental.

La topografía del lugar y la complejidad estructural no se afectará de manera importante con la implementación del proyecto ya que se proyecta que el sistema no cuente con desniveles que pueda provocar inundaciones o derrumbes.

En relación con el recurso agua y al cercano cuerpo de agua permanente (río Armería) localizado al norte del sitio, no se espera que tengan variaciones en cuanto a la calidad ya que se evitarán escurrimientos provenientes del sistema y en cuanto a la infiltración de lixiviados contaminados al manto freático, asimismo se contempla la reutilización de las aguas para el riego de las áreas arboladas del proyecto contribuyendo. A pesar de esto se espera un decremento en la demanda, ya que las labores agrícolas demandan altos volúmenes durante todo el año, y el sistema a instalar solo en la puesta en marcha necesita altos volúmenes y después solo para recuperar niveles de agua en la infraestructura o estanquería. Sin embargo siempre se apegara en todo momento a los volúmenes concesionados para la extracción autorizados por Comisión Nacional de Agua.

El escenario ambiental en general pronosticado en caso de establecer el proyecto sin la implementación de medidas de prevención, compensación y mitigación, es de impactos de baja y media magnitud; solo llegando a ocasionar daños no mitigables en contados indicadores que ya se señalaron en capítulos anteriores, sin poner en riesgo el equilibrioecológico del ecosistema en estudio. Eso apunta a un pronóstico del escenario favorable para los recursos naturales.

Concluyendo la prospección del escenario; con el proyecto se debe señalar además que el promovente del mismo se compromete a en todo momento realizar las medidas de prevención, mitigación y compensación señaladas aquí y las que dicten la parte evaluadora y dictaminadora del presente. Y que serán necesarias para que las diferentes obras y actividades relacionadas tengan el menor impacto posible sobre el medio ambiente local y regional.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental incluye la información necesaria, como obtenerla, interpretarla y almacenarla, para la realización del conjunto de análisis, toma de datos y comprobaciones, que permitan revisar la evolución de los valores que toman los indicadores ambientales y de los que se admitieron para la implantación del proyecto, durante las fases del proyecto.
Objetivos:

Tiene como finalidad principal llevar con éxito las recomendaciones propuestas en presente, destinadas a la minimización o desaparición de las afecciones ambientales. Además debe permitir el seguimiento del grado de ciertos impactos de difícil predicción, así como el diseño de medidas correctoras in situ, en caso de que las planificadas se demuestren insuficientes, la detección de posibles impactos no previstos y estimación de la incidencia real de aquellas afecciones que se valoraron potencialmente.

Se sugiere que por parte del promotor del proyecto se contrate los servicios de una Asistencia Técnica Medioambiental que posea los conocimientos adecuados, que conozca el Estudio de Impacto Ambiental presente y el resto de condicionantes ambientales dictadas por el evaluador en la pretendida autorización, para dar seguimiento, proponer, y vigilar las medidas ante los impactos a generar.

Medidas por cumplir dentro del Programa de Vigilancia Ambiental

ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SITIO		
Factor a Proteger	**Medidas de Mitigación**	**Procedimiento**
Aire (Atmosfera)	Para evitar la generación de emisiones en forma de polvos se deberá mantener húmedas las áreas de trabajo.	Adaptar en una camioneta un sistema de riego para zonas de trabajo, por ejemplo colocar un contenedor de un metro cubico con tubería de PVC perforada para que disperse agua y que recorra las zonas durante los trabajos y cuando circulen vehículos por los caminos. O contratar pipas de agua.
	Los polvos que se generan por circulación de vehículos se reducen manteniendo velocidades reducidas.	Concientizar a los operadores de los vehículos y mantener la vigilancia.
	Se prohibirá utilizar métodos de quema o utilización de algún químico para acabar con la vegetación del predio.	Se deberá designar un supervisor de las obras que se encargue de que se cumpla esta medida, así como es recomendable colocar una lona en sitio visible donde se enlisten estas medidas.
	La maquinaria y vehículos deben estar	El promovente o responsable de la obra y

	sujetos a medidas de mantenimiento y verificación para que se encuentren en las mejores condiciones de trabajo para minimizar los impactos a la atmósfera por la generación de partículas, humos y gases	de contratar la maquinaria y equipo debe poner como condicionante que estos equipos se encuentren en óptimas condiciones.
Control del Ruido	Evitar movimientos innecesarios para realizar estos trabajos. Así como cumplir con el horario establecido para los trabajos, aquí se sugiere de 8am a 6pm.	La persona designada a cargo de los trabajos deberá vigilar que se cumpla el plan de trabajo y siempre dentro de los horarios.
	Realizar todo el trabajo de mantenimiento de la maquinaria y equipos conforme lo marquen los manuales y la norma aplicable, con el propósito de reducir ruidos por mal funcionamiento.	Quien sea propietario de la maquinaria debe asegurar que todo su equipo y vehículos están al día en su mantenimiento.
Suelo y tierra	Realizar únicamente el retiro de la vegetación (papayos y herbáceas) necesario para las áreas que así lo requieran, colocando el material producto de éste cerca del área de trabajo de manera uniforme, no se moverá tierra que no sea necesaria.	Antes de esta acción se deben establecer las áreas que se desmontarán, la persona responsable debe llevar una bitácora de los trabajos que se realicen, indicando las áreas afectadas y siempre vigilando el avance de las mismas.
	Se instalaran sanitarios portátiles para los trabajadores.	La empresa que rente estos sanitarios debe asegurar su limpieza,

		retiro de las aguas de desecho y mantenimiento en óptimas condiciones, el encargado de obra vigilará esto con un formato o bitácora.
	Fijar el talud al norte del polígono con vegetación apropiada y propiciar o inducir elementos de retención del suelo en las zonas que se requiera. (pastos)	Se seleccionaran las especies apropiadas para tal fin, con asesoría de especialistas.
	No dar mantenimiento de ningún tipo a maquinaria o vehículos dentro del predio para evitar derrames y contaminación del suelo e infiltraciones al manto freático.	La empresa o persona que proporcione los servicios de maquinaria debe realizar estas tareas en sitios especializados por gente capacitada. Se vigilara que ningún operador haga tareas de este tipo de manera clandestina.
	Implementar un programa de recolección y disposición de residuos en forma periódica para evitar su acumulación y dispersión	El encargado de la obra deberá vigilar esto, colocando contenedores especiales y señalamientos y supervisando que el destino final de estos residuos sea donde indique el ayuntamiento local.
Agua	El almacenamiento de materiales líquidos (aceites, combustibles, etc.) debe estar alejado de las corrientes	Desde el inicio de las obras se deben delimitar estas zonas y el encargado supervisará que ningún tipo de

	localizadas al norte del predio. Y toda el agua utilizada en la instalación, puesta a punto y pruebas del sistema de producción se reutilizará en el riego de la zona a reforestar así como de las áreas donde se induzca un tipo de pasto para controlar la erosión.	líquido se derrame al suelo y que el agua desechada no llegue a la escorrentía al norte del sitio.
Flora y Fauna	Se recomienda que retiro de vegetación se limite a las áreas estrictamente necesarias y previamente demarcadas, que se avance de manera ordenada, para permitir posible desplazamiento de la fauna hacia zonas conservadas.	Durante la preparación del sitio, el encargado de la obra debe establecer las áreas que a trabajar, indicando como se van a desarrollar estos trabajos.
	Indicar a los trabajadores y operarios para que respeten la vegetación que no sea la indicada a retirar, así como que la fauna que probablemente transita por el predio sea respetada en todo momento	Al inicio de los trabajos, el encargado debe informar a los trabajadores sobre el cuidado que deben de tener hacia los ejemplares arbóreos que no serán derribados, señalándolos de manera conspicua y vigilando además posibles conductas depredadoras .
	Facilitar y coadyuvar al escape y libre tránsito de la fauna silvestre que pudiera presentarse o transitar en el área, durante el desarrollo de las actividades de preparación del terreno.	Verificar siempre que esto se cumpla.

Paisaje	Designar una porción considerable del terreno como zona de arbolado o reforestación, además de completar las cortinas rompevientos localizadas en los linderos para crear un límite visual.	El promovente está comprometido a efectuar tales acciones y se no utilizaran especies exóticas, deberán ser nativas que concuerden con las de la región.

ETAPA DE OPERACIÓN		
Factor a Proteger	**Medidas de Mitigación**	**Procedimiento**
Aire (atmosfera)	Para evitar los malos olores se deben seguir al pie las buenas prácticas de producción acuícola y las buenas prácticas de manejo de productos pesqueros y acuícolas dictadas por el SENASICA-SAGARPA. Esto es manejar correctamente el alimento, los subproductos de la cosecha y los desechos sanitarios y domésticos.	El organismo auxiliar del SENASICA: Comité estatal de Sanidad e Inocuidad Acuícola de Colima le dará seguimiento a estas prácticas, y el responsable de la granja debe avanzar en el cumplimiento de las mismas, lo que además de prevenir estos impactos, garantiza la inocuidad y calidad del producto
	Para mitigar y prevenir las Emisiones de polvos, humos y ruidos se aplicarán las mismas medidas que las de la fase anterior. El mantenimiento correcto	El responsable de la granja deberá vigilar y registrar en bitácoras que esto se cumpla.

	de los equipos y la concientización del personal que opere estos es la base.	
Suelo y tierra	Se recomienda reforestar las como ya se mencionó una área designada para tal fin contemplada en el Proyecto además de las cortinas de los linderos y las zonas de empastado.	El responsable deberá apoyarse en especialistas en reforestación y dar mantenimiento a estas obras para garantizar su persistencia y crecimiento.
	Se debe asegurar el servicio de recolección de residuos sólidos en las instalaciones que conforman el proyecto. Colocar contenedores para los residuos sólidos en lugares estratégicos y bien señalizados.	Todos los trabajadores deben ser concientizados y la vigilancia del responsable será continua. La fina disposición de estos estará conforme lo señale el municipio.
Agua	Los baños construidos para el personal deberán destinar sus aguas de desecho a una cisterna impermeable de donde una empresa especializada realice los trabajos de retiro de las mismas para disponerlas donde lo indique el ayuntamiento.	El responsable de la granja registrará los tiempos de esta tarea para no sobrepasar la capacidad de almacenamiento y contaminar el suelo y el manto freático.
	Toda el agua de desecho del sistema será utilizada en labores de riego de las zonas anteriormente comentadas.	El responsable debe vigilar que nada de esta agua llegue a la escorrentía permanente al norte del predio.

El proyecto se llevará a cabo cumpliendo con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus Reglamentos, las Normatividad aplicable, así como la legislación estatal ambiental.

VII.3 Conclusiones

Con base en la evaluación de los elementos presentados en el presente estudio, se considera que su realización tendría un balance positivo de gran importancia para la economía local por la creación de fuentes de trabajo y consumo de materiales y servicios a proveedores de la región. Incluso tendría alcances positivos a nivel estatal y nacional por su aportación a los volúmenes de producción de alimentos de alta calidad.

En el diseño del proyecto se presentan elementos que permitirán un alto aprovechamiento del espacio y de los recursos. Se hará un uso más eficiente del agua del que actualmente se está realizando con un uso agrícola, y se considera que con estos componentes se mantiene una notable compatibilidad del proyecto con el mantenimiento de las características ambientales de la zona.

Esta actividad es una fuente importante de ingresos y empleos en la región, sin embargo, en los alrededores del predio y sus colindancias no se encuentra ningún proyecto acuícola o similar con el que este pudiera generar algún tipo de impacto ambiental sinérgico negativo.

Por lo anteriormente descrito, se descarta una influencia negativa del proyecto en la modificación de los proceso naturales estudiados.

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

VIII.1 Formatos de presentación

VIII.1.1 Planos definitivos

Los planos definitivos que se presentan en este estudio corresponden a:

a) Topográfico

b) Áreas naturales protegidas y sitios RAMSAR

c) Árboles en el predio

d) Tipos de climas

e) Hidrología, corrientes superficiales

f) Ejidos y colindancias

g) Hidrogeología

h) Humedad en suelo

i) Precipitación

j) Tipos de rocas

k) Serie V INEGI usos de suelo

l) Suelos

m) Sistema de topoformas

VIII.1.2 Fotografías

En el cuerpo del documento se presentan fotografías que muestran claramente las condiciones naturales actuales que presenta el sitio, la vegetación presente en el mismo y sus alrededores. También se presentan imágenes de los usos de suelo que se realizan en los alrededores de la superficie destinada al proyecto.

VIII.1.3 Videos

No se presenta ningún video en este estudio.

VIII.1.4 Listas de flora y fauna

Las listas de las especies de flora y fauna silvestres registradas en el terreno se presentan en el apartado del medio biótico que fue descrito en el Capítulo IV, del presente estudio de impacto ambiental.

VIII.2 Otros anexos

Además de la información antes citada, se presentan como parte importante del presente estudio anexos documentales de tipo legal

VIII.3 Glosario de términos

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

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

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

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del

hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

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

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

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

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

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

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

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

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

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

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada

por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IX. ANEXO. MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Los métodos aplicados para la correcta identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales del presente proyecto, fueron descritos a detalle en el Capítulo V del estudio.

X. BIBLIOGRAFÍA

Avnimelech, Y (2009) Biofloc Technology — A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 182 pp

Catalogue of Life. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/3b60f1539a1e7add8c35ae93c2dc0b74/synonym/bc500f1b6ac13f02495398a763e509c4 27th February 2017

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016. La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
CONESA FERNANDEZ-VITORA Vicente, "GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL "Editorial MUNDI-PRENSA, Segunda edición, 1993. Madrid, España.

Crab, R (2010) Bioflocs technology: an integrated system for the removal of nutrients and simultaneous production of feed in aquaculture. PhD thesis, Ghent University. 178 pp.

Leon Pelaez, JD, "Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo" En: Colombia 2004. ed:Centro De Publicaciones Universidad Nacional De Colombia *ISBN:* 958935272-3 *v.* 1 *pags.* 366
Lezama-Cervantes, C., Paniagua-Michel, J (2010) Effects of constructed microbial mats on water quality and performance of Litopenaeus vannamei post-larvae. Aquaculture Engineering 42, 75–81.

Mahanand SS, Moulick S, Srinivasa R (2013) Water quality of
Rohu, Labeo rohita, in a biofloc system. Journal of Applied Aquaculture 25: 121–131.

Martínez Soto América, Damián Hernández Sergio Alberto, CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION, Instituto Mexicano del Transporte, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México, 1999.

Orrell T. (custodian) (2017). ITIS Regional: The Integrated Taxonomic Information System (version Oct 2015). In: Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds. (2017). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life,.

Taw N (2010) Biofloc technology expanding at white shrimp farms. Global Advocate 10: 24–26.

Wasielesky W, Atwood H, Atokes A, Browdy CL (2006) Effect of
natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp Litopenaeus
vannamei. Aquaculture 258: 396–403.

www.catalogo.datos.gob.mx

www.conabio.gob.mx

www.cna.gob.mx

FAO. Departamento de Pesca y Acuicultura
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es

www.inegi.gob.mx

http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=377748)

http://smn.cna.gob.mx/es/emas

ANEXO FOTOGRAFICO

PAISAJE

Vista hacia el oeste del predio desde el vertice noreste (Febrero 2017).

Vista hacia el sur del sitio desde el vertice noroeste

Vista hacia el este del predio desde el vertice suroeste

Vista hacia el norte del lugar desde el vertice sureste.

Aspecto hacia el norte del polígono. Se observa planta industrial extractiva.

Vista panorámica hacia el oeste del predio.

Vista hacia el sur del predio, se observa lindero señalado por cerca de alambre, la zona urbanizada y la vía férrea.

Paisaje hacia el este del polígono. Zona desmontada preparada para actividades agrícolas.

ANEXO FOTOGRAFICO

VEGETACIÓN

Vistas generales del predio, se observa la plantación de papaya, los manchones de herbáceas y los linderos con ejemplares arbóreos que forman la cortina rompevientos (Febrero 2017).

Aspecto general de la zona productiva agrícola.

Ejemplar arbóreo dentro del polígono que no se va a derribar con las obras.

Aspecto de la Brecha por donde se llega al predio.

Vista de la zona de ingreso al predio.